

This Is
Your
Brain

“Endlessly
stimulating.”
—Oliver Sacks, M.D.

Ini Adalah Otak Dalam
on **MUSIC**

Pengetahuan Tentang Obsesi Manusia
Daniel J. Levitin

*The Science
of a Human Obsession*

Daniel J. Levitin

Diterjemahkan Oleh:

DJOHAN

i

DUTTON

Published by Penguin Group (USA) Inc.
375 Hudson Street, New York, New York 10014, U.S.A.
Penguin Group (Canada), 90 Eglinton Avenue East, Suite 700, Toronto, Ontario M4P 2Y3, Canada (a division of Pearson Penguin Canada Inc.); Penguin Books Ltd, 80 Strand, London WC2R 0RL, England;
Penguin Ireland, 25 St Stephen's Green, Dublin 2, Ireland (a division of Penguin Books Ltd); Penguin Group (Australia), 250 Camberwell Road, Camberwell, Victoria 3124, Australia (a division of Pearson Australia Group Pty Ltd); Penguin Books India Pvt Ltd, 11 Community Centre, Panchsheel Park, New Delhi – 110 017, India; Penguin Group (NZ), cnr Airborne and Rosedale Roads, Albany, Auckland 1310, New Zealand
(a division of Pearson New Zealand Ltd); Penguin Books (South Africa) (Pty) Ltd, 24 Sturdee Avenue, Rosebank, Johannesburg 2196, South Africa

Penguin Books Ltd, Registered Offices: 80 Strand, London WC2R 0RL, England Published by

Dutton, a member of Penguin Group (USA) Inc.

First electronic edition, August 2006 10 9 8 7 6 5 4
3 2 1

Copyright © 2006 by Daniel J. Levitin All rights reserved

REGISTERED TRADEMARK—MARCA REGISTRADA
LIBRARY OF CONGRESS CATALOGING-IN-PUBLICATION DATA
Levitin, Daniel J.

This is your brain on music : the science of a human obsession / Daniel J. Levitin.

p. cm.

Includes bibliographical references and index.

MSR ISBN 0-7865-8404-1 AEB ISBN 0-7865-8405-X

Set in ITC Century Book

Without limiting the rights under copyright reserved above, no part of this publication may be reproduced, stored in or introduced into a retrieval system, or transmitted, in any form, or by any means (electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise), without the prior written permission of both the copyright owner and the above publisher of this book.

The scanning, uploading, and distribution of this book via the Internet or via any other means without the permission of the publisher is illegal and punishable by law. Please purchase only authorized electronic editions, and do not participate in or encourage electronic piracy of copyrighted materials. Your support of the author's rights is appreciated.

While the author has made every effort to provide accurate telephone numbers and Internet addresses at the time of publication, neither the publisher nor the author assumes any responsibility for errors, or for changes that occur after publication. Further, the publisher does not have any control over and does not assume any responsibility for author or thirdparty Web sites or their content.

Making or distributing electronic copies of this book constitutes copyright infringement and could subject the infringer to criminal and civil liability.

DAFTAR ISI

		Hal
Halaman Judul		i
Halaman Penerbit		ii
Daftar Isi		iii
Pengantar		iv
Bab 1	Apakah Musik? <i>Dari Pitch ke Timbre</i>	
Bab 2	Ketukan Kaki <i>Membedakan Ritme, Intensitas, dan Harmoni</i>	
Bab 3	Dibalik Tirai <i>Musik dan Alat Berpikir</i>	
Bab 4	Antisipasi <i>Apa Yang Diharapkan dari Liszt (dan Ludacris)</i>	
Bab 5	Kamu Tahu Namaku, Lihat Nomernya <i>Bagaimana Kita Mengkategorisasikan Musik</i>	
Bab 6	Setelah Badai, Crick Masih Berjarak <i>Musik, Emosi, dan Otak Reptil</i>	
Bab 7	Apa Yang Menjadikan Seseorang Itu Musisi <i>Membongkar Keahlian</i>	
Bab 8	Hal Yang Saya Suka <i>Mengapa Kita Menyukai Musik Yang Disenangi</i>	
Bab 9	Insting Musikal <i>Sukses Evolusi #1</i>	
Kepustakaan		

PENGANTAR

Mengapa musik tampak begitu sederhana bagi beberapa orang dan tidak bagi yang lain. Dari mana asal mula kreativitas? Mengapa beberapa lagu membuat kita begitu bersemangat dan yang lainnya membuat kita lemas? Dan bagaimana dengan peran persepsi dalam semua ini, kemampuan luar biasa dari musisi dan ahli untuk mendengar nuansa yang kebanyakan dari kita tidak?

Pertanyaan-pertanyaan ini membawa saya kembali ke sekolah untuk mencari beberapa jawaban. Saat masih bekerja sebagai produser rekaman, saya pergi ke Universitas Stanford dua kali seminggu dengan Sandy Pearlman untuk mengikuti kuliah neuropsikologi oleh Karl Pribram. Saya menemukan bahwa psikologi adalah bidang yang dapat memberikan jawaban atas beberapa pertanyaan saya — pertanyaan tentang ingatan, persepsi, kreativitas, dan argumen umum yang mendasari semua ini yaitu: otak manusia. Tetapi alih-alih menemukan jawaban, saya malah mengajukan lebih banyak pertanyaan — seperti yang umum terjadi dalam sains. Setiap pertanyaan baru membuka pikiran saya mengenai kompleksitas musik, dunia, dan pengalaman manusia. Saya mulai bertanya-tanya mengapa beberapa musisi menjadi terkenal sementara yang lain merana dalam ketidakjelasan.

Kesamaan yang dimiliki seniman dan ilmuwan adalah kemampuan untuk hidup dalam interpretasi dan reinterpretasi secara terbuka atas produk-produk karya kita. Karya seniman dan ilmuwan pada akhirnya mencari kebenaran, tetapi kedua kubu tersebut memahami bahwa kebenaran pada hakikatnya adalah kontekstual dan dapat diubah, bergantung pada sudut pandang, dan juga kebenaran hari ini dapat menjadi hipotesis yang tidak terbukti atau objek yang terlupakan di masa depan.

Musik adalah hal yang tidak biasa di antara semua aktivitas manusia karena keberadaannya di mana-mana dan sejak zaman kuno. Melalui penelitian terhadap orang dengan kerusakan otak, kami melihat pasien yang kehilangan kemampuan membaca koran tetapi masih bisa membaca musik, atau orang yang bisa bermain piano tetapi kurang koordinasi motorik untuk mengancingkan kemeja mereka sendiri. Mendengarkan musik, pertunjukan, dan komposisi melibatkan hampir setiap bagian otak yang sejauh ini telah berhasil diidentifikasi, dan melibatkan hampir setiap subsistem saraf. Dapatkah fakta ini menjelaskan bahwa mendengarkan musik dapat melatih bagian lain dari pikiran kita; atau mendengarkan Mozart dua puluh menit sehari akan membuat kita lebih pintar?

Kekuatan musik untuk membangkitkan emosi dimanfaatkan oleh eksekutif periklanan, pembuat film, komandan militer, dan ibu. Pengiklan menggunakan musik untuk menjual minuman ringan, bir, sepatu lari, atau mobil tampak lebih trendi daripada pesaing mereka. Banyak orang yang mencintai musik mengaku tidak tahu apa-apa tentangnya. Saya menemukan bahwa banyak orang mempelajari topik yang sulit dan rumit seperti neurokimia atau psikofarmakologi merasa tidak siap untuk menghadapi penelitian dalam ilmu

saraf musik. Dan siapa yang bisa menyalahkan mereka? Para ahli teori musik memiliki seperangkat istilah dan aturan kabur dan tidak jelas yang sama kaburnya dengan beberapa domain matematika yang paling esoterik.

Bagi nonmusisi, gumpalan tinta pada halaman yang kita sebut notasi musik mungkin juga notasi teori himpunan matematika.

Buku ini membahas musik dari perspektif ilmu saraf kognitif, bidang yang berada di persimpangan antara psikologi dan neurologi. Saya akan membahas beberapa studi terbaru yang saya dan peneliti lain lakukan di lapangan mengenai makna musik, dan kesenangan musik. Di sisi lain, jika kita semua mendengar musik dengan cara yang sama, bagaimana kita dapat menjelaskan perbedaan besar dalam preferensi musik mengapa orang lebih memilih Mozart daripada Madonna?

Wacana baru telah terbuka dalam beberapa tahun terakhir oleh perkembangan bidang ilmu saraf dan pendekatan baru dalam psikologi karena teknologi pencitraan otak baru, obat-obatan yang mampu memanipulasi neurotransmiter seperti dopamin dan serotonin, serta metode penelitian lama yang sederhana. Yang kurang terkenal adalah kemajuan luar biasa dalam pemodelan bagaimana jaringan neuron bekerja berkat revolusi berkelanjutan dalam teknologi komputer. Kami mulai memahami sistem komputasi di kepala tidak seperti sebelumnya. Bahasa sekarang tampaknya tertanam secara substansial ke dalam otak kita.

Dengan lebih memahami apa itu musik dan dari mana asalnya, maka kita dapat lebih memahami motif, ketakutan, keinginan, ingatan, dan bahkan komunikasi dalam arti yang luas. Apakah musik lebih banyak didengarkan saat lapar, dan memuaskan keinginan Anda? Atau lebih seperti melihat matahari terbenam yang indah atau yang memicu sistem kesenangan sensorik di otak? Mengapa orang-orang tampaknya terjebak dalam selera musik mereka seiring bertambahnya usia dan berhenti bereksperimen dengan musik baru? Ini adalah kisah tentang bagaimana otak dan musik mengembangkan bersama apa yang dapat diajarkan musik kepada kita tentang otak, apa yang dapat diajarkan otak kepada kita tentang musik, dan apa yang dapat diajarkan keduanya tentang diri kita sendiri.

1. Apakah Musik?

Dari *Pitch* ke Timbre

Apakah musik? Bagi kebanyakan orang, “musik” bisa berarti komponis besar, Beethoven, Debussy, dan Mozart. Bagi yang lain, “musik” adalah Busta Rhymes, Dr. Dre, dan Moby. Menurut salah satu guru saksofon saya di *Berklee College of Music* dan asosiasi “jazz tradisional” mana pun yang dibentuk sebelum 1940 atau setelah 1960 tidak menganggap jazz sebagai musik. Salah satu teman masa kecilku di tahun enam puluhan yang biasa main ke rumah untuk mendengarkan Monkees. Karena orang tuanya melarang untuk mendengarkan musik apa pun selain klasik. Sementara lainnya, oleh orang tuanya hanya boleh mendengarkan dan menyanyikan lagu-lagu religius: himne.

Ketika Bob Dylan tampil dengan gitar listrik di Festival pada 1965, orang-orang berjalan keluar dan banyak yang masih di tempat pertunjukan dicemooh. Gereja Katolik melarang musik polifoni (lebih dari satu suara yang dinyanyikan bersamaan), karena khawatir hal itu akan menyebabkan orang meragukan kebesaran Tuhan. Gereja juga melarang interval musik *aughmented* empat, jarak antara C dan Fis yang dikenal sebagai *tritone* (interval dalam *West Side Story* karya Leonard Bernstein saat Tony menyanyikan nama “Maria”). Interval ini sangat disonan sehingga dianggap karya Lucifer dan gereja menamainya *Diabolus in musica*. Nada itu membuat gereja abad pertengahan menjadi gempar. Dan itu juga

warna suara yang membuat Dylan dicemooh.

Komponis kontemporer seperti Francis Dhomont, Robert Normandeau, atau Pierre Schaeffer memperluas batas-batas dari apa yang kebanyakan diketahui tentang musik. Melampaui penggunaan melodi dan harmoni bahkan di luar fungsi instrumen, komposer ini menggunakan rekaman suara benda-benda yang ditemukan di sekitar seperti bor beton, kereta api, dan air terjun. Mereka menyunting rekaman, bermain-main dengan nada, dan menggabungkannya ke dalam kolase suara yang terorganisir melalui jalur emosional dan ketegangan yang sama dengan musik tradisional lainnya. Komponis dalam tradisi ini seperti pelukis yang berekspresi keluar dari batas-batas seni representasional dan realistik para kubisme, Dadais yang banyak dilakukan pelukis modern mulai dari Picasso, Kandinsky hingga Mondrian. Apa kesamaan musik Bach, Depeche Mode, dan John Cage? Pada tingkat paling mendasar, apa yang membedakan Busta Rhymes "*What It Gonna Be?!*" atau Sonata "*Pathétique*" Beethoven dari misalnya, sekumpulan suara yang kita dengar ketika berdiri di tengah *Times Square* atau yang akan didengar ketika berada di dalam hutan? Seperti yang dikatakan oleh Edgard Varèse, "Musik adalah suara yang teratur."

Buku ini tertuju pada perspektif neuropsikologis tentang bagaimana musik memengaruhi otak, pikiran, dan semangat kita. Tapi pertama-tama, akan sangat membantu untuk mengetahui terlebih dahulu musik apa yang diciptakan. Apa prinsip fundamental dari musik? Dan bagaimana, ketika terorganisasi, dapat menghadirkan musik? Elemen dasar dari setiap suara adalah kenyaringan, nada, kontur, rotasi (atau ritme), tempo, timbre, lokasi spasial, dan gema. Otak kita

mengatur atribut-atribut dasar persepsi ini ke dalam konsep-konsep tingkat yang lebih tinggi sebagaimana seorang pelukis menata garis-garis menjadi bentuk dan ini termasuk meter, harmoni, dan melodi. Ketika mendengarkan musik, kita sebenarnya merasakan banyak atribut atau "dimensi". Berikut ini ringkasan singkatnya:

~ Suara musik yang memiliki ciri sendiri biasanya disebut nada. Kata not digunakan, untuk merujuk pada sesuatu yang dituliskan pada partitur musik. Dua istilah, nada dan not secara abstrak merujuk pada entitas yang sama, di mana kata nada merujuk pada apa yang didengar dan not mengacu pada yang tertulis pada partitur musik.

~ *Pitch* adalah konstruksi psikologis, terkait dengan frekuensi aktual nada tertentu dengan posisi relatif dalam ukuran musik. Ini menjawab pertanyaan "Apakah nada itu?" ("Ini Cis".) Saya akan mendefinisikan frekuensi dan ukuran musik di bawah ini.

~ Ritme mengacu pada durasi serangkaian not dan cara mereka dikelompokkan menjadi satu kesatuan. Misalnya, dalam "Lagu Alfabet" (misalnya "*Twinkle, Twinkle Little Star*") not dari durasi lagu semua sama untuk huruf A B C D E F G H I J K (dengan jeda dan durasi atau istirahat yang sama antara G dan H), kemudian empat huruf berikut dinyanyikan dengan durasi setengah atau dua kali lebih cepat: L M N O (anak baru sekolah beberapa bulan percaya ada huruf dalam alfabet yang disebut *ellemnno*).

~ Tempo mengacu pada kecepatan keseluruhan sebuah karya musik.

~ Kontur menggambarkan bentuk keseluruhan rangkaian melodi, dengan

memperhitungkan pola "naik" dan "turun" (apakah nada naik atau turun bukan jumlah naik atau turunnya nada).

~ Timbre (warna suara) adalah yang membedakan suara satu instrumen dengan lainnya — misalnya, terompet dan piano ketika keduanya memainkan not tertulis yang sama, semacam warna suara yang diproduksi dengan nada berlebih dari getaran instrumen.

~ Kekerasan bunyi adalah konstruksi psikologis yang berhubungan (tidak linier dan dengan cara yang kurang dipahami) dengan amplitudo fisik nada.

~ Lokasi spasial: dari mana suara itu berasal.

~ Gema mengacu pada persepsi tentang seberapa jauh sumber suara dari kita dalam kombinasi dengan besar ruangan yang sering disebut sebagai "gema". Itu merupakan kualitas yang membedakan luasnya bernyanyi di ruang konser besar dengan bernyanyi di kamar mandi. Tetapi peran ini kurang diperhatikan dalam mengkomunikasikan emosi dan menciptakan suara yang menyenangkan secara keseluruhan. Atribut-atribut ini dapat dipisahkan. Masing-masing dapat bervariasi tanpa mengubah lainnya sehingga memungkinkan satu persatu dikaji secara ilmiah, itulah sebabnya kita sebutsemua itu sebagai dimensi. Perbedaan antara musik dan seperangkat suara acak atau tidak teratur terkait dengan cara menggabungkan atribut-atribut mendasar ini dan hubungan yang terbentuk di antara mereka. Ketika elemen-elemen dasar ini digabungkan dan membentuk hubungan satu sama lain dengan cara yang bermakna maka, mereka memunculkan konsep tingkat tinggi seperti meter, kunci, melodi, dan harmoni.

~ Meter dihasilkan oleh otak kita dengan mengekstraksi informasi dari irama dan

isyarat suara serta mengacu pada cara di mana not dikelompokkan sepanjang waktu. Meter *waltz* mengatur nada menjadi kelompok tiga, mars ke kelompok dua atau empat.

~ Kunci berkaitan dengan hierarki kepentingan yang ada antara nada dalam karya musik; hierarki ini tidak hadir secara nyata tetapi hanya ada dalam pikiran sebagai fungsi dari pengalaman kita terhadap gaya dan idiom musik termasuk semua skema mental yang dikembangkan untuk memahami musik.

~ Melodi adalah tema utama dari sebuah karya musik, bagian yang dinyanyikan bersama dan suksesi nada yang paling menonjol dalam pikiran kita. Gagasan melodi berbeda di seluruh genre. Pada musik *rock*, ada melodi untuk syair dan untuk paduan suara serta sajak dibedakan oleh perubahan lirik dan sering kali juga perubahan instrumentasi. Dalam musik klasik, melodi adalah titik awal bagi komposer untuk mengembangkan variasi pada tema tersebut yang dapat digunakan ke seluruh bagian dalam bentuk yang berbeda.

~ Harmoni berkaitan dengan hubungan antar nada yang berbeda dengan nada yang ditata hingga mengarah pada harapan apa yang akan terjadi selanjutnya dengan ekspektasi dari keterampilan komposer untuk menemukan atau melanggar aspek artistik sebagai tujuan ekspresif. Harmoni bisa berarti melodi yang paralel dengan melodi utama (seperti dua penyanyi bersama) atau dapat merujuk dari pengembangan akor berupa kelompok nada yang membentuk konteks dan melatarbelakangi melodinya.

Gagasan unsur-unsur primitif tergabung untuk menciptakan sebuah karya seni serta pentingnya hubungan antar unsur seperti dalam seni visual dan tari.

Elemen dasar persepsi visual meliputi warna (yang dapat didekomposisi menjadi tiga dimensi rona, saturasi, dan cahaya), kecerahan, lokasi, tekstur, dan bentuk. Tapi sebuah lukisan lebih dari itu karena bukan hanya garis di sana dan di sini atau bintik merah di satu bagian gambar dan sepetak biru di bagian lain.

Apa yang membuat satu rangkaian garis dan warna menjadi seni adalah hubungan antara garis ini dan yang itu; cara satu warna atau bentuk memengaruhi lainnya pada bagian yang berbeda dari kanvas. Olesan cat dan garis itu menjadi seni ketika bentuk dan aliran (cara mata kita melihat kanvas) diciptakan dari elemen-elemen persepsi tingkat rendah. Ketika mereka bergabung secara harmonis, pada akhirnya memunculkan perspektif, latar depan, latar belakang, emosi, dan atribut estetika lainnya.

Demikian pula, tarian bukan hanya sekumpulan gerakan tubuh yang tidak berhubungan; relasi gerakan satu sama lain adalah apa yang menciptakan integritas dan integralitas sebagai suatu koherensi dan kohesi yang menunjukkan semakin tinggi tingkat proses otak kita. Dan seperti dalam seni visual, musik tidak hanya memainkan nada apa yang dibunyikan, tetapi nada mana yang tidak.

Miles Davis mengilustrasikan teknik improvisasinya sejajar dengan cara Picasso menggambar pada kanvas: Aspek paling kritis dari sebuah karya itu kata mereka, bukan objek itu sendiri, tetapi ruang antara objek. Dalam kasus Miles, ia mengatakan bahwa bagian terpenting dari solonya merupakan ruang kosong di antara nada, "kekosongan" yang dia tempatkan di antara satu nada dan yang berikutnya. Mengetahui dengan tepat kapan harus mencapai nada berikutnya dan memberi waktu kepada pendengar untuk mengantisipasi merupakan ciri khas

kejeniusan Davis. Ini sangat jelas dalam albumnya *Kind of Blue*. Bagi nonmusisi, istilah-istilah seperti diatonis, irama, atau bahkan kunci dan not dapat menjadi penghalang yang tidak diperlukan. Musisi dan kritikus kadang tampak berlindung di balik istilah teknis yang kadang terdengar penting. Mungkin beberapa kali kita membaca ulasan tentang konser di surat kabar dan ternyata tidak paham apa yang dikatakan oleh reviewer? Misal, "*Appoggiatura* menjadi cacat oleh ketidakmampuan untuk menyelesaikan *roulade*." Atau, "Aku tidak percaya mereka modulasi ke Cis minor! Sungguh konyol!"

Yang ingin kami ketahui adalah apakah musik itu dimainkan dengan cara benar agar dapat mempengaruhi penonton. Apakah penyanyi itu memiliki karakter seperti yang dia nyanyikan. Kita mungkin ingin seorang penampil dapat membandingkan pertunjukan malam ini dengan sebelumnya atau ansambel yang berbeda. Umumnya penonton tertarik pada musiknya bukan perangkat teknis yang digunakan. Sama halnya kita tidak akan sepakat jika peninjau restoran mulai berspekulasi tentang suhu yang tepat ketika koki memperkenalkan jus lemon dalam saus *hollandaise*, atau jika kritikus film berbicara tentang bukaan lensa yang digunakan oleh sinematografer; kita juga tidak mengharapkan hal tersebut terjadi pada musik.

Selain itu, banyak orang yang belajar musik — bahkan ahli musik dan ilmuwan — tidak setuju tentang maksud yang digunakan melalui beberapa istilah ini. Ketika kita menggunakan istilah *timbre*, misalnya, untuk merujuk pada suara keseluruhan atau warna nada instrumen — karakter tak terlukiskan yang membedakan suara trompet dari klarinet saat membunyikan nada yang sama atau

apa yang membedakan suara kita dengan Brad Pitt jika mengucapkan kata yang sama.

Tetapi ketidakmampuan untuk sepakat terhadap suatu definisi telah menyebabkan komunitas keilmuan mengambil langkah yang tidak biasa yaitu mengangkat tangan dan tetap mempertahankan apa itu *timbre* dengan apa yang bukan. (definisi resmi dari Masyarakat Akustik Amerika bahwa, timbre adalah segala sesuatu tentang suara yang bukan kenyaringan atau nada. Begitu banyak kerumitan ilmiah!)

Apakah nada? Pertanyaan sederhana ini telah menghasilkan ratusan artikel ilmiah dan ribuan percobaan. *Pitch* terkait dengan frekuensi atau laju getaran senar, kolom udara, atau sumber fisik lainnya. Jika senar bergetar sehingga bergerak bolak-balik enam puluh kali dalam satu detik, kita katakan ia memiliki frekuensi enam puluh siklus per detik. Unit pengukuran siklus per detik disebut: *Hertz* (disingkat Hz) dari Heinrich Hertz, fisikawan Jerman yang mentransmisikan gelombang radio (seperti teknik mencelup dalam pewarnaan kain wol, ketika ditanya apakah yang praktis dari penggunaan gelombang radio, jawabannya dengan mengangkat bahu, "Tidak ada"). Jika kita coba meniru suara sirene mobil pemadam kebakaran maka, suara kita akan menyebar ke nada atau frekuensi yang berbeda (karena ketegangan dalam kelipatan suara vokal berubah), beberapa "rendah" dan sebagian "tinggi."

Tuts di sebelah kiri papan jari piano bergetar lebih lama dikarenakan senarnya lebih tebal bergetar pada kecepatan relatif lambat. Suara tuts tangan kanan lebih pendek karena senarnya lebih tipis sehingga bergetar pada tingkat yang lebih

tinggi. Getaran senar ini memengaruhi molekul udara dan menyebabkan gelombang pada kecepatan yang sama dengan frekuensi senar. Molekul-molekul udara bergetar inilah yang mencapai gendang telinga dan menyebabkan gendang telinga kita bergerak keluar-masuk pada frekuensi yang sama. Satu-satunya informasi yang diperoleh otak kita tentang not berasal dari suara yang bergetar keluar-masuk gendang telinga; telinga bagian dalam dan otak kemudian menganalisis gerakan gendang telinga untuk mengetahui getaran apa yang menyebabkan gendang telinga bergerak ke arah itu.

Menurut konsensusnya, ketika menekan tuts lebih dekat ke kiri papan nada, kita sebut itu nada "rendah", dan yang dekat ke sisi kanan papan nada adalah nada "tinggi". Artinya, apa yang kita sebut "rendah" adalah suara-suara yang bergetar perlahan dan lebih dekat (dalam frekuensi getaran) dari pada gonggongan anjing besar. Apa yang kita sebut "tinggi" adalah suara-suara yang bergetar cepat dan lebih dekat ke gonggongan anjing yip-yip kecil. Tetapi bahkan istilah-istilah tinggi dan rendah ini relatif sama dengan budaya orang Yunani ketika berbicara tentang suara dengan cara yang berlawanan karena instrumen senar yang mereka buat cenderung berorientasi vertikal.

Senar yang lebih pendek atau tabung organ pipa memiliki ujung lebih dekat ke tanah, sehingga ini disebut nada "rendah" (seperti halnya "rendah ke tanah,") dan senar atau tabung yang lebih panjang terarah kepada Dewa Zeus dan Apollo disebut nada "tinggi". Rendah dan tinggi seperti kiri dan kanan adalah istilah penentu efektif yang pada akhirnya harus dihafalkan.

Beberapa penulis berpendapat bahwa "tinggi" dan "rendah" adalah label

intuitif, mencatat bahwa apa yang kita sebut nada tinggi berasal dari suara burung (yang tinggi di pohon atau di langit) dan apa yang disebut nada rendah sering berasal dari suara mamalia besar yang dekat dengan tanah seperti beruang atau suara rendah gempa. Tetapi ini tidak meyakinkan karena suara rendah juga datang dari atas (misalnya, guntur) dan suara tinggi dapat datang dari bawah rendah (jangkrik dan tupai, daun dihancurkan dengan injakan kaki).

Sebagai definisi nada, dapat dikatakan bahwa kualitas itulah yang terutama sekali membedakan suara yang terkait ketika menekan satu tuts piano dibandingkan lainnya. Menekan tuts piano menyebabkan palu memukul satu atau lebih senar di dalam piano. Memukul sebuah senar akan menggeser, merentang sedikit, dan dengan ketahanannya yang melekat menyebabkannya kembali ke posisi semula. Tetapi ia melampaui posisi semula, bergerak jauh ke arah yang berlawanan dan mencoba kembali ke posisi semula lalu melampaui posisi itu lagi, sehingga bergerak bolak-balik.

Setiap kejadian osilasi mencakup jarak pendek dan pada waktunya senar berhenti bergerak sama sekali. Inilah sebabnya mengapa suara yang didengar ketika kita menekan tuts piano menjadi lebih lembut. Jarak yang dicakup oleh senar dengan setiap osilasi bolak-balik diterjemahkan oleh otak kita sebagai kenyaringan; tingkat di mana ia berosilasi diterjemahkan menjadi nada.

Semakin jauh jarak senar makin keras suaranya; ketika jaraknya dekat maka suaranya terdengar lembut. Meskipun mungkin tampak berlawanan dengan intuisi antara jarak yang ditempuh dan laju kebebasan osilasi. Sebuah senar dapat bergetar dengan sangat cepat dan melintasi jarak yang sangat jauh atau dekat. Jarak yang

dilalui berkaitan dengan seberapa keras memukulnya, ini sesuai dengan intuisi kita bahwa memukul sesuatu secara lebih keras akan menghasilkan suara lebih keras pula. Tingkat di mana senar bergetar pada dasarnya dipengaruhi oleh ukuran dan seberapa kuatnya digantung bukan oleh seberapa kerasnya dipukul. Sepertinya dapat dikatakan bahwa nada sama dengan frekuensi; yaitu frekuensi getaran molekul udara. Ini lebih mendekati kebenaran. Memetakan dunia fisik ke dunia mental memang tidak mudah. Namun, untuk sebagian besar suara musik, nada dan frekuensi sangat terkait erat.

Kata *pitch* mengacu pada representasi mental yang dimiliki suatu organisme dari frekuensi dasar suara. Yaitu, *pitch* merupakan fenomena psikologis berkaitan dengan frekuensi molekul udara yang bergetar. Yang saya maksud dengan "psikologis" adalah sepenuhnya ada di kepala kita, bukan di dunia-di luar sana; ini adalah produk akhir dari rangkaian peristiwa mental yang memunculkan representasi atau kualitas mental yang sepenuhnya subjektif. Molekul gelombang suara dari udara yang bergetar pada berbagai frekuensi tidak memiliki *pitch*. Gerakan dan osilasi mereka dapat diukur tetapi butuh otak manusia (atau hewan) untuk memetakan ke kualitas internal yang kita sebut nada.

Kita merasakan warna dengan cara yang sama dan Isaac Newton pertama kali menyadari hal ini. (Newton, tentu saja, penemu teori gravitasi dan bersama Leibniz, tentang kalkulus. Seperti Einstein, Newton adalah siswa yang bodoh dan gurunya sering mengeluh karena ketidakpeduliannya. Pada akhirnya, Newton diusir dari sekolah.) Newton adalah orang pertama yang menunjukkan bahwa cahaya tidak berwarna dan warna hanya terjadi dalam otak kita. Dia menulis, "Gelombang

itu tidak berwarna."

Sejak jamannya kita telah belajar bahwa gelombang cahaya dicirikan oleh frekuensi osilasi yang berbeda dan ketika mengenai retina pengamat, mereka memulai rangkaian peristiwa neurokimia dengan produk akhir berupa citra mental internal yang kita sebut warna. Poin penting di sini adalah: Apa yang kita rasakan sebagai warna tidak terdiri dari warna. Meskipun sebuah apel mungkin tampak merah tetapi atom-atomnya sendiri tidak merah. Dan juga, seperti yang ditunjukkan oleh filsuf Daniel Dennett, panas tidak terdiri dari benda-benda kecil yang panas.

Semangkuk agar-agar hanya memiliki rasa ketika dimasukkan ke dalam mulut dan bersentuhan dengan lidah. Tidak ada rasa di lemari es saya, hanya potensi. Demikian pula, dinding di dapur tidak "putih" ketika saya meninggalkan ruangan. Mereka masih memiliki catnya tetapi warna hanya terjadi ketika berinteraksi dengan mata saya. Gelombang suara menghantam gendang telinga dan *pinnae* (bagian daun telinga), memicu rantai peristiwa mekanis dan neurokimia dengan produk akhir berupa citra mental internal yang kita sebut nada.

Jika sebuah pohon tumbang di hutan dan tidak ada yang mendengarnya, apakah pohon itu mengeluarkan suara? (pertanyaan ini pertama kali diajukan oleh filsuf Irlandia: George Berkeley). Secara sederhana, tidak ada suara yang merupakan gambaran mental diciptakan oleh otak sebagai respons terhadap molekul yang bergetar. Demikian pula, tidak akan ada nada tanpa kehadiran manusia atau hewan. Alat pengukur dapat mencatat frekuensi yang dibuat oleh pohon tumbang tetapi sebenarnya itu bukan nada, kecuali dan sampai terdengar. Tidak ada hewan yang dapat mendengar nada untuk setiap frekuensi yang ada,

sama seperti warna yang sebenarnya kita lihat adalah sebagian kecil dari seluruh spektrum elektromagnetika.

Suara secara teoretis dapat didengar dengan getaran lebih dari 0 hingga 100.000 siklus perdetik atau lebih, tetapi masing-masing hewan hanya dapat mendengar sebagian saja. Manusia yang tidak menderita gangguan pendengaran apa pun biasanya dapat mendengar suara dari 20 hingga 20.000 Hz. Nada-nada suara rendah seperti gemuruh yang tidak jelas atau bergetar. Ini adalah suara yang kita dengar ketika sebuah truk melintas (mesinnya menghasilkan suara sekitar 20 Hz) atau ketika mobil yang dimanipulasi dengan perangkat suara mewah sehingga membuat *subwoofer* terdengar sangat keras. Beberapa frekuensi di bawah 20 Hz tidak terdengar oleh manusia karena memang sifat fisiologis telinga kita tidak peka terhadap itu.

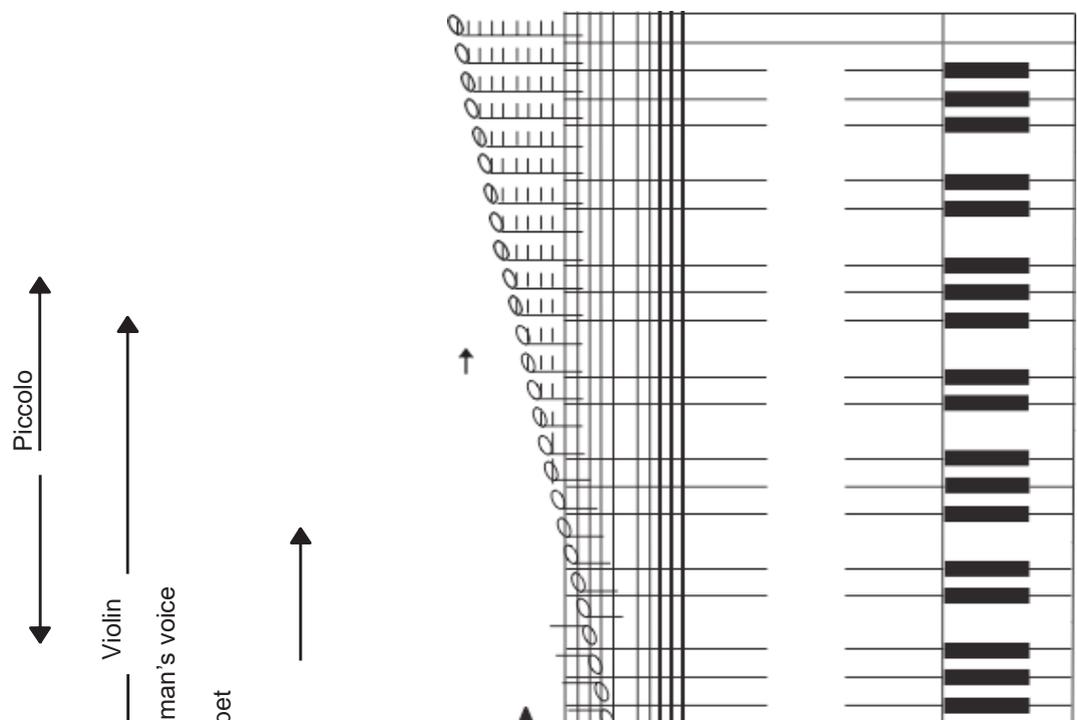
Kisaran pendengaran manusia umumnya 20 hingga 20.000 Hz, tetapi ini tidak berarti bahwa rentang persepsi nada manusia adalah sama. Meskipun kita bisa mendengar suara di seluruh jajaran ini tetapi tidak semua terdengar jelas; yaitu, kita tidak dapat menetapkan *pitch* secara jelas untuk seluruh rentang suara. Dengan analogi bahwa, warna pada ujung spektrum inframerah dan ultraviolet kurang memiliki definisi dibandingkan dengan warna yang lebih dekat ke tengah. Gambar di halaman 23 menunjukkan kisaran alat musik dan frekuensi yang terkait dengannya.

Rata-rata suara pria berbicara 110 Hz dan suara wanita sekitar 220 Hz. Dengung lampu neon dari kabel yang rusak adalah 60 Hz (di Amerika Utara; di Eropa dan negara-negara dengan standar voltase/arus yang berbeda bisa 50 Hz).

Suara vokal yang dihasilkan seorang penyanyi ketika menyebabkan gelas pecah mungkin 1.000 Hz. Kaca gelas pecah karena semua benda fisik memiliki frekuensi getaran alami dan inheren.

Kita juga dapat mendengar dengan menjentikkan kaki ke sisi-sisinya atau jika itu kristal, berjalan menggunakan kaki basah di sekitar tepi kaca dengan gerakan memutar. Ketika penyanyi menghasilkan frekuensi yang tepat, frekuensi resonansi gelas itu menyebabkan molekul-molekul kaca bergetar pada kecepatan alami mereka dan menyebabkan getar terpisah.

Piano akustik standar memiliki delapan puluh delapan tuts. Sangat jarang, sebuah piano dapat memiliki beberapa tambahan di bagian lain seperti piano elektronik, organ, dan *synthesizer* yang memiliki sedikitnya dua belas atau dua puluh empat tuts, tetapi ini adalah kasus khusus. Nada terendah pada piano standar bergetar dengan frekuensi 27,5 Hz. Menariknya, ini adalah tentang laju gerak yang sama untuk membentuk ambang penting dalam persepsi visual.



Urutan *slide* foto yang ditampilkan atau dipresentasikan akan memberikan ilusi gerak. "Gambar bergerak" adalah urutan gambar diam bergantian dengan potongan-potongan film hitam yang disajikan pada kecepatan (seratus empat puluh delapan detik) melebihi sifat penglihatan dari sistem visual manusia. Kita dapat merasakan gerakan halus dan terus-menerus padahal sebenarnya tidak ada yang ditunjukkan. Ketika molekul bergetar disekitar kecepatan ini maka, kita mendengar sesuatu seperti nada yang kontinyu.

Jika kita meletakkan kartu remi di jari-jari roda sepeda, seperti permainan ketika masa kecil maka akan diketahui prinsip yang terkait: pada kecepatan lambat, akan terdengar klik-klik-klik kartu mengenai jari-jari. Tetapi di atas kecepatan tertentu, klik berjalan bersama dan menciptakan *buzz*, suara yang membuat kita benar-benar bisa bersenandung bersama yaitu sebuah nada. Ketika nada terendah pada piano dibunyikan dan bergetar pada 27,5 Hz, kebanyakan orang memiliki perbedaan nada dengan yang di tengah papan jari. Pada ujung terendah dan tertinggi papan jari piano, nada terdengar kabur sebagian orang. Komponis tahu untuk menggunakan atau menghindari not ini karena tergantung pada apa yang akan dicapai secara kompositoris dan emosional.

Suara dengan frekuensi di atas nada tertinggi pada papan jari piano, sekitar 6.000 Hz dan terdengar bagi sebagian orang seperti suara siulan bernada tinggi. Di atas 20.000 Hz kebanyakan manusia tidak mendengar apa-apa dan pada usia enam puluh tahun, sebagian besar orang dewasa tidak dapat mendengar lebih dari 15.000 Hz. Karena pengerasan sel-sel rambut di telinga bagian dalam. Jadi ketika kita berbicara tentang rentang nada musik atau bagian terbatas dari papan jari piano

yang menyampaikan rasa nada terkuat, kita hanya membicarakan sekitar tiga perempat dari nada pada papan jari piano yaitu, antara sekitar 55 Hz hingga 2.000 Hz.

Pitch adalah salah satu sarana utama musik yang terkonsentrasi dengan emosi. Suasana hati, kegembiraan, ketenangan, romantis, dan bahaya ditandai oleh sejumlah faktor tetapi nada adalah yang paling menentukan. Sebuah nada tinggi dapat menyampaikan kegembiraan, sedangkan nada rendah bernuansa kesedihan. Ketika nada-nada dirangkai, kita akan memperoleh pernyataan musik yang lebih kuat dan bernuansa. Melodi ditentukan oleh pola atau hubungan nada berurutan sepanjang waktu; kebanyakan orang tidak mengalami kesulitan mengenali melodi yang dimainkan pada kunci yang lebih tinggi atau lebih rendah dari yang pernah didengar sebelumnya. Bahkan, banyak melodi tidak memiliki nada awal yang "benar", hanya melayang bebas bisa mulai dari mana saja. "Selamat Ulang Tahun" adalah contohnya. Maka, salah satu cara untuk membayangkan sebuah melodi adalah menjadikannya prototipe abstrak yang berasal dari kombinasi tuts, tempo, instrumentasi, dan sebagainya.

Melodi adalah objek pendengaran yang mempertahankan identitasnya terlepas dari transformasi, sama seperti kursi mempertahankan identitasnya ketika dipindahkan ke sisi lain ruangan, membalikkannya, atau mengecatnya merah. Jadi misalnya, ketika mendengar lagu diputar lebih keras dari yang biasa, kita masih mengidentifikasinya sebagai lagu yang sama. Hal yang sama berlaku untuk perubahan nilai nada absolut sebuah lagu yang dapat diubah selama jarak relatif di antara mereka masih tetap sama.

Gagasan nilai nada, relatif terlihat mudah seperti cara kita berbicara. Ketika kita mengajukan pertanyaan kepada seseorang maka, intonasi suara secara alami akan naik di akhir kalimat, menandakan bahwa sedang bertanya. Tetapi kita tidak mencoba menjadikan kenaikan suara untuk cocok dengan nada tertentu. Sudah cukup bahwa kita mengakhiri kalimat dengan nada agak lebih tinggi dari yang biasanya. Ini adalah konvensi dalam bahasa Inggris (meskipun tidak dalam semua bahasa kita harus menggunakannya), dan dikenal dalam linguistik sebagai isyarat prosodi.

Ada konvensi serupa untuk musik dalam tradisi Barat. Urutan nada tertentu membangkitkan ketenangan, yang lain, kegembiraan. Dasar pemrosesan otak untuk ini terutama didasarkan pada pembelajaran, sama seperti kita mengetahui bahwa intonasi yang meningkat mengindikasikan pertanyaan. Semua orang memiliki kemampuan bawaan untuk mempelajari perbedaan linguistik dan musikal dari budaya manapun ia dilahirkan dan pengalaman dengan musik dari budaya itu membentuk jalur saraf kita hingga akhirnya terinternalisasi seperangkat aturan yang sama dengan tradisi musikal.

Alat musik berbeda menggunakan bagian berbeda dari kisaran *pitch* yang tersedia. Piano memiliki jangkauan instrumen terbesar, seperti yang dapat kita lihat dari ilustrasi sebelumnya. Instrumen lain masing-masing menggunakan subset dari *pitch* yang tersedia dan ini memengaruhi cara instrumen digunakan untuk mengkomunikasikan emosi. *Piccolo*, dengan suaranya yang melengking tinggi dan seperti suara burung cenderung membangkitkan kegembiraan, suasana hati yang bahagia terlepas dari nada apa yang dimainkannya.

Karena itu, komponis cenderung menggunakan *piccolo* untuk musik bernuansa bahagia atau musik yang membangkitkan semangat, seperti mars Sousa. Demikian pula, dalam *Peter and the Wolf* karya Prokoftev menggunakan seruling untuk mewakili suara burung dan *horn* Perancis untuk menggambarkan serigala. Individualitas karakter dalam *Peter and the Wolf* diekspresikan dalam nada suara instrumen yang berbeda dan masing-masing memiliki frase melodik terkait yang menyertai kemunculan kembali ide, orang, atau situasi. (Ini terutama untuk opera gaya Wagnerian.) Seorang komponis memilih apa yang disebut urutan *pitch* menyedihkan dan memberikan kepada *piccolo* jika dia mencoba untuk menghasilkan suasana ironis. Suara tuba yang dalam dan dobel bas sering digunakan untuk membangkitkan nuansa kesungguhan, gravitasi, atau berat.

Berapa banyak nada unik yang ada? Karena nada berasal dari sebuah kontinum, frekuensi getaran molekul maka, secara teknis jumlah nada tak terbatas: Untuk setiap pasangan frekuensi yang disebutkan, saya selalu dapat menghasilkan satu di antaranya, dan nada yang berbeda. Tetapi tidak setiap perubahan frekuensi menimbulkan perbedaan nada yang nyata seperti halnya menambahkan sebutir pasir ke ransel, tidak akan mengubah berat riil. Jadi tidak semua perubahan frekuensi bermanfaat bagi musik.

Kemampuan orang berbeda untuk mendeteksi perubahan kecil dalam frekuensi; pelatihan dapat membantu, tetapi umumnya sebagian besar budaya tidak menggunakan jarak yang jauh lebih kecil dari nada setengah sebagai dasar untuk musik mereka dan kebanyakan orang tidak dapat mendeteksi perubahan yang lebih kecil dari sekitar sepersepuluh dari nada setengah.

Kemampuan mendeteksi perbedaan nada didasarkan pada fisiologi dan variatif dari satu hewan ke hewan lain. Selaput basilar telinga bagian dalam mengandung sel-sel rambut yang selektif terhadap frekuensi dan merespons pita frekuensi tertentu. Rentangannya melintasi membran dari frekuensi rendah ke tinggi; frekuensi rendah merangsang sel-sel rambut di ujung membran basilar, frekuensi sedang merangsang sel-sel rambut tengah dan frekuensi tinggi merangsang rambut di ujung lainnya.

Kita dapat menganggap membran mengandung peta nada yang sangat berbeda seperti papan jari piano yang diletakkan di atasnya. Karena nada yang berbeda tersebar di seluruh permukaan topografi membran yang disebut dengan peta *tonadaopik* Setelah suara memasuki telinga, mereka melewati membran basilar di mana sel-sel rambut tertentu terbakar dan tergantung pada frekuensi suara. Membran bertindak seperti lampu pendeteksi gerak yang mungkin seperti di garasi kita; aktivitas di bagian tertentu dari membran menyebabkannya mengirim sinyal elektrik ke korteks pendengaran.

Korteks pendengaran juga memiliki peta *tonadaopik*, mulai dari nada rendah ke tinggi membentang di permukaan kortikal. Dalam pengertian ini, otak mengandung "peta" nada yang berbeda dan area otak berbeda merespons nada secara berbeda pula. *Pitch* sangat penting karena otak merespons secara langsung; tidak seperti atribut mekanis lainnya, kita menempatkan elektroda di otak dan menentukan nada apa yang didengar hanya dengan melihat aktivitas otak. Meskipun musik didasarkan pada hubungan nada dari pada nilai nada absolut, secara paradoks, nilai nada absolut ini menunjukkan otak memberi perhatian pada

seluruh tahapan pemrosesan yang berbeda.

Tangga nada hanyalah sebagian dari jumlah *pitch* yang secara teoretis tidak terbatas dan setiap budaya memilihnya berdasarkan tradisi historis atau agak sesukanya. *Pitch* khusus yang dipilih kemudian digunakan sebagai bagian dari sistem musik itu. Ini adalah huruf-huruf yang kita lihat pada gambar di atas. Nama-nama "A", "B", "C", dan seterusnya adalah label sesukanya yang kami kaitkan dengan frekuensi tertentu.

Dalam musik Barat — musik tradisi Eropa — nada ini adalah satu-satunya nada yang “legal”; sebagian besar instrumen dirancang untuk memainkan nada ini dan bukan yang lain. (Instrumen seperti *trombone* dan cello adalah pengecualian, karena mereka dapat meluncur di antara nada-nada tersebut; trombonis, pemain cello, biola, dan lainnya menghabiskan banyak waktu mempelajari cara mendengar dan menghasilkan ketepatan frekuensi yang diperlukan untuk memainkan setiap nada. Suara yang dianggap salah ("tidak selaras") jika mereka digunakan untuk intonasi ekspresif (sengaja memainkan sesuatu yang tidak selaras, secara singkat, untuk menambah ketegangan emosional) atau untuk mengalihkan satu nada ke nada lainnya. Penalaan mengacu pada ketepatan hubungan antara frekuensi nada yang dimainkan dan standar, atau antara dua atau lebih nada yang dimainkan secara bersama-sama.

Musisi orkestra akan "*menyetem*" sebelum pertunjukan dengan menyinkronkan instrumen mereka (yang secara alami berubah dalam penalaan ketika kayu, logam, senar, dan bahan lainnya berkontraksi dengan suhu dan kelembaban) ke frekuensi standar, karena kadang-kadang satu sama lain tidak

standar. Musisi ahli sering mengubah frekuensi nada saat bermain untuk tujuan ekspresif (kecuali, pada instrumen gitar dan *xylophone*); membunyikan nada sedikit lebih rendah atau lebih tinggi dari nilai normalnya dapat memberikan nuansa emosi tetapi harus dilakukan dengan terampil.

Musisi ahli yang bermain bersama dalam ansambel juga akan mengubah nada-nada yang mereka mainkan untuk menjadikannya lebih selaras dengan nada yang dimainkan oleh ahli lain, jika satu atau lebih musisi ada yang menjauh dari penyetelan standar selama pertunjukan. Nama nada dalam musik Barat dimulai dari A ke G, atau, dalam sistem alternatif, seperti Do-re-mi-fa-sol-la-si-do (sistem alternatif digunakan sebagai lirik oleh Rodgers dan Hammerstein dalam lagu "Do-Re-Mi" dari *The Sound of Music*: "Do, rusa, rusa betina, Re, setetes matahari keemasan ..."). Ketika frekuensi semakin tinggi, begitu pula nama hurufnya; B memiliki frekuensi yang lebih tinggi dari pada A (dan karenanya nada yang lebih tinggi) dan C memiliki frekuensi yang lebih tinggi dari A atau B. Setelah G, nama nada mulai dari awal lagi di A. Nada dengan nama yang sama memiliki kelipatan frekuensi satu sama lain. Salah satu dari nada yang kita sebut A memiliki frekuensi 55 Hz dan semua nada lain yang disebut A memiliki frekuensi dua, tiga, empat, lima (atau setengah) kali frekuensi ini.

Ini merupakan kualitas musik yang mendasar. Nama nada diulang karena fenomena persepsi yang sesuai dengan penggandaan dan bernilai separuh dari frekuensinya. Ketika kita menggandakan atau membagi dua frekuensinya maka, berakhir dengan nada yang terdengar sangat mirip dengan sebelumnya. Hubungan rasio frekuensinya 2:1 atau 1:2 yang disebut oktaf. Penting untuk diketahui bahwa,

terlepas dari adanya perbedaan besar budaya musik antara India, Bali, Eropa, Timur Tengah, Cina, dan sebagainya, pada setiap budaya memiliki oktaf sebagai dasar musiknya, bahkan memiliki sedikit kesamaan dengan tradisi musik lainnya.

Fenomena ini mengarah pada gagasan tentang sirkularitas dalam persepsi *pitch*, yang mirip dengan sirkularitas pada persoalan warna. Meskipun merah dan ungu jatuh di ujung rangkaian frekuensi tampak dari energi elektromagnetik, kita melihat dengan persepsi serupa. Hal yang sama berlaku dalam musik dan sering digambarkan memiliki dua dimensi, satu yang menyumbang frekuensi nada naik (dan terdengar lebih tinggi dan lebih tinggi) dan yang lain menyumbang pada persepsi bahwa kita telah kembali ke rumah saat menggandakan frekuensinya.

Ketika pria dan wanita berbicara serempak, suara mereka biasanya satu oktaf terpisah walaupun berbicara dengan nada yang sama persis. Anak-anak umumnya berbicara satu atau dua oktaf lebih tinggi dari orang dewasa. Dua nada pertama dari melodi Harold Arlen "*Somewhere Over the Rainbow*" (dari film *The Wizard of Oz*) menghasilkan satu oktaf. Dalam "*Hot Fun in the Summer-time*" oleh Sly dan Family Stone, Sly dan penyanyi cadangannya bernyanyi dalam oktaf pada baris pertama dari ayat "Akhir musim semi dan di sini dia kembali".

Saat kita menaikkan frekuensi dengan memainkan nada berturut-turut pada suatu instrumen terdapat persepsi yang sangat kuat bahwa ketika mencapai frekuensi dua kali lipat tersebut seolah telah kembali ke "rumah". Oktaf sangat mendasar bahkan beberapa spesies monyet dan kucing, misalnya menunjukkan kesetaraan oktaf, kemampuan memperlakukannya sama dengan cara manusia dan nada dipisahkan oleh jumlah ini.

Interval adalah jarak antara dua nada. Oktaf dalam musik Barat dibagi menjadi dua belas (logaritmik) dengan jarak nada yang sama. Jarak intervalik antara A dan B (atau antara "do" dan "re") disebut langkah penuh. (Istilah terakhir ini membingungkan, karena kami menyebut suara musik apapun sebagai nada. Saya menggunakan istilah ini pada seluruh tulisan untuk menghindari ambiguitas). Divisi terkecil dalam sistem skala Barat seluruh langkahnya dipangkas secara sepersepuluh yang disebut: *semitone*, merupakan satu per dua belas dari satu oktaf.

Interval adalah dasar dari melodi lebih dari nada-nada yang sebenarnya; pemrosesan melodi bersifat relasional, bukan absolut, artinya kita menentukan melodi berdasarkan interval bukan nada aktual yang digunakan untuk membuatnya. Empat *semitone* selalu membuat interval yang dikenal dengan sepertiga, terlepas dari apakah nada pertama adalah A atau G # atau nada lainnya. Berikut adalah tabel interval yang dikenal di (sistem musik Barat):

Tabel bisa berlanjut pada: Tiga belas *semitone* adalah minor sembilan, empat belas *semitone* adalah mayor sembilan, dan sebagainya.

<i>Jarak nada setengah</i>	<i>Nama Interval</i>	
0	<i>unison</i>	
1	<i>minor second</i>	
2	<i>major second</i>	
3	<i>minor third</i>	
4	<i>major third</i>	
5	<i>perfect fourth</i>	
6	<i>augmented fourth, diminished fifth, or tritone</i>	
7	<i>perfect fifth</i>	
8	<i>minor sixth</i>	
9	<i>major sixth</i>	
10	<i>minor seventh</i>	
11	<i>major seventh</i>	
12	<i>octave</i>	

Tetapi nama-nama ini biasanya hanya digunakan dalam diskusi saja. Interval dari perfekt empat dan lima disebut karena mereka terdengar sangat menyenangkan bagi banyak orang dan menurut orang Yunani kuno, fitur tangga nada ini adalah jantung dari semua musik. (Tidak ada "*imperfect* kelima", ini hanya nama yang kita berikan.) Abaikan perfekt empat dan lima atau gunakan dalam setiap frasa, mereka telah menjadi tulang punggung musik setidaknya selama lima ribu tahun.

Meskipun area otak yang merespons *pitch* individu telah dipetakan, tetapi belum dapat ditemukan basis neurologis untuk pengkodean relasi *pitch*. Walau kita tahu bagian mana dari korteks yang terlibat dalam mendengarkan nada C dan E misalnya, dan untuk F dan A, tetapi kita tidak tahu bagaimana atau mengapa kedua interval dianggap sebagai mayor tiga, atau sirkuit saraf mana yang menciptakan kesetaraan persepsi ini. Hubungan-hubungan ini harus diekstraksi dengan proses komputasi di otak yang masih belum banyak dipahami. Jika ada dua belas nama nada dalam satu oktaf, mengapa hanya ada tujuh huruf (atau suku kata do-re-mi)?

Seperti berabad-abad dipaksa untuk makan di tempat para pelayan dan menggunakan pintu belakang kastil, ini mungkin hanya sebuah penemuan oleh musisi untuk membuat nonmusisi merasa kesulitan. Lima nada tambahan memiliki nama majemuk, seperti E diucapkan "Es") dan F# (diucapkan "Fis"). Tidak ada alasan untuk membuat sistem menjadi begitu rumit, tetapi itulah yang terjadi.

Sistem ini lebih jelas bila melihat papan kunci piano. Piano memiliki tuts

putih dan hitam yang terbentang dalam pengaturan yang tidak rata, kadang dua tombol putih berdekatan dengan memiliki tuts hitam di antaranya. Apakah tuts itu putih atau hitam, jarak perseptual dari satu kunci yang berdekatan ke berikutnya selalu menghasilkan nada setengah dan jarak dua kunci merupakan langkah penuh. Ini berlaku untuk banyak instrumen Barat, jarak antara satu fret pada gitar dan yang berikutnya juga merupakan *semitone*, demikian pula menekan atau mengangkat tombol yang berdekatan pada instrumen tiup kayu (seperti klarinet atau oboe) biasanya mengubah nada *semitone*.

Kunci putih diberi nama A, B, C, D, E, F, dan G sementara nada antara kunci hitam diberi nama majemuk. Nada antara A dan B disebut Ais atau Bes, dan dalam semua diskusi teoretis musik formal, kedua istilah tersebut dapat dipertukarkan. (Faktanya, nada ini juga bisa disebut sebagai C-b-b, atau A bisa disebut G-#-#, tetapi ini adalah penggunaan yang lebih teoretis.) Fis berarti tinggi, dan datar berarti rendah. Bes adalah nada satu *semitone* lebih rendah dari B; Ais adalah nada-nada satu *semitone* lebih tinggi dari A. Dalam sistem paralel do-re, suku kata unik menandai nada-nada lain misal: di dan ra menunjukkan nada antara do dan re.

Nada dengan nama majemuk seperti warga negara kelas dua. Mereka sama pentingnya dan dalam beberapa lagu atau skala yang digunakan secara eksklusif. Misalnya, iringan utama "*Superstition*" oleh Stevie Wonder dimainkan hanya pada tuts hitam saja. Dua belas nada yang disatukan dan ditambah sepupunya secara berulang dengan satu atau lebih oktaf terpisah menjadi bangunan dasar bagi melodi untuk semua lagu dalam budaya kita. Setiap lagu yang Anda tahu, dari "*Deck the*

Halls" hingga "*Hotel California*", dari "*Ba Ba Black Sheep*" hingga tema dari *Sex and the City*, dibuat dari kombinasi dua belas nada ini beserta oktafnya.

Untuk menambah kerumitan, musisi juga menggunakan istilah "is" dan "es" untuk menunjukkan apakah seseorang bermain selaras atau tidak; jika musisi memainkan nada agak terlalu tinggi (tetapi tidak terlalu tinggi untuk menghasilkan nada berikutnya dalam skala), kita mengatakan bahwa nada yang dimainkan cenderung ke-kres, dan jika memainkan nada terlalu rendah kita mengatakan bahwa nada mol. Tentu saja, seorang musisi bisa saja diam dan tidak ada yang memperhatikan. Tetapi ketika musisi diam dengan jumlah yang relatif besar katakanlah jarak seperempat hingga setengah antara nada yang coba dimainkan dengan berikutnya — kebanyakan dari kita biasanya dapat mendeteksi ini dan kedengarannya mati. Ini terutama terlihat ketika ada lebih dari satu instrumen dan ada nada tidak selaras maka, kita seperti mendengar bentrokan dengan nada selaras yang dimainkan secara bersamaan oleh musisi lain.

Nama-nama nada dikaitkan dengan nilai frekuensi tertentu. Sistem saat ini disebut A440 karena nada yang disebut A ada di bagian tengah papan jari piano memiliki frekuensi 440 Hz. Ini sepenuhnya sebuah kesewenangan. Kita dapat menetapkan fix A pada frekuensi apa pun, seperti 439, 444, 424, atau 314.159; pada hari ini yang berbeda digunakan di masa Mozart. Beberapa orang mengklaim bahwa itu merupakan frekuensi yang tepat untuk keseluruhan suara karya musik dan instrumen.

Led Zeppelin sering menala instrumen mereka menjauh dari standar A440 modern untuk menghasilkan suara yang tidak biasa dan menghubungkannya

dengan lagu rakyat anak-anak Eropa yang banyak menginspirasi komposisi mereka. Banyak kaum konvensional bersikeras mendengarkan musik instrumental periode Barok karena memiliki suara yang berbeda dan karena mereka dirancang untuk memainkan musik dalam standar penalaan aslinya maka bagi mereka itu menjadi hal yang penting. Kita dapat menaikkan nada di mana saja diinginkan karena apa yang ada di musik adalah seperangkat hubungan nada. Frekuensi spesifik untuk sebuah nada mungkin saja bersifat acak tetapi jarak dari satu frekuensi ke yang lainnya dan dari satu nada ke nada berikutnya dalam sistem musik sama sekali tidak hanya sekadarnya.

Setiap nada dalam sistem musik sama-sama berhubungan dengan telinga kita (bukan di telinga spesies lain). Meskipun tidak ada perubahan yang sama dalam siklus per detik (Hz) saat kita naik dari satu nada ke nada yang berikutnya, jarak antara setiap nada dan berikutnya terdengar sama. Bagaimana ini bisa terjadi? Frekuensi setiap nada dalam sistem ini adalah sekitar 6 persen lebih tinggi. Sistem pendengaran kita sensitif baik terhadap perubahan relatif maupun proporsional dalam suara. Dengan demikian, setiap peningkatan frekuensi 6 persen memberi kesan bahwa kita telah meningkatkan nada dengan jumlah yang sama seperti dilakukan terakhir kali.

Ide perubahan proporsional adalah intuitif jika kita berpikir tentang bobot. Ketika kita berada di pusat kebugaran dan ingin meningkatkan berat badan dari 5 pon menjadi 50 pon, menambah 5 pon setiap minggu tidak akan mengubah jumlah berat barbel dengan cara yang sama. Setelah satu minggu mengangkat 5 pon, saat pindah ke 10 pon maka berat akan bertambah; minggu berikutnya ketika pindah ke

15 pon, akan menambahkan 1,5 kali lebih banyak dari berat yang dimiliki sebelumnya. Jarak yang sama untuk memberi otot kesamaan tekanan setiap minggu adalah dengan menambahkan persentase konstan dari berat sebelumnya setiap kali ditambahkan. Misalnya, kita mungkin akan menambah 50 persen setiap minggu dengan demikian akan naik dari 5 pon menjadi 7,5, lalu menjadi 11,25, ke 16,83, dan seterusnya.

Sistem pendengaran bekerja dengan cara yang sama dan itulah sebabnya skala didasarkan pada proporsi: Setiap nada 6 persen lebih tinggi dari yang sebelumnya dan ketika meningkatkan setiap langkah sebesar 6 persen dua belas kali, akhirnya menjadi dua kali lipat frekuensi asli (proporsi aktual adalah akar kedua belas dari dua = $1,059463 \dots$). Dua belas nada dalam sistem musik disebut skala kromatik. Skala apa pun hanyalah seperangkat nada musik yang telah dipilih untuk dapat dibedakan satu sama lain dan digunakan sebagai dasar dalam menyusun melodi.

Musik Barat jarang menggunakan semua nada dalam skala; alih-alih menggunakan subset dari tujuh (atau lebih jarang yaitu lima) dari dua belas nada itu. Masing-masing himpunan bagian itu sendiri disebut skala dan jenis skala yang digunakan memiliki dampak besar pada keseluruhan suara melodi serta kualitas emosionalnya. Subset paling umum dari tujuh nada yang digunakan dalam musik Barat disebut skala utama, atau mode Ionia (berasal dari Yunani kuno). Seperti semua skala, ini dapat dimulai pada salah satu dari dua belas nada dan apa yang menentukan skala utama adalah pola spesifik atau hubungan jarak antara setiap nada dan nada berikutnya. Dalam skala besar sekalipun, pola interval jarak *pitch*

antara kunci yang berurutan adalah: penuh, penuh, setengah, penuh, penuh, penuh, setengah.

Mulai dari C, nada skala utama adalah C - D - E - F - G - A - B - C, semua nada putih pada papan jari piano. Semua skala besar lainnya membutuhkan satu atau lebih nada hitam untuk mempertahankan pola langkah/setengah langkah yang diperlukan. *Pitch* awal juga disebut sebagai akar dari skala. Penempatan khusus dari dua langkah setengah dalam urutan utama sangat penting; bukan hanya apa yang menghalangi skala utama dan membedakannya dari skala lain tetapi juga merupakan unsur penting dalam ekspektasi musik. Eksperimen menunjukkan bahwa anak-anak kecil serta orang dewasa, lebih mampu mempelajari dan menghafal melodi yang diambil dari skala dengan jarak berbeda. Kehadiran dua setengah langkah dan posisi khusus berorientasi pada pengalaman pendengar yang terakulturasi ke dalam skala.

Kita semua ahli dalam mengetahui, ketika mendengar B dalam kunci C yaitu, ketika nada ditarik dari skala C maka, itu adalah nada ketujuh (atau "derajat"). Bahwa hanya setengah langkah di bawah dasarnya, meskipun sebagian besar dari kita tidak bisa menyebutkan nama nada dan bahkan mungkin tidak tahu apa itu akar/dasar atau skala. Kita telah mengasimilasi struktur skala ini dan lainnya melalui mendengarkan seumur hidup dan paparan pasif (bukan didorong secara teoretis) ke musik. Pengetahuan ini bukan bawaan tetapi diperoleh melalui pengalaman. Dengan cara yang sama, kita tidak perlu tahu apa-apa tentang kosmologi untuk menemukan bahwa matahari terbit setiap pagi dan turun di malam hari karena kita telah mempelajari rangkaian peristiwa ini melalui sebagian besar

paparan yang pasif.

Pola yang berbeda dari langkah penuh dan setengah menghasilkan skala alternatif serta paling umum (dalam budaya kita) adalah skala kecil. Ada satu skala minor seperti skala C mayor, hanya menggunakan nada putih papan jari piano: skala A minor. *Pitch* untuk skala itu adalah A - B - C - D - E - F - G - A. (Karena menggunakan rangkaian *pitch* yang sama, dalam urutan berbeda, A minor disebut "minor relatif dari C mayor.") Pola langkah penuh dan setengah berbeda dari skala besar: penuh-setengah-utuh-utuh-setengah-penuh-penuh. Perhatikan bahwa penempatan langkah setengah sangat berbeda dengan skala besar; yang memiliki setengah langkah tepat sebelum "mengarah" kembali ke dasarnya dan setengah langkah lain sebelum derajat skala keempat. Dalam skala minor, setengah langkah sebelum derajat skala ketiga dan sebelum keenam. Masih ada momentum ketika kita dalam skala ini untuk kembali ke akar tetapi akor yang menciptakan momentum ini memiliki lintasan suara dan emosional yang jelas berbeda.

di

Ini adalah contoh lain dari yang kebanyakan kita lakukan bahkan tanpa latihan musik dan tanpa apa yang para psikolog sebut pengetahuan deklaratif yaitu, kemampuan untuk membicarakannya. Terlepas dari kurangnya pendidikan musik formal, kami tahu apa yang ingin ditentukan oleh komponis sebagai nada dasar atau kunci dari potongan tersebut dan dapat dikenali kapan kembali ke tonika atau saat gagal melakukannya. Maka, cara paling sederhana untuk membuat nada dasar adalah memainkan nada dasar berkali-kali, memainkannya keras dan lama. Jika seorang komponis berpikir dia sedang menulis di C mayor dan membuat musisi

memainkan nada A berulang-ulang secara keras dan lama; jika komponis memulai karya pada nada A dan mengakhiri karya juga pada A, terlebih lagi jika ia menghindari penggunaan C maka, para penonton, musisi, dan ahli teori musik kemungkinan besar akan memutuskan bahwa karya tersebut ada di A kecil, walaupun bukan itu maksudnya.

Kunci-kunci dalam musik adalah untuk memperlancar, karena itu adalah tindakan yang diamati bukan niat yang diperhitungkan. Untuk alasan budaya, kita cenderung mengasosiasikan skala mayor dengan emosi bahagia atau kemenangan dan skala minor dengan emosi sedih atau kalah. Beberapa studi menyebutkan bahwa asosiasi bisa bawaan tetapi fakta bahwa ini tidak universal secara budaya setidaknya, kecenderungan kebiasaan dapat diatasi dengan asosiasi budaya tertentu.

Teori musik Barat memiliki tiga skala minor dan masing-masing memiliki rasa yang sedikit berbeda. Musik *Blues* umumnya menggunakan skala lima nada (pentatonis) yang merupakan bagian dari tangga nada minor dan musik Cina menggunakan skala pentatonis yang berbeda. Ketika Tchaikovsky ingin kita membayangkan budaya Arab atau Cina dalam balet *Nutcracker*, ia memilih skala yang khas dan hanya melalui beberapa nada kita sudah dibawa ke Timur. Ketika Billie Holiday ingin membuat nada standar *blues*, ia menggunakan skala blues dan menyanyikan nada dari skala yang tidak biasa kita dengar dalam musik klasik standar.

Komponis tahu asosiasi ini dan menggunakannya dengan sengaja. Otak kita juga mengenalnya melalui pengalaman hidup terhadap idiom musik, pola, skala, lirik, dan hubungan di antara mereka. Setiap kali mendengar pola musik yang baru

di telinga kita maka, otak akan coba membuat hubungan melalui isyarat visual, pendengaran, dan indera apa pun yang menyertainya. Kita akan coba mengontekstualisasikan suara baru tersebut dan akhirnya membuat tautan memori antara serangkaian nada tertentu dan tempat, waktu, atau serangkaian peristiwa tertentu.

Tidak seorang pun yang pernah melihat Hitchcock's *Psycho* yang mendengar lengkingan biola Bernard Hermann tanpa memikirkan adegan mandi; siapa pun yang pernah melihat kartun Warner Bros "*Merrie Melody*" akan berpikir tentang seorang yang dengan diam-diam naik tangga ketika mendengar biola yang dipetik memainkan tangga nada mayor. Asosiasi dan pembedaan skala sangat kuat sehingga hanya beberapa nada yang diperlukan: Tiga nada pertama dari David Bowie "*Gadis Cina*" atau "*Gerbang Besar Kiev*" karya Mussorgsky (dari Lukisan di Pameran) langsung mengantarkan, baik orang kaya maupun asing kepada konteks musik (kepada kita).

Hampir semua variasi dalam konteks suara ini berasal dari berbagai cara untuk membagi oktaf yang dalam setiap kasus dibagi menjadi tidak lebih dari dua belas nada. Meskipun telah diklaim bahwa musik India dan Arab-Persia menggunakan skala "*microtuning*" dengan interval yang jauh lebih kecil dari pada *semitone*. Tetapi menunjukkan bahwa skala mereka juga bergantung pada dua belas atau lebih sedikit nada dan yang lain hanyalah variasi ekspresif, *glissando* (meluncur terus-menerus dari satu nada ke nada lainnya), dan nada lewat sesaat, mirip dengan tradisi *blues* Amerika yang meluncur ke nada tertentu untuk tujuan emosional.

Dalam skala apa pun, hierarki kepentingan ada di antara nada skala; beberapa lebih stabil, secara struktural signifikan, atau terdengar selesai, membuat kita merasakan sejumlah ketegangan dan resolusi yang berbeda-beda. Dalam skala besar, nada paling stabil adalah tingkat pertama yang disebut tonika. Dengan kata lain, semua nada lain dalam skala tampaknya akan menuju ke tonika tetapi mereka menuju ke sana melalui momentum yang berbeda-beda.

Nada yang menunjuk paling kuat ke tonika adalah derajat skala ketujuh, B dalam skala C mayor. Nada lain yang menunjuk paling kuat ke tonika adalah derajat skala kelima, G dalam skala C mayor karena dianggap relatif stabil; ini hanyalah cara lain untuk mengatakan bahwa kami tidak merasa tidak nyaman jika lagu berakhir pada tingkat skala kelima. Teori musik telah menunjukkan hierarki nada ini.

Carol Krumhansl dan rekan-rekannya melakukan serangkaian penelitian yang menetapkan bahwa pendengar awam telah memasukkan prinsip-prinsip hierarki ini ke dalam otak mereka, melalui paparan pasif dari musik dan norma budaya. Dengan meminta orang-orang menilai seberapa baik nada yang berbeda dengan skala yang akan dimainkannya lalu mengembalikan penilaian subjektif ke hierarki teoretis.

Akor adalah sekelompok tiga atau lebih nada yang dimainkan pada waktu bersamaan. Umumnya diambil dari salah satu skala yang digunakan dan tiga nada dipilih sehingga menyampaikan informasi tentang skala mereka. Sebuah akor tipikal dibangun dengan memainkan nada pertama, ketiga, dan kelima dari suatu skala. Karena urutan langkah penuh dan setengah berbeda untuk skala kecil dan

besar maka, ukuran interval berbeda untuk akor yang diambil dari dua skala yang berbeda. Jika kita membangun akor mulai dari C dan menggunakan nada dari skala C mayor maka, menggunakan C, E, dan G. Jika sebaliknya kita menggunakan skala minor C, nada pertama, ketiga, dan kelima adalah C, Es, dan G.

Perbedaan pada tingkat ketiga ini, adalah antara E dan Es, mengubah akor dari mayor menjadi minor. Kita semua, bahkan tanpa pelatihan musik, dapat membedakan antara keduanya bahkan jika tidak memiliki terminologi untuk menamainya; nada mayor terdengar bahagia dan minor sedih, reflektif, atau bahkan eksotis. Lagu-lagu dalam musik *rock* dan *country* yang paling sederhana hanya menggunakan akor mayor: "*Johnny B. Goode*", "*Blowin 'in the Wind*", "*Honky Tonk Women*", dan "*Mammas Don't Your Babies to be Cowboys*" sebagai contoh.

Akor minor menambah kompleksitas; dalam "*Light My Fire*" oleh the Doors, lirik lagunya tersebut dimainkan dalam akor minor ("Anda tahu bahwa itu tidak benar ...") dan kemudian paduan suara dimainkan dalam akor mayor ("Ayo, sayang, nyalakan api"). Dalam "*Jolene*", Dolly Parton mencampur akor minor dan mayor untuk memberikan suasana melankolis. "*Sheep*" Pink Floyd (dari album *Animal*) hanya menggunakan akor minor.

Seperti nada tunggal dalam skala, akor juga berada dalam hierarki stabilitas tergantung pada konteksnya. Progresi akor tertentu adalah bagian dari setiap tradisi musik dan bahkan pada usia lima tahun, sebagian besar anak telah menginternalisasi aturan tentang progresi akor apa yang legal atau khas dari budaya musikalnya. Mereka dapat dengan mudah mendeteksi penyimpangan dari urutan standar semudah kita mendeteksi ketika kalimat bahasa Inggris yang salah, seperti

ini: "Pizza terlalu panas untuk tidur". Agar otak mencapai hal ini, jaringan neuron harus membentuk abstrak representasi struktur musik dan aturan musik, sesuatu yang dilakukan secara otomatis tanpa kita menyadarinya.

Otak menerima secara maksimal hampir seperti busa ketika kita masih muda dengan lahap menyerap setiap semua suara yang bisa dan dimasukkan ke dalam struktur jaringan saraf. Seiring bertambahnya usia, sirkuit saraf ini mulai kurang lentur dan karenanya menjadi lebih sulit untuk digabungkan pada tingkat saraf yang mendalam, seperti pada sistem musik baru atau bahkan sistem linguistik baru.

Sekarang kisah tentang nada menjadi sedikit lebih rumit dan itu semua adalah kesalahan fisika. Tetapi komplikasi ini memunculkan spektrum suara yang kaya seperti kita dengar melalui berbagai macam instrumen. Semua benda alam di dunia memiliki beberapa mode getaran. Senar piano sebenarnya bergetar pada beberapa tingkat yang berbeda sekaligus. Hal yang sama berlaku untuk lonceng yang kita pukul dengan palu, drum yang kita pukul dengan tangan, atau seruling yang ditiup: molekul udara bergetar pada beberapa kecepatan secara bersamaan bukan hanya satu lajur.

Analoginya adalah beberapa jenis gerakan bumi yang terjadi secara simultan. Kita tahu bahwa bumi berputar pada porosnya sekali setiap dua puluh empat jam, bahwa ia mengelilingi matahari sekali setiap 365,25 hari dan seluruh tata surya berputar bersama dengan galaksi Bima Sakti. Beberapa jenis gerakan tetapi semuanya terjadi sekaligus. Analogi lain adalah seperti banyaknya jenis getaran yang sering kita rasakan ketika naik kereta. Bayangkan ketika sedang duduk

di dalam kereta, di stasiun dengan mesin mati. Berangin dan dapat merasakan kereta itu sedikit oleng. Ia melakukannya dengan teratur sehingga kita dapat mengatur waktu dan merasakan kereta bergerak maju atau mundur sekitar dua kali per detik. Selanjutnya, ketika masinis menyalakan mesin, kita dapat merasakan getaran yang berbeda di kursi (karena osilasi piston motor dan poros engkol berputar dengan kecepatan tertentu).

Ketika kereta mulai bergerak, kita mengalami sensasi ketiga yaitu, pantulan roda yang terjadi setiap kali mereka melewati lintasan. Secara keseluruhan, kita akan merasakan beberapa jenis getaran yang berbeda, semuanya mungkin pada tingkat atau frekuensi yang berbeda. Ketika kereta bergerak, tidak diragukan lagi dan disadari bahwa ada getaran. Tetapi sangat sulit jika bukan tidak mungkin bagi kita untuk menentukan berapa banyak getaran yang ada dan seberapa keras getarannya. Namun, menggunakan alat ukur khusus, orang mungkin bisa saja mengetahuinya.

Ketika suara dihasilkan dari piano, seruling, atau instrumen lainnya — termasuk instrumen perkusi seperti *drum* dan *cowbell*, ia menghasilkan banyak mode getaran yang terjadi secara bersamaan. Saat mendengarkan satu nada yang dimainkan pada instrumen, sebenarnya kita mendengar banyak nada sekaligus bukan nada tunggal. Sebagian besar dari kita tidak menyadari hal ini meskipun beberapa orang dapat berlatih untuk mendengar ini. Yang satu dengan tingkat getaran paling lambat dan lainnya di nada terendah disebut frekuensi dasar kemudian lainnya secara kolektif disebut nada.

Ikhtisarnya, itu adalah properti dari objek di alam yang umumnya bergetar

pada beberapa frekuensi berbeda sekaligus. Anehnya, frekuensi-frekuensi lain ini sering secara matematis saling terkait dengan cara yang sangat sederhana: sebagai kelipatan bilangan bulat satu sama lain. Jadi, jika kita memetik senar dan frekuensi getarnya paling lambat seratus kali per detik, frekuensi getaran lainnya adalah 2 x 100 (200 Hz), 3 x 100 Hz (300 Hz), dll. Jika kita meniup seruling dan menyebabkan getaran pada 310 Hz, getaran tambahan akan terjadi pada dua kali, tiga kali, empat kali, dll., laju ini: 620 Hz, 930 Hz, 1240 Hz, dll.

Ketika instrumen menciptakan energi pada frekuensi yang merupakan bilangan bulat seperti ini maka, dikatakan bahwa bunyinya harmonis dan kita mengacu pola energi pada frekuensi yang berbeda sebagai deretan nada. Ada bukti bahwa otak merespons suara harmonis seperti itu dengan syaraf sinkron—neuron, dalam korteks pendengaran merespons masing-masing komponen suara, menyinkronkan laju gerakan mereka satu sama lain dan menciptakan dasar koherensi suara-suara ini.

Otak begitu selaras dengan seri nada tinggi sehingga jika kita menemukan suara dengan semua komponen kecuali yang fundamental maka, otak akan meresponsnya menjadi sebuah fenomena yang disebut pemulihan fundamental. Suara yang terdiri dari energi pada 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, dan 500 Hz dianggap memiliki nada 100 Hz, itulah frekuensi fundamentalnya.

Tetapi jika kita secara artifisial menciptakan suara dengan energi pada 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, dan 500 Hz, kita masih menganggapnya memiliki nada 100 Hz. Kita tidak menganggapnya memiliki nada 200 Hz, karena otak "tahu" bahwa suara harmonis normal pada nada 200 Hz akan memiliki deretan nada 200 Hz, 400

Hz, 600 Hz, 800 Hz, dll. Kita juga dapat memanipulasi otak dengan memainkan urutan yang menyimpang dari seri nada seperti ini: 100 Hz, 210 Hz, 302 Hz, 405 Hz, dll. Dalam kasus seperti ini, nada yang dirasakan bergeser dari 100 Hz dalam kompromi antara apa yang disajikan dan apa yang akan menyiratkan rangkaian harmonik normal.

Ketika masih kuliah di sekolah pascasarjana, penasihat saya Mike Posner, memberi tahu tentang tugas seorang mahasiswa bidang biologi, Petr Janata. Meskipun ia tidak dibesarkan di San Francisco, Petr memiliki rambut lebat yang dikepang seperti ekor kuda, bermain jazz dan piano *rock*, dan mengenakan dasi warna-warni. Ia menempatkan elektroda di *colliculus* inferior burung hantu, bagian dari sistem pendengarannya. Kemudian, ia memainkan burung hantu versi Strauss "*The Blue Danube Waltz*" yang terdiri dari nada-nada tanpa frekuensi dasar.

Petr berhipotesis bahwa jika frekuensi fundamental yang hilang dipulihkan di awal proses mendengarkan maka, neuron dalam *colliculus* inferior burung hantu harus ditujukan pada tingkat fundamental yang hilang. Ini persis pada apa yang dia temukan. Dan karena elektroda mengeluarkan sinyal elektrik kecil dengan setiap letusan — dan karena laju pembakaran sama dengan frekuensi cetusan — Petr mengirimkan keluaran elektroda ini ke *amplifier* dan memutar ulang suaranya melalui penguat suara.

Apa yang dia dengar sangat mencengangkan, melodi "*The Blue Danube Waltz*" terdengar jelas dari penguat suara: ba da da da da, deet deet, deet deet. Mereka mendengar laju letupan neuron dan identik dengan frekuensi fundamental yang hilang. Serangkaian nada memiliki instantiasi tidak hanya di tingkat awal

proses pendengaran tetapi juga pada spesies yang sama sekali berbeda.

Seseorang dapat membayangkan spesies asing yang tidak memiliki telinga atau pengalaman mendengarnya sama seperti kita. Tetapi akan sulit untuk membayangkan spesies yang tidak memiliki kemampuan apapun untuk merasakan benda bergetar. Di mana ada atmosfer maka, ada molekul yang bergetar sebagai respons terhadap gerakan. Dan dapat mengetahui apakah sesuatu menimbulkan kebisingan atau bergerak ke arah kita atau menjauh, bahkan ketika kita tidak dapat melihatnya (karena gelap, mata kita tidak memperhatikannya, atau kita tertidur) memiliki perasaan yang hebat.

Karena sebagian besar objek fisik menyebabkan molekul bergetar dalam beberapa mode sekaligus dan bagi banyak objek, maka mode tersebut menghasilkan hubungan bilangan bulat satu sama lain. Deret nada adalah fakta dunia yang diharapkan dapat ditemukan di mana pun: di Amerika Utara, Fiji, Mars, dan di planet-planet yang mengorbit Antares. Setiap organisme yang berevolusi di dunia dengan benda bergetar kemungkinan diberikan kecukupan waktu evolusi untuk mengembangkan unit pemrosesan di otak yang memasukkan keteraturan dunia ini.

Karena *pitch* adalah isyarat mendasar untuk identitas suatu objek maka, kami berharap untuk menemukan pemetaan tonal seperti yang dilakukan oleh korteks pendengaran manusia dan letupan saraf yang sinkron bagi nada oktaf dan hubungan harmonis satu sama lain; ini akan membantu otak (alien atau terestrial) untuk mengetahui bahwa semua nada ini mungkin berasal dari objek yang sama.

Nada sering direpresentasikan dengan angka: nada pertama adalah frekuensi getaran pertama di atas fundamental, nada kedua adalah frekuensi getaran kedua di

atas fundamental, dan seterusnya. Karena fisikawan suka membuat kita semua menjadi rumit terutama adanya sistem paralel terminologi yang disebut harmonik dan saya pikir itu dirancang untuk membuat sarjana menjadi gila. Dalam istilah harmonik, harmonik pertama adalah frekuensi dasar, harmonik kedua sama dengan nada pertama, dan seterusnya. Tidak semua instrumen bergetar dalam mode yang dapat didefinisikan dengan rapi. Kadang-kadang, seperti halnya piano (karena itu adalah instrumen perkusi), nada bisa dekat tetapi tidak tepat, kelipatan dari frekuensi dasar, dan ini berkontribusi pada karakteristik suara mereka.

Instrumen perkusi, lonceng, dan benda-benda lain tergantung pada komposisi dan bentuk, karena memiliki nada yang jelas bukan bilangan bulat dari fundamental. Ini disebut sebagian atau nada inharmonik. Secara umum, instrumen dengan nada inharmonik kurang memiliki kepekaan nada yang kita kaitkan dengan instrumen harmonik dan dasar kortikal untuk ini, mungkin berhubungan dengan kurangnya letupan saraf yang sinkron.

Tetapi mereka memiliki selera tinggi dan kita dapat mendengar ini dengan sangat jelas ketika memainkan nada inharmonik yang dimainkan secara berturut-turut. Meskipun seseorang mungkin tidak dapat bersenandung bersama dengan bunyi nada tunggal yang dimainkan pada balok kayu atau lonceng tetapi dapat memainkan melodi yang dikenali pada seperangkat balok kayu atau lonceng karena otak kita terfokus pada perubahan nada dari satu ke yang lain. Ini pada dasarnya adalah apa yang terjadi ketika kita mendengar orang memainkan bunyi-bunyian menggunakan pipi mereka. Seruling, biola, trompet, dan piano semuanya dapat memainkan nada yang sama yaitu, kita dapat menulis nada pada sekor musik dan

setiap instrumen akan memainkan nada dengan frekuensi dasar yang identik dan kita akan (cenderung) mendengar nada yang identik. Tetapi semua instrumen ini terdengar sangat berbeda satu sama lain.

Perbedaan ini disebut *timbre* (warna suara) dan ini adalah fitur yang paling penting serta relevan secara ekologis dari peristiwa pendengaran. Nada suara adalah ciri utama yang membedakan geraman singa dengan dengkur kucing, retakan guntur dari tabrakan gelombang laut, suara seorang teman, dan teriakan seorang pengumpul tagihan yang berusaha dihindari. Diskriminasi timbral begitu rumit pada manusia sehingga kebanyakan dari kita dapat mengenali ratusan suara yang berbeda. Kita bahkan dapat mengetahui apakah seseorang yang dekat dengan kita misalnya, ibu, pasangan kita bahagia atau sedih, sehat atau sakit karena pilek, berdasarkan warna suara.

Timbre adalah konsekuensi dari nuansa tersebut. Perbedaan material memiliki kepadatan yang berbeda pula. Sepotong logam akan cenderung tenggelam ke dasar kolam; sepotong kayu berukuran identik dan bentuk tertentu akan mengambang. Sebagian karena kepadatan dan sebagian karena ukuran dan bentuk, objek yang berbeda juga menghasilkan suara berbeda ketika dipukul dengan tangan atau dengan lembut mengetuknya dengan palu.

Bayangkan suara yang terdengar jika Anda mengetuk palu (dengan lembut) pada gitar, bunyi petikan kayu yang berongga. Atau jika mengetuk sepotong logam, seperti saksofon, bunyi nyaring. Ketika mengetuk benda-benda ini, energi dari palu menyebabkan molekul-molekul di dalamnya bergetar dalam beberapa frekuensi berbeda dan frekuensi ditentukan oleh bahan benda itu, ukuran dan bentuknya. Jika

objek bergetar pada 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, dll., maka, intensitas getaran tidak sama untuk masing-masing harmonik ini dan pada kenyataannya memang tidak sama.

Ketika mendengar saksofon memainkan nada dengan frekuensi dasar 220 Hz, kita sebenarnya mendengar banyak nada, bukan hanya satu. Nada-nada lain yang didengar adalah kelipatan bilangan bulat dari fundamental: 440, 660, 880, 1.200, 1.420, 1.640, dll. Nada-nada yang berbeda ini — memiliki intensitas berbeda, sehingga kita mendengar nada-nada tersebut memiliki kekerasan berbeda pula. Pola khusus dari kenyaringan nada-nada ini berbeda dengan saksofon dan inilah yang memunculkan keunikan warna toniknya, suaranya, warnanya. Biola memainkan nada tertulis yang sama (220 Hz) akan memiliki nada berlebih pada frekuensi yang sama, tetapi pola seberapa keras masing-masing terhadap lainnya akan berbeda.

Memang, untuk setiap instrumen ada pola nada yang unik. Untuk satu instrumen, nada kedua mungkin lebih keras dari pada lainnya, sedangkan nada kelima mungkin lebih lembut. Hampir semua variasi nada yang kita dengar adalah kualitas yang memberikan sangkakala dan untuk memberikan suara lembut pianonya berasal dari cara unik bagaimana suara dari nada-nada tersebut didistribusikan.

Setiap instrumen memiliki profil nada sendiri seperti sidik jari. Ini adalah pola rumit yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi instrumen. Klarinet, misalnya, ditandai dengan memiliki jumlah energi yang relatif tinggi dalam harmonik ganjil tiga, lima, dan tujuh kali kelipatan frekuensi dasar, dll. (Ini adalah

konsekuensi dari bentuk tabung yang ditutup pada satu ujung dan terbuka di ujung lainnya.) Sangkakala dicirikan dengan memiliki jumlah energi yang relatif merata, baik pada harmonik ganjil dan genap (seperti klarinet, sangkakala juga tertutup di satu ujung dan terbuka di ujung lainnya, tetapi corong dan bel dirancang untuk memuluskan seri harmonik).

Biola tertekuk di tengah akan menghasilkan harmonisasi yang aneh dan karenanya dapat terdengar mirip dengan klarinet. Tapi menggesek satu dari tiga cara akan menemukan harmonik ketiga dan kelipatannya: keenam, kesembilan, kedua belas, dll. Semua trompet memiliki jejak timbral dan mudah dibedakan dari jejak timbral untuk biola, piano, atau bahkan suara manusia.

Bagi telinga yang terlatih dan sebagian besar musisi, bahkan ada perbedaan di antara sangkakala - semua sangkakala tidak terdengar sama, juga tidak semua piano atau semua akordeon. (Bagi saya, semua akordeon terdengar sama, dan suara termanis, paling menyenangkan yang dapat dibayangkan adalah suara yang membara di api unggun raksasa.)

Yang membedakan satu piano tertentu dari yang lain adalah bahwa profil nada mereka sedikit berbeda, dari satu sama lain, tetapi tentu saja tidak sebanyak perbedaan profil untuk harpsichord, organ, atau tuba. Musisi profesional dapat mendengar perbedaan antara biola Stradivarius dan Guarneri dalam satu atau dua nada. Saya dapat mendengar perbedaan antara gitar akustik tahun 1956 Martin 000-18, 1973 Martin D-18, dan Coll2 D2H 1996 dengan sangat jelas; mereka terdengar seperti instrumen yang berbeda, meskipun semuanya gitar akustik; bagi saya tidak membingungkan satu sama lain. Karena itu adalah timbre.

Instrumen alami yaitu, alat musik akustik yang terbuat dari logam dan kayu cenderung menghasilkan energi pada beberapa frekuensi sekaligus, karena struktur internal molekul mereka bergetar. Misalkan saya menciptakan instrumen yang tidak alami maka, akan menghasilkan energi pada satu frekuensi dan hanya satu. Mari kita sebut instrumen hipotetis ini generator (karena dapat menghasilkan nada frekuensi tertentu). Jika saya menggunakan sekelompok generator maka, bisa diatur untuk memainkan frekuensi yang sesuai dengan seri dan nada instrumen tertentu.

Saya memiliki *bank* generator membuat suara pada 110, 220, 330, 440, 550, dan 660 Hz, yang akan memberi pendengar kesan nada 110 Hz dimainkan oleh alat musik. Lebih jauh lagi, dapat mengontrol amplitudo masing-masing generator dan membuat masing-masing nada bermain pada ketinggian tertentu, sesuai dengan profil nada instrumen musik alami. Jika melakukan itu, *bank* yang dihasilkan generator akan mendekati suara klarinet atau seruling, atau instrumen lain yang coba ditiru.

Sintesis auditif seperti pendekatan di atas mencapai versi sintetis dari *timbre* alat musik dengan menambahkan komponen unsur suara sonik. Banyak organ pipa seperti ditemukan di gereja-gereja memiliki fitur yang memungkinkan kita bermain-main dengan ini. Pada sebagian besar organ pipa, kita menekan tombol (atau pedal), yang mengirimkan semburan udara melalui pipa logam. Organ dibangun dari ratusan pipa dengan ukuran berbeda dan menghasilkan nada yang berbeda, sesuai ukurannya.

Ketika udara dihembuskan melalui itu, kita dapat menganggapnya semacam seruling mekanis di mana udaranya disuplai oleh motor listrik dan bukan oleh orang

yang bertiup. Suara yang kita kaitkan dengan organ gereja — khususnya *timbre*— adalah fungsi dari adanya energi pada beberapa frekuensi yang berbeda sekaligus, seperti dengan instrumen lainnya. Setiap pipa organ menghasilkan seri nada tinggi dan ketika menekan tombol pada papan jari organ, kolom udara dihembuskan melalui lebih dari satu pipa sekaligus. Sehingga memberikan spektrum suara yang sangat kaya. Pipa tambahan ini, selain yang bergetar pada frekuensi dasar dari nada dimainkan, baik menghasilkan nada kelipatan bilangan bulat dari frekuensi dasar atau secara matematis dan harmonis terkait erat dengannya.

Pemain organ biasanya memiliki kendali atas pipa tambahan mana yang dia inginkan untuk meniupkan udara dengan menarik-mendorong tuas, atau yang mengarahkan aliran udara. Karena klarinet memiliki banyak energi dalam harmonik dari seri nada maka, seorang pemain organ yang pandai dapat mensimulasikan suara klarinet dengan memanipulasi tuas sedemikian rupa untuk menciptakan kembali rangkaian nada dari instrumen tersebut. Sedikit 220 Hz di sini, sejumput 330 Hz, sesendok 440 Hz, tumpukan bantuan 550 Hz! —Anda memahami sendiri kinerja yang masuk akal dari sebuah instrumen.

Dimulai pada akhir 1950-an, para ilmuwan mulai bereksperimen dengan membangun kemampuan sintesis seperti itu menjadi perangkat elektronik yang lebih kecil dan kompak, menciptakan keluarga alat musik baru yang dikenal secara kolektif sebagai *synthesizer*. Pada 1960-an, *synthesizer* dapat didengar dalam rekaman The Beatles (pada "*Here Comes the Sun*" dan "*Maxwell's Silver Hammer*") dan Walter/Wendy Carlos (*Switched-On Bach*), diikuti oleh kelompok yang menyanyikan suara mereka di sekitar *synthesizer*, seperti Pink Floyd dan S

Emerson, Lake and Palmer.

Banyak *synthesizer* ini menggunakan sintesis aditif seperti yang saya jelaskan di sini dan belakangan menggunakan algoritma yang lebih kompleks seperti sintesis pemandu gelombang (ditemukan oleh Julius Smith di Stanford) dan sintesis FM (diinvokasi oleh John Chowning di Stanford). Tetapi hanya menyalin profil nada, sementara itu dapat membuat suara mengingatkan instrumen yang sebenarnya, menghasilkan salinan yang agak pucat. Ada lebih banyak warna timbre daripada hanya seri nada. Para peneliti masih berdebat tentang apa yang “lebih” tetapi secara umum diterima bahwa, di samping profil nada, timbre didefinisikan oleh dua atribut lain yang menimbulkan perbedaan persepsi dari satu instrumen ke instrumen lainnya: serangan dan perubahan.

Universitas Stanford terletak di pedesaan selatan San Francisco dan di sebelah timur Samudra Pasifik. Perbukitan bergulung-gulung dengan daratan di sebelah barat, dan *Central Valley of California* yang subur hanya sekitar satu jam di sebelah timur, gudang untuk sebagian besar kismis, kapas, jeruk, dan almond di dunia. Di sebelah selatan, dekat Kota Gilroy, terdapat hamparan tanaman bawang putih yang luas. Juga di selatan adalah Castroville, yang dikenal sebagai "ibukota artichoke dunia." (Saya pernah menyarankan kepada Kamar Dagang Castroville agar mereka mengubah ibukota menjadi lebih menarik. Responsnya tidak antusias.)

Stanford telah menjadi rumah kedua bagi ilmuwan komputer dan insinyur yang menyukai musik. John Chowning, yang dikenal sebagai komposer *avant-garde* memiliki jabatan guru besar di departemen musik di sana sejak 1970-an, dan termasuk di antara sekelompok komposer perintis, yang pada waktu itu

menggunakan komputer untuk membuat, menyimpan, dan mereproduksi suara dalam komposisi mereka. Chowning kemudian menjadi direktur Pusat Penelitian Komputer untuk Musik dan Akustik di Stanford, yang dikenal sebagai CCRMA.

Chowning orang yang hangat dan ramah. Ketika saya masih sarjana di Stanford, dia meletakkan tangannya di bahu saya dan bertanya apa yang sedang saya kerjakan. Anda mendapat kesan berbicara dengan seorang siswa yang baginya adalah kesempatan untuk belajar sesuatu. Pada awal 1970-an, ketika menemukan komputer dan gelombang sinus — jenis suara buatan yang dihasilkan komputer dan digunakan sebagai blok penyusun sintesis auditif — Chowning memperhatikan bahwa mengubah frekuensi gelombang ketika mereka memainkan suara yang diciptakan itu musikal.

Dengan mengendalikan parameter-parameter ini begitu saja, ia dapat mensimulasikan suara dari sejumlah alat musik. Teknik baru ini dikenal sebagai sintesis modulasi frekuensi atau sintesis FM dan menjadi yang pertama tertanam dalam *synthesizer* Yamaha DX9 dan DX7, yang merevolusi industri musik sejak saat diperkenalkan pada tahun 1983. Sintesis FM mendemokratisasikan sintesis musik. Sebelum FM, *synthesizer* mahal, kaku, dan sulit dikendalikan. Membuat suara baru membutuhkan banyak waktu, eksperimen, dan keahlian. Tetapi dengan FM, setiap musisi dapat mendapatkan suara instrumental yang meyakinkan dengan satu sentuhan tombol. Penulis lagu dan komposer yang tidak bisa menyewa orkestra, sekarang bisa bermain-main dengan tekstur suara ini. Komponis dan orkestra dapat uji-coba rencana sebelum memberi kesempatan orkestra untuk melihat apa yang berhasil dan yang tidak.

Band-band New Wave seperti Cars dan Pre-tender, serta artis utama seperti Stevie Wonder, Hall and Oates, dan Phil Collins, mulai menggunakan sintesis FM secara luas dalam rekaman mereka. Banyak dari kita menganggap sebagai "suara tahun delapan puluhan" dalam musik populer, berutang kekhasannya suara sintesis FM.

Dengan mempopulerkan FM, dapat menghasilkan royalti yang stabil dan memungkinkan Chowning membangun CCRMA lalu, menarik minat mahasiswa pascasarjana dan anggota pejabat fakultas. Di antara pertama dari banyak selebriti musik elektronik/psikolog-musik terkenal yang datang ke CCRMA adalah John R. Pierce dan Max Mathews. Pierce adalah wakil presiden penelitian di Bell Telephone Laboratories di New Jersey, dan membawahi tim insinyur yang membangun dan mematenkan transistor — dan Pierce menamakan perangkat itu (TRANSfer resISTOR). Dalam kariernya yang istimewa, ia juga berhasil dengan penemuan tabung gelombang dan meluncurkan satelit telekomunikasi pertama, Telstar. Dia juga seorang penulis fiksi ilmiah yang disegani dengan nama samaran J. J. Coupling. Pierce menciptakan lingkungan yang langka di setiap industri atau laboratorium penelitian, di mana para ilmuwan merasa diberdayakan untuk melakukan yang terbaik dan kreativitas sangat dihargai.

Pada saat itu, Perusahaan Telepon Bell/AT&T memiliki monopoli lengkap pada layanan telepon di AS dan cadangan uang tunai yang besar. Laboratorium mereka adalah sesuatu yang menjadi dasar bagi para penemu, insinyur, dan ilmuwan terbaik dan tercerdas di Amerika. Dalam "kotak pasir" Bell Labs, Pierce memungkinkan orang-orangnya untuk menjadi kreatif tanpa khawatir tentang

standar minimal atau penerapan ide-ide mereka untuk perdagangan. Pierce memahami bahwa satu-satunya cara inovasi sejati dapat terjadi adalah ketika orang tidak perlu menyensor diri mereka sendiri dan dapat membiarkan ide-ide mereka berjalan bebas.

Meskipun hanya sebagian kecil dari ide-ide itu praktis, tetapi proporsi yang lebih kecil akan menjadi produk, mereka yang memang inovatif, unik, dan berpotensi sangat menguntungkan. Keluar dari lingkungan ini, muncul sejumlah inovasi termasuk laser, komputer digital, dan sistem operasi Unix. Saya pertama kali bertemu Pierce pada tahun 1990 ketika dia sudah berusia delapan puluh tahun dan memberikan ceramah tentang *psikoacoustics* di CCRMA.

Beberapa tahun kemudian, setelah saya mendapatkan gelar Ph.D. dan pindah kembali ke Stanford, kami menjadi teman dan pergi makan malam setiap Rabu malam serta mendiskusikan penelitian. Dia pernah meminta saya untuk menjelaskan musik *rock and roll* kepadanya, sesuatu yang tidak pernah ia perhatikan dan pahami. Dia tahu tentang karier saya sebelumnya dalam bisnis musik dan dia bertanya apakah saya bisa datang untuk makan malam dan memainkan beberapa lagu untuk memahami semua yang penting diketahui tentang *rock and roll*.

Enam lagu untuk memahami semua *rock and roll*? Saya tidak yakin bisa membuat enam lagu tersebut mengabadikan The Beatles, apalagi *rock and roll*. Malam sebelumnya dia menelepon untuk memberi tahu saya bahwa dia telah mendengar Elvis Presley, jadi saya tidak perlu membahasnya.

Inilah lagu-lagu yang saya bawa ke acara makan malamnya:

- 1) “*Long Tall Sally*”, Richard Kecil
- 2) “*Roll Over Beethoven*”, The Beatles
- 3) “*All Sepanjang Menara Pengawal*”, Jimi Hendrix
- 4) “*Malam ini Luar Biasa*”, Eric Clapton
- 5) “*Little Red Corvette*”, Pangeran
- 6) “*Anarki di Inggris*”, Sex Pistols

Beberapa pilihan menggabungkan penulis lagu yang hebat dengan pemain yang berbeda. Semua lagu bagus, tetapi bahkan sekarang saya ingin membuat beberapa iklan. Pierce mendengarkan dan terus bertanya siapa orang-orang ini, instrumen apa yang dia dengar, dan bagaimana mereka terdengar seperti itu. Sebagian besar, dia mengatakan bahwa dia menyukai warna nada musik. Lagu-lagu itu sendiri dan ritme tidak begitu menarik baginya, tetapi ia menemukan nada-nada luar biasa — baru, asing, dan menarik. Romantisme dari solo gitar Clapton di “*Wonderful Tonight*”, dikombinasikan dengan drum yang lembut dan empuk. Kekuatan dan kepadatan dari dinding-dinding-gitar-gitar Pist-tols-dan-bass-dan-gender. Suara gitar listrik yang terdistorsi bukanlah yang baru bagi Pierce. Cara-cara di mana instrumen digabungkan untuk menciptakan seluruh bass, drum, gitar listrik dan akustik yang bersatu, dan suara itu adalah sesuatu yang belum pernah dia dengar sebelumnya. Timbre adalah batu yang didefinisikan untuk Pierce. Dan itu merupakan revasi bagi kami berdua.

Pitches yang kita gunakan dalam skala musik tetap pada dasarnya tidak berubah sejak zaman Yunani, dengan pengecualian pengembangan benar-benar penyempurnaan dari skala yang sama selama masa Bach. *Rock and roll* mungkin

merupakan langkah terakhir dalam revolusi musik sepanjang milenium dengan mengunggulkan musikalitas kuart dan kwint yang secara historis hanya diberikan kepada oktaf. Selama ini, musik Barat sebagian besar didominasi oleh nada. Selama dua ratus tahun terakhir, timbre menjadi semakin penting. Komponen standar musik di semua genre adalah untuk menyajikan kembali melodi menggunakan instrumen yang berbeda mulai dari Beethoven's Fifth dan Ravel's "*Bolero*" ke the Beatles "*Michelle*" dan "*All My Ex's Live in Texas*" karya George Strait, sehingga komponis memiliki palet warna timbral yang lebih besar untuk menggambar.

Ketika sebuah negara atau penyanyi populer berhenti bernyanyi dan instrumen lain mengambil alih melodinya bahkan tanpa mengubah apa pun, kami menemukan pengulangan menyenangkan dari melodi yang sama dengan timbre berbeda. Komponis *avant-garde* Pierre Schaeffer, melakukan beberapa percobaan penting pada 1950-an yang menunjukkan atribut penting timbre dalam eksperimen "*cut bell*" yang terkenal. Schaeffer merekam sejumlah instrumen orkestra. Kemudian, menggunakan pisau cukur, dia memotong permulaan dari suara-suara ini. Bagian pertama dari suara alat musik ini disebut serangan; ini adalah suara pukulan awal, memetik, membungkuk, atau meniup yang menyebabkan instrumen mengeluarkan suara.

Gerakan tubuh kita untuk menciptakan suara dari instrumen memiliki pengaruh penting pada suara yang dihasilkan instrumen. Tetapi sebagian besar dari itu menghilang setelah beberapa detik pertama. Hampir semua gerakan yang kita buat untuk menghasilkan suara adalah impulsif karena melibatkan ledakan aktivitas singkat. Pada instrumen perkusi, musisi biasanya tidak tetap dalam

berhubungan dengan instrumen setelah cetusan awal ini. Di instrumen tiup dan instrumen lengkung di sisi lain, musisi terus melakukan kontak dengan instrumen setelah kontak impulsif di awal ketika udara dihembuskan pertama meninggalkan mulut atau busur pertama menyentuh tali; tiupan terus-menerus dan membungkuk memiliki kualitas yang halus, terus-menerus, dan kurang impulsif.

Pengenalan energi ke instrumen fase hembusan biasanya menciptakan energi pada banyak frekuensi yang berbeda dan tidak terkait satu sama lain dengan kelipatan bilangan bulat sederhana. Dengan kata lain, untuk periode singkat setelah kita memukul, meniup, memetik, atau menyebabkan instrumen mulai membuat suara, dampaknya sendiri memiliki kualitas yang agak bising yang tidak terlalu musikal, justru lebih mirip suara palu memukul sepotong kayu, katakanlah, dari pada seperti palu memukul lonceng atau senar piano, atau seperti suara angin yang mengalir melalui tabung. Mengikuti letupan, fasenya lebih stabil di mana nada musik mengambil pola frekuensi nada tinggi yang teratur pada logam atau kayu (atau bahan lain) yang terbuat dari instrumen mulai beresonansi. Bagian tengah nada musik ini disebut sebagai kondisi mapan dalam banyak kasus profil nada menjadi relatif stabil, sementara suara berasal dari instrumen tersebut.

Setelah Schaeffer mengedit rekaman instrumen orkestra, ia memutar ulang kaset itu dan menemukan bahwa hampir mustahil bagi kebanyakan orang untuk mengidentifikasi instrumen yang sedang didengar. Tanpa itu, piano dan lonceng terdengar tidak seperti piano atau lonceng bahkan sangat mirip satu sama lain. Schaeffer merekam sejumlah instrumen orkestra. Kemudian, menggunakan pisau cukur, dia memotong bagian awal dari suara-suara ini. Bagian pertama dari suara

alat musik ini disebut letusan; ini adalah suara pukulan awal, memetik, membungkuk, atau meniup yang menyebabkan instrumen mengeluarkan suara.

Gerakan tubuh kita menciptakan suara dari instrumen memiliki pengaruh penting pada suara yang dihasilkan. Tetapi sebagian besar dari itu menghilang setelah beberapa detik pertama. Hampir semua gerakan yang kita buat untuk menghasilkan suara adalah impulsif karena melibatkan ledakan aktivitas singkat. Pada instrumen perkusi, musisi biasanya tidak tetap berhubungan dengan instrumen setelah letupan awal. Pada instrumen tiup dan instrumen lengkung, di sisi lain, musisi terus melakukan kontak dengan instrumen setelah kontak awal impulsif ketika letupan udara pertama meninggalkan mulutnya atau busur pertama menyentuh tali; tiupan terus-menerus dan membungkuk memiliki kualitas yang halus, terus-menerus, dan kurang impulsif.

Jika kita menyambungkan cetusan satu instrumen ke kondisi stabil atau tubuh dari yang lain maka akan mendapatkan hasil bervariasi: dalam beberapa kasus, ketika mendengar instrumen hibrid agak ambigu dan terdengar lebih seperti instrumen yang berasal dari serangan daripada instrumen yang stabil. Michelle Castellengo dan lainnya telah menemukan bahwa kita dapat membuat instrumen yang sama sekali baru dengan cara ini; misalnya, menyambungkan suara busur biola ke nada seruling menciptakan suara yang sangat menyerupai organ janaan yang berantakan.

Eksperimen ini menunjukkan pentingnya serangan itu. Dimensi ketiga timbre mengacu pada bagaimana suara berubah setelah mulai diputar. Sebuah simbal atau gong memiliki banyak fluks, suaranya berubah secara dramatis seiring

berjalannya waktu sementara trompet memiliki sedikit fluks sehingga nadanya lebih stabil saat berevolusi. Juga, instrumen tidak terdengar sama di seluruh jajaran. Artinya, warna instrumen terdengar berbeda saat memainkan nada tinggi dan rendah.

Ketika Sting mencapai bagian atas jangkauan vokalnya di "*Roxanne*" (oleh The Police), suaranya yang tegang dan melengking menyampaikan semacam emosi yang tidak dapat diraih pada bagian bawah registernya, seperti yang kita dengar di pembuka "*Every Breath You Take*", suara yang lebih disengaja, kerinduan. Bagian tertinggi dari register Sting seperti memohon kepada kami karena pita suaranya tegang, bagian yang rendah menunjukkan rasa sakit yang telah dirasakan cukup lama, tetapi belum mencapai titik puncaknya.

Timbre lebih dari berbagai suara yang dihasilkan instrumen. Komponis menggunakan timbre sebagai alat komposisi; mereka memilih alat musik dan kombinasi alat musik untuk mengekspresikan emosi tertentu dan untuk menyampaikan atmosfer atau suasana hati. Ada nada suara yang lucu dari *bassoon* di *Nutcracker Suite* Tchaikovsky saat membuka "Tarian Cina", dan sensualitas saksofon Stan Getz pada "*Here That Rainy Day*".

Mengganti piano untuk gitar listrik di Rolling Stones "*Kepuasan*" dan seperti kita memiliki piaraan yang sama sekali berbeda. Ravel menggunakan timbre sebagai alat komposisi di *Bolero*, mengulangi tema utama berulang-ulang dengan warna nada yang berbeda; dia melakukan ini setelah menderita kerusakan otak yang mengganggu kemampuan pendengarannya. Ketika kita berpikir tentang Jimi Hendrix maka, adalah warna gitar listrik dan suaranya yang kemungkinan besar

akan kita ingat.

Komponis seperti Scriabin dan Ravel berbicara tentang karya-karya mereka semacam lukisan suara, di mana nada-nada dan melodinya setara dengan bentuk dan timbrenya setara dengan penggunaan warna serta bayangan. Beberapa penulis lagu populer Stevie Wonder, Paul Simon, dan Lindsey Buckingham menggambarkan komposisi mereka sebagai lukisan suara dengan timbre memainkan peran yang setara dengan warna dalam seni visual, memisahkan bentuk melodi satu sama lain. Tetapi salah satu hal yang membuat musik berbeda dari lukisan adalah ia dinamis, berubah seiring waktu dan apa yang menggerakkan musik adalah ritme dan meter.

Ritme dan meter adalah mesin yang menggerakkan hampir semua musik dan kemungkinan merupakan elemen pertama yang digunakan oleh nenek moyang kita untuk membuat protomusik. Sebuah tradisi yang masih kita dengar hingga sekarang melalui perkusi suku-suku tertentu dan ritual berbagai budaya praindustri. Sementara saya percaya *timbre* sekarang menjadi pusat apresiasi terhadap musik, dan ritme telah lama memegang kekuasaan tertinggi atas pendengar.

2. Ketukan Kaki

Membedakan Ritme, Intensitas, dan Harmoni

Saya melihat Sonny Rollins, salah satu pemain saksofon yang paling melodis di saat ini tampil di Berkeley pada 1977. Namun hampir tiga puluh tahun kemudian, ketika saya sudah tidak dapat mengingat lagi salah satu melodi yang dimainkannya. Karena yang saya ingat hanya beberapa ritme. Pada suatu saat, Rollins melakukan improvisasi selama tiga setengah menit dengan memainkan satu nada yang sama secara berulang-ulang dengan ritme berbeda melalui pergantian waktu yang tidak kentara. Semua kekuatan itu hadir hanya dalam satu nada! Bukan inovasi melodinya yang membuat orang banyak kagum tetapi, ritmenya. Hampir setiap budaya dan peradaban menganggap gerakan sebagai bagian integral dari bermain dan mendengarkan musik.

Tujuan ritme adalah membuat kita dapat menari, mengayunkan tubuh, dan mengetuk-ngetukkan kaki. Dalam begitu banyak pertunjukan jazz, biasanya bagian yang paling menggairahkan penonton adalah ketika solo drum. Bukan kebetulan bahwa bermain musik membutuhkan koordinasi, penggunaan ritme tubuh, dan energi yang ditransmisikan dari gerakan tubuh ke alat musik. Pada tingkat kinerja saraf maka, memainkan instrumen memerlukan orkestrasi di bagian otak primitif kita, otak reptil *cerebellum* dan batang otak, serta sistem kognitif yang lebih tinggi seperti korteks motorik (di lobus parietal) serta daerah perencanaan lobus frontal yaitu bagian otak paling maju. Ritme, meter, dan tempo adalah konsep saling terkait yang sering membingungkan satu sama lain. Secara singkat, ritme mengacu pada

panjang nada, tempo mengacu pada irama musik (tingkat di mana kita akan mengetuk-ngetukkan kaki), lalu meter mengacu pada ketika mengetuk kaki secara berat dan ringan, dan bagaimana ketukan berat dan ringan secara bersama membentuk satu unit yang lebih besar.

Salah satu hal yang biasanya ingin diketahui saat memainkan musik adalah berapa lama nada-nada tersebut dimainkan. Hubungan antara panjang satu nada dan yang lain itulah yang disebut ritme, dan itu merupakan bagian penting dari apa yang mengubah suara menjadi musik. Di antara ritme-ritme paling terkenal dalam budaya barat adalah ritme yang sering disebut "*shave-and-a-haircut, two bits*", kadang-kadang digunakan semacam "rahasia" untuk mengetuk pintu. Sebuah rekaman pada 1899 oleh Charles Hale, "*At a Darktown Cakewalk*", adalah yang pertama kali mendokumentasikan penggunaan ritme ini. Kemudian liriknya disampirkan pada irama sebuah lagu yang ditulis oleh Jimmie Monaco dan Joe McCarthy berjudul "*Bum-Diddle-De-Um-Bum, That's It!*" pada tahun 1914. Pada 1914, 1939, frasa musik yang sama digunakan dalam lagu "*Shave and a Haircut Shampoo*" oleh Dan Shapiro, Lester Lee, dan Milton Berle. Bagaimana kata shampo menjadi dua-ketukan adalah sebuah misteri. Bahkan Leonard Bernstein ikut serta menggunakan irama ini dalam lagu "*Gee, Officer Krupke*" dari drama musikal berjudul *West Side Story*.

Dalam "*shave-and-a-haircut*" kita mendengar serangkaian nada dengan panjang yang berbeda, panjang dan pendek; nada panjang dua kali lebih panjang dari nada pendek: panjang-pendek-pendek-panjang-panjang (istirahat) lama. Dalam pembukaan *William Tell* oleh Rossini (yang dikenal sebagai sebagai tema

dari *The Lone Ranger*), kita juga mendengar serangkaian nada dengan dua hitungan panjang yang berbeda, panjang dan pendek; lagi, nada-nada yang panjangnya dua kali lebih panjang dari nada pendek: *da-da-bump da-da-bump bum-da-bump bump* (di sini saya menggunakan suku kata “da” untuk pendek, dan “bump” suku kata lama). “*Mary Had a Little Lamb*” juga menggunakan suku kata pendek dan panjang, dalam hal ini dengan enam durasi nada yang sama (Mary punya sedikit) diikuti oleh yang panjang (domba) kira-kira dua kali lebih panjang dari yang pendek. Rasio ritme 2:1 seperti rasio oktaf dalam nada, tampaknya merupakan musik yang universal.

Kita juga dapat melihat tema dari *The Mickey Mouse Club* (*bump-ba bump-ba bump-ba bump-ba bump-ba bump-ba baaaaah*) yang memiliki tiga tingkat durasi, masing-masing dua *The Police* (*da-da-bump da-da baaaaah*), juga ada lagi tiga tingkatan:

Ev-ry breath you-oo taaake

1 1 2 2 4

(Angka 1 mewakili satu unit waktu yang hanya untuk menggambarkan bahwa kata-kata bernapas dan dua kali lebih panjang dari suku kata *Ev* dan *ry*, dan bahwa kata *take* empat kali lebih lama dari *Ev* atau *ry* dan dua kali lebih lama dari napasmu.) Irama dalam sebagian besar musik yang kita dengar jarang sedemikian sederhana. Dengan cara yang sama dapat dikatakan bahwa pengaturan nada tertentu dalam skala dapat menghasilkan musik dari budaya, gaya, atau idiom yang berbeda, demikian juga dengan pengaturan irama tertentu. Meskipun sebagian besar dari kita tidak dapat mereproduksi ritme Latin yang kompleks, akan secara segera disadari

setelah mendengarnya bahwa itu adalah Latin, tidak seperti Cina, Arab, India, atau Rusia. Ketika kita mengatur ritme ke dalam rangkaian nada, dengan panjang dan penekanan yang berbeda-beda, kita mengembangkan meteran dan membentuk tempo.

Tempo mengacu pada kecepatan sebuah karya musik yaitu seberapa cepat atau lambat berjalannya. Jika Anda mengetukkan kaki atau menjentikkan jari pada waktunya dari sebuah musik maka, tempo lagu itu akan langsung terkait dengan seberapa cepat atau lambat mengetuk. Kalau sebuah lagu adalah entitas yang hidup dan bernapas maka, mungkin orang akan menganggap tempo sebagai laju berjalannya atau denyut nadi tempat detak jantung lagu itu berdetak. Kata ketukan menunjukkan unit dasar pengukuran atau yang juga disebut *tactus*. Paling sering terjadi adalah titik di mana kita akan mengetukkan kaki atau bertepuk tangan atau menjentikkan jari. Kadang-kadang, orang mengetuk setengah atau dua kali ketukan, karena mekanisme pemrosesan saraf yang berbeda dari satu orang ke orang lain serta perbedaan dalam latar belakang musik, pengalaman, dan interpretasi karya. Bahkan musisi yang terlatih dapat tidak setuju pada apa yang seharusnya. Tetapi banyak yang setuju bahwa kecepatan berada di bagian yang sedang berlangsung itu disebut tempo; ketidaksepakatan biasanya hanya pada subdivisi atau superdivisi dari langkah yang mendasarinya.

“*Straight Up*” Paula Abdul dan “*Back in Black*” dari AC/DC memiliki tempo 96, artinya ada 96 ketukan per menit. Jika Anda menari untuk “*Straight Up*” atau “*Back in Black*”, kemungkinan akan menjejakkan kaki 96 kali per menit atau mungkin 48, tetapi tidak 58 atau 69. Dalam “*Back in Black*”, Anda dapat

mendengar pemain drum memukul simbal yang besar di awal, dengan mantap dan sengaja, tepat 96 ketukan per menit. Pada karya Aerosmith "*Walk This Way*" memiliki tempo 112, "*Billie Jean*" Michael Jackson tempo 116, dan "*Hotel California*" Eagles bertempo 75. Dua lagu dapat memiliki tempo yang sama tetapi terasa sangat berbeda. Dalam "*Back in Black*", pemukul drum memainkan simbal dua kali untuk tiap ketukan (nada kedelapan) dan pemain bas memainkan ritme sederhana yang sinkron dengan gitar. Pada saat "*Straight Up*" begitu banyak hal yang terjadi, sulit untuk menggambarkannya dengan kata-kata.

Drum memainkan pola kompleks dan tidak teratur dengan ketukan seperenambelas yang cepat, tetapi tidak secara terus-menerus "hadir" di antara tabuhan drum khas musik *funk* dan *hip-hop*. Bas kemudian memainkan garis melodik yang sama rumitnya dan melalui sinkop yang tepat dan kadang tidak. Di pengeras suara sebelah kanan (atau telinga kanan *headphone*) kita mendengar satu-satunya instrumen benar-benar memainkan secara benar setiap irama instrumen Latin yang disebut *afuche* atau *cabasa* yang terdengar seperti ampelas atau kacang yang bergetar di dalam bungkusnya.

Paling penting menempatkan ritme pada instrumen ringan dan bernada tinggi sebagai teknik ritmis inovatif yang membalikkan konvensi ritme normal. Saat semua ini terjadi, *synthesizer*, gitar, dan efek perkusi secara khusus masuk dan keluar dari lagu secara dramatis, menekankan ketukan tertentu sekaligus untuk menambah kegembiraan. Sulit untuk memprediksi atau mengingat karena lagu-lagu tersebut memiliki daya tarik tertentu pada pendengaran orang. Tempo adalah faktor utama dalam menyampaikan emosi. Lagu-lagu dengan tempo cepat cenderung

dianggap bahagia dan tempo lambat seperti sedih. Meskipun ini adalah penyederhanaan yang berlebihan namun berlaku dalam berbagai situasi yang luar biasa di banyak budaya dan di seluruh rentang kehidupan seseorang. Rata-rata orang tampaknya memiliki ingatan yang luar biasa untuk tempo.

Dalam sebuah eksperimen saya dan Perry Cook lakukan pada 1996, kami meminta orang-orang untuk hanya menyanyikan lagu-lagu *rock* favorit mereka dari memori. Kami tertarik untuk mengetahui seberapa dekat mereka dengan tempo sebenarnya dari lagu versi rekaman. Sebagai asumsi dasar, kami memperkirakan berapa banyak variasi dalam tempo yang rata-rata dapat dideteksi; dan ternyata hanya 4 persen. Dengan kata lain, untuk lagu dalam tempo 100 bpm, jika tempo bervariasi antara 96-100 maka, kebanyakan orang, bahkan beberapa musisi profesional pun tidak dapat mendeteksi perubahan kecil ini (walaupun sebagian besar penabuh drum sesuai tugasnya mengharuskan mereka lebih sensitif terhadap tempo dari pada musisi lain, karena bertanggung jawab untuk menjaga tempo terutama sekali ketika tidak ada konduktor). Mayoritas subjek dalam penelitian kami yang bukan musisi mampu menyanyikan lagu sesuai tempo hanya 4 persen dari tempo nominalnya.

Dasar kinerja saraf untuk tingkat akurasi yang mencolok ini mungkin ada di *cerebel*, yang diyakini mengandung sistem pencatat waktu dalam kehidupan kita sehari-hari serta untuk menyinkronkan musik yang didengar. Ini berarti bahwa entah bagaimana, otak kecil dapat mengingat “pengaturan” yang digunakan untuk menyinkronkan ketika mendengar musik. Dan dapat mengingat pengaturan itu ketika kita ingin menyanyikan sebuah lagu dari memori. Hal ini memungkinkan

untuk menyinkronkan nyanyian yang berasal dari memori terakhir kali kita bernyanyi. Ganglia basal yang oleh Gerald Edelman disebut “organ-organ suksesi” hampir pasti terlibat di dalamnya menghasilkan dan membentuk ritme, tempo, dan meter. Meter mengacu pada cara di mana pulsa atau ketukan dikelompokkan secara bersama. Secara umum ketika kita mengetukkan kaki atau bertepuk tangan saat mendengar musik, ada beberapa ketukan yang dirasakan lebih kuat dari pada lainnya. Rasanya seolah-olah para musisi memainkan ketukan ini lebih keras dan lebih berat dari yang lain. Ketukan yang lebih keras dan lebih berat ini secara perseptual sangat dominan hingga ketukan lain yang mengikutinya, baik lemah maupun kuat ikut masuk.

Setiap sistem musik yang dikenal memiliki pola ketukan kuat dan lemah. Pola yang paling umum dalam musik Barat adalah ketukan kuat terjadi dalam setiap 4 hitungan: KUAT-lemah-lemah-lemah-kuat-kuat-lemah-lemah. Biasanya ketukan ketiga dalam pola empat ketukan agak lebih kuat dari ketukan kedua dan keempat: Ada hierarki kekuatan ketukan, dari ketukan pertama menjadi yang terkuat kemudian ketukan ketiga berikutnya diikuti oleh yang kedua dan keempat. Agak jarang ketukan kuat terjadi sekali dalam tiga ketukan atau yang disebut irama “waltz”: KUAT-lemah-lemah KUAT-lemah-lemah. Kami biasanya menghitung ketukan ini juga dengan cara menekankan mana yang merupakan ketukan kuat: SATU-dua-tiga-empat, SATU-dua-tiga-empat, atau SATU-dua-tiga, SATU-dua-tiga. Tentu saja musik akan membosankan jika kita hanya memiliki ketukan datar saja. Mungkin bisa kita hilangkan satu ketukan untuk menghadirkan ketegangan. Misalnya “*Twinkle, Twinkle Little Star*”, yang ditulis oleh Mozart ketika dia

berusia enam tahun. Nada tidak berlaku pada setiap ketukan:

SATU dua tiga empat
SATU dua tiga (istirahat)
SATU dua dua tiga empat
SATU dua tiga (istirahat):
TWIN-kle twin-kle
LIT-tle star (rest)
HOW-I won-der
WHAT you are (rest)

Syair untuk anak-anak ditulis dengan lagu yang sama yaitu, “*Ba Ba Black Sheep*” dengan membagi iramanya. Satu-dua-tiga-empat yang sederhana dibagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih menarik:

BA ba black sheep
HAVE-you-any-wool

Perhatikan bahwa setiap suku kata dalam “memiliki-apa-apa” berjalan dua kali lebih cepat dari suku kata “ba ba black”. Nada kuartal telah dibagi dua, dan hitungannya menjadi:

Satu –dua- tiga-empat
Satu-dan-dua-dan-tiga (istirahat).

Dalam “*Jailhouse Rock*”, yang dilakukan oleh Elvis Presley pada karya oleh dua penulis lagu terkemuka dari era *rock*, Jerry Leiber dan Mike Stoller, ketukan kuat terjadi pada not pertama yang dinyanyikan oleh Presley dan kemudian setiap not keempat setelah itu:

[Line 1:] WAR-den threw a party at the [Line 2:] COUN-ty jail (rest) the
[Line 3:] PRIS-on band was there and they be- [Line 4:] GAN to wail

Dalam musik yang menggunakan lirik, kata-kata tidak selalu sejalan dengan jatuhnya ketukan; dalam "*Jailhouse Rock*", sebagian kata dimulai sebelum ketukan kuat dan hadir justru pada ketukan yang kuat. Kebanyakan syair lagu anak-anak dan rakyat yang sederhana, seperti "*Ba Ba Black Sheep*" atau "*Frère Jacques*", tidak melakukan ini. Teknik liris ini bekerja baik pada "*Jailhouse Rock*" karena dalam teks, aksennya dimulai pada suku kata kedua; kata-kata tersebar melintasi garis-garis melodi ini memberikan penguatan pada lagu.

Pada konvensi musik Barat, terdapat nama untuk nada dengan durasi yang mirip seperti cara memberi nama interval musik. Interval musikal dari "perfek kelima" adalah konsep relatif yang dapat dimulai pada nada apa pun dan kemudian melalui definisi not yang terdiri dari tujuh *semitone* lebih tinggi atau tujuh semitone lebih rendah dianggap perfek kelima jauh dari nada awal.

Standar pada durasi disebut not penuh dan berlangsung empat ketukan walau seberapa lambat atau cepat musik bergerak terlepas dari tempo. (Pada tempo enam puluh detak permenit seperti pada *Mars Funeral*, setiap ketukan berlangsung satu detik, sehingga satu nada akan bertahan selama empat detik.) Sebuah not dengan durasi setengah secara logis disebut not setengah dan not setengah disebut not seperempat. Untuk sebagian besar tradisi musik rakyat dan populer, not seperempat adalah pulsa dasar dari empat ketukan yang saya sebut sebelumnya sebagai ketukan not seperempat. Kita mendiskusikan lagu-lagu dalam birama 4/4: pembilang memberitahu kita bahwa lagu tersebut disusun dalam kelompok empat not, dan penyebutnya memberi tahu bahwa panjang nada adalah seperempat.

Pada notasi dan bahasa, kita merujuk pada masing-masing kelompok empat not ini sebagai ukuran atau bilah. Satu birama musik dalam 4/4 memiliki empat ketukan, di mana setiap ketukan adalah not seperempat. Ini tidak menyiratkan bahwa durasi not hanya dalam ukuran not kuartal. Kita memiliki catatan tentang durasi atau dengan kata lain tidak ada catatan sama sekali; indikator 4/4 hanya dimaksudkan untuk menggambarkan bagaimana kita menghitung ketukan. “*Ba Ba Black Sheep*” memiliki empat not seperempat pada birama pertama, dan kemudian not seperdelapan (setengah dari durasi not seperempat) lalu not seperempat pada ukuran kedua. Saya menggunakan simbol □ untuk menunjukkan not seperempat dan □ untuk not seperdelapan dan menjaga jarak antara suku kata proporsional dengan berapa banyak waktu yang dihabiskan:

[ukuran 1:] ba ba domba hitam

□ □ □ □

[ukuran 2:] apakah punya wol (istirahat)

□ □ □ □ □ □

Dapat dilihat dalam diagram bahwa not seperdelapan naik dua kali lebih cepat dari not seperempat. Pada “*That’ll Be the Day*” oleh Buddy Holly, lagu dimulai dengan catatan *pickup*; ketukan yang kuat terjadi pada not berikutnya dan kemudian setiap not keempat setelah itu, sama seperti di “*Jailhouse Rock*”:

THAT’ll be the day (rest) when

YOU say good-bye-yes;

THAT’ll be the day (rest) when

YOU make me cry-hi; you

SAY you gonna leave (rest) you

KNOW it’s a lie ’cause

THAT’ll be the day-ay-

AY when I die

Catatan bagaimana Elvis, Holly memotong kata menjadi dua baris (*day* masuk pada dua baris terakhir). Bagi kebanyakan orang, taktiknya adalah empat ketukan di antara ketukan berat dari lagu dan mereka akan mengetuk kaki empat kali dari satu ketukan berat ke yang berikutnya. Di sini, semua akhir kalimat menunjukkan ketukan berat seperti sebelumnya, dan huruf tebal menunjukkan kapan mengetukkan kaki:

Well

THAT'll be the day (rest) when YOU say good-bye-yes; THAT'll be the day (rest) when YOU make me cry-hi; you

SAY you 's gonna lea e (rest) you

KNOW it's a lie 'cause THAT'll be the day-ay- AY when I die.

Jika memperhatikan hubungan lirik lagu dengan irama maka, dapat dilihat bahwa ketukan kaki terjadi di tengah-tengah ketukan. Ucapan pertama pada baris kedua dimulai sebelum kaki menyentuh lantai dan masih menggantung sehingga seperti meletakkan kaki di tengah kata. Hal yang sama terjadi dengan kata *say* pada baris itu. Ketika nada mengantisipasi irama maka, seorang musisi memainkan nada sedikit lebih awal dari ketukan berat dan ini disebut sinkopasi. Ini adalah konsep yang sangat penting sebab berhubungan dengan harapan, serta berdampak secara emosional dari sebuah lagu. Sinkopasi memberi kita kejutan dan menambah semangat. Sama seperti kebanyakan lagu, orang merasakan “*That'll Be the Day*” dalam ketukan setengah; tidak ada yang salah dengan ini, karena merupakan sebuah interpretasi dan valid — dan mereka mengetukkan kaki dua kali dalam jumlah waktu yang sama dengan orang lain yang mengetuk empat kali: satu kali ketukan

berat, dan kemudian dua ketukan. Lagu ini sebenarnya dimulai dengan kata *Well* yang terjadi sebelum ketukan kuat ini disebut *pickup note*. *Holly* menggunakan dua kata, *Well, you* sebagai not untuk menuju bait dan setelah itu, selaras lagi dengan ketukan berat:

[pick up]Well, you
[line 1]GAVE me all your lovin' and your
[line 2](REST) tur-tle dovin' (rest)
[line 3]ALL your hugs and kisses and your
[line 4](REST) money too

Apa yang dilakukan *Holly* secara cerdas di sini adalah bahwa ia melanggar harapan kita tidak hanya dengan antisipasi tetapi dengan menunda kata-kata. Biasanya, akan ada kata pada setiap ketukan berat seperti dalam sajak anak-anak. Tapi di baris dua dan empat, ketika ketukan berat dan ia diam! Ini adalah cara lain dari para komponis untuk membangun kegembiraan dengan tidak memberi apa yang biasanya kita harapkan. Ketika orang bertepuk tangan atau menjentikkan jari sambil mendengarkan musik, mereka kadang secara alami dan tanpa disengaja melakukan ketukan secara berbeda dari yang dilakukan oleh kakinya: Mereka bertepuk tangan atau berteriak pada saat ketukan berat, tetapi pada ketukan kedua dan ketukan keempat. Inilah yang disebut *aksen* yang dinyanyikan *Chuck Berry* dalam lagunya "*Rock and Roll Music*".

John Lennon mengatakan bahwa esensi dari penulisan lagu *rock and roll* untuknya adalah untuk "Katakan saja apa adanya, bahasa Inggris yang sederhana, buatlah ritme dan berikan aksent di atasnya. Dalam "*Rock and Roll Music*" (yang dinyanyikan *John* dengan *The Beatles*), seperti pada kebanyakan lagu *rock*,

aksentuasi dimainkan oleh *snare drum* yang hanya bermain pada ketukan kedua dan keempat dari setiap birama, berlawanan dengan ketukan kuat pada ketukan pertama dan sekunder juga pada ketiga. Hentakan ini adalah elemen ritme khas musik *rock* dan Lennon banyak menggunakannya seperti pada “*Instant Karma*” (di bawah ini menunjukkan di mana aksens *snare drum* digunakan):

*Instant karma's gonna get you (rest) *whack* (rest) *whack* “Gonna knock you right on the head” (rest) *whack* (rest) *whack**

*But we all *whack* shine *whack* on *whack* (rest) *whack**

*Like the moon *whack* and the stars *whack* and the sun *whack* (rest) *whack**

Dalam “*We Will Rock You*” karya Queen, kita mendengar apa yang seperti hentakan kaki di bangku stadion dua kali berturut-turut (boom-boom) dan kemudian bertepuk tangan (CLAP) dalam ritme yang berulang: boom-boom-CLAP, boom- boom-CLAP; CLAP adalah aksens. Bayangkan kemeriahan parade John Philip Sousa, “*The Stars and Stripes Forever*”. Jika kita dapat mendengarnya dalam pikiran maka, dapat mengetukkan kaki bersama dengan mental irama. Sementara musik berbunyi “DAH-dah-ta DUM-dum dah DUM-dum dum-dum DUM”, kaki Anda akan mengetuk TURUN-NAIK TURUN-NAIK TURUN-NAIK TURUN-NAIK TURUN-NAIK TURUN-NAIK. Dalam lagu ini, sangat wajar untuk mengetuk kaki pada setiap dua not seperempat. Kami mengatakan bahwa lagu ini adalah sebenarnya “dalam dua” yang berarti bahwa pengelompokan ritme adalah dua not per ketukan.

Sekarang bayangkan “*My Favorite Things*” (kata-kata dan musik oleh Richard Rodgers dan Oscar Hammerstein). Lagu ini dalam irama waltz atau yang

disebut $3/4$. Ketukan tampaknya mengatur diri dalam kelompok tiga, dengan ketukan yang kuat diikuti oleh dua yang lemah. “Hujan-turun-di atas BUNGA dan KUMIS-pada KUCING-puluhan (sisanya)”. SATU-dua-tiga SATU-dua-tiga SATU-dua-tiga SATU-dua-tiga SATU-dua-tiga.

Seperti halnya *pitch*, rasio bilangan bulat kecil dari durasi adalah yang paling umum dan ada bukti yang terakumulasi bahwa lebih mudah untuk diproses secara rapi. Tetapi, seperti yang dicatat Eric Clarke, rasio bilangan bulat kecil hampir tidak pernah ditemukan dalam sampel musik nyata. Ini menunjukkan bahwa ada proses kuantisasi menyamakan durasi yang terjadi selama pemrosesan saraf terhadap waktu musik. Otak memperlakukan durasi serupa dengan yang sama, membulatkan beberapa ke atas dan beberapa ke bawah untuk memperlakukannya sebagai rasio bilangan bulat sederhana seperti 2:1, 3:1 dan 4:1. Ada pengelompokan yang ritmis lainnya, seperti $5/4$, $7/4$, dan $9/4$. Meter yang agak umum adalah $6/8$, di mana kita menghitung enam ketukan untuk mengukur dan setiap not kedelapan mendapat satu ketukan. Ini mirip dengan irama waltz $3/4$, perbedaannya adalah bahwa komposer berniat agar musisi lebih dapat “merasakan” musik dalam kelompok enam daripada kelompok tiga, dan untuk denyut nadi yang mendasari, menjadi catatan kedelapan durasi yang lebih pendek bukan dari not seperempat.

Ini menunjuk ke hierarki yang ada dalam pengelompokan musik. Dimungkinkan untuk menghitung $6/8$ sebagai dua kelompok $3/8$ (SATU dua dua tiga SATU dua tiga) atau sebagai satu kelompok enam (SATU dua tiga empat empat lima enam) dengan aksentuasi sekunder pada ketukan keempat, dan bagi sebagian besar

pendengar ini adalah seluk-beluk yang tidak menarik karena hanya menyangkut seorang pemain. Tetapi mungkin ada perbedaan pada otak.

Kita tahu bahwa ada sirkuit neural yang secara spesifik terkait dengan mendeteksi dan melacak meter musik dan bahwa otak kecil terlibat dalam pengaturan jam atau waktu internal yang dapat disinkronkan dengan peristiwa secara riil. Belum ada yang melakukan percobaan untuk melihat apakah 6/8 dan 3/4 memiliki representasi saraf yang berbeda, tetapi karena musisi benar-benar memperlakukan mereka sebagai hal berbeda, ada kemungkinan besar bahwa otak juga. Prinsip dasar ilmu saraf kognitif adalah bahwa otak memberikan dasar biologis untuk setiap perilaku atau pikiran yang dialami dan pada tingkat tertentu harus ada diferensiasi saraf di mana pun karena perbedaan perilaku.

Tentu saja, irama 4/4 dan 2/4 mudah untuk berjalan, menari, atau berbaris karena (karena jumlahnya genap) selalu berakhir dengan kaki yang sama mengenai lantai dengan pukulan kuat. Tiga perempat kurang alami untuk berjalan; Anda tidak akan pernah melihat divisi militer atau infanteri berbaris ke 3/4. Lima perempat waktu digunakan sesekali, contoh paling terkenal adalah tema Lalo Shiffrin dari "*Mission: Impossible*", dan lagu Dave Brubeck "*Take Five*". Saat Anda menghitung dan mengetuk kaki ke lagu-lagu ini, akan terlihat bahwa kelompok irama dasar menjadi: *ONE-two-three-four-five, ONE-two-three-four-five*. Ada ketukan kuat sekunder dalam komposisi Brubeck pada empat: SATU-dua-tiga-EMPAT-lima. Dalam hal ini, banyak musisi menganggap 5/4 ketukan terdiri dari ketukan 3/4 dan 2/4 bergantian. Dalam "*Mission: Impossible*", tidak ada pembagian yang jelas. Tchaikovsky menggunakan irama 5/4 untuk gerakan kedua

Symphony Keenamnya. Pink Floyd menggunakan $7/4$ untuk lagu mereka “*Money*”, seperti halnya Peter Gabriel untuk “*Salisbury Hill*”; jika Anda mencoba mengetuk kaki atau menghitung maka harus menghitung tujuh di antara setiap ketukan yang kuat.

Saya sampaikan saat diskusi kekerasan bunyi karena secara definitif memang tidak banyak yang dapat diceritakan mengenai hal itu dan kebanyakan orang belum tahu. Satu hal yang berlawanan dengan intuisi adalah bahwa, kekerasan bunyi seperti *pitch*, sebuah fenomena yang sepenuhnya psikologis, yaitu kenyaringan tidak ada di dunia, itu hanya ada dalam pikiran. Dan ini benar karena alasan yang sama bahwa nada hanya ada dalam pikiran. Saat menyesuaikan volume sistem stereo, secara teknis meningkatkan amplitudo getaran molekul yang pada gilirannya ditafsirkan sebagai suara keras oleh otak kita. Intinya di sini adalah bahwa diperlukan otak untuk mengalami apa yang kita sebut "kenyaringan". Ini mungkin tampak seperti perbedaan semantik, tetapi penting untuk menjaga istilah kita tetap sesuai. Beberapa anomali aneh terdapat dalam representasi mental amplitudo, seperti kekerasan bunyi yang tidak meningkat (kekerasan bunyi, nada, adalah logaritmik), atau fenomena bahwa nada-nada sinusoidal bervariasi sebagai fungsi dari amplitudo. Amplitudo atau temuan suara, dapat tampak lebih keras ketika setelah diproses secara elektronik dengan cara-cara tertentu - seperti kompresi rentang dinamis yang sering dilakukan dalam musik *heavy metal*.

Kekerasan bunyi diukur melalui desibel (dinamai Alexander Graham Bell dan disingkat dB) dan itu adalah unit tanpa dimensi seperti persen; mengacu pada rasio dua tingkat suara. Dalam hal ini mirip dengan berbicara tentang interval

musik, tetapi tidak berbicara tentang nama not. Skala logaritmik dan mengganggakan intensitas sumber suara menghasilkan peningkatan 3 dB dalam suara. Skala logaritmik berguna untuk membahas suara karena sensitivitas telinga yang luar biasa: Rasio antara suara paling keras yang dapat kita dengar tanpa menyebabkan kerusakan permanen dan suara paling lembut yang kita deteksi adalah sejuta banding satu, ketika diukur sebagai tekanan suara di udara pada skala dB ini adalah 120 dB. Rentang ketajaman suara yang dapat kita rasakan disebut rentang dinamis. Terkadang kritik tentang rentang dinamis terjadi pada rekaman musik berkualitas tinggi. Jika sebuah rekaman memiliki rentang dinamis 90 dB, itu berarti bahwa perbedaan antara bagian terlembut dari rekaman dan paling keras adalah 90 dB yang dianggap sangat tinggi oleh sebagian besar ahli dan di luar kemampuan sebagian besar sistem audio rumah.

Telinga kita memampatkan suara yang sangat keras untuk melindungi komponen halus dari rongga telinga bagian tengah dan dalam. Biasanya, ketika suara semakin keras maka persepsi kita tentang kenyaringan meningkat secara proporsional. Tetapi ketika suara benar-benar keras, peningkatan proporsional dalam sinyal yang ditransmisikan oleh gendang telinga akan menyebabkan kerusakan permanen. Kompresi tingkat suara dalam rentang dinamis berarti bahwa peningkatan besar dalam tingkat suara di alam menciptakan perubahan tingkat yang jauh lebih kecil di telinga kita. Sel-sel rambut bagian dalam memiliki rentang dinamis 50 desibel (dB) dan kita dapat mendengar lebih dari rentang dinamis 120 dB. Untuk setiap 4 dB peningkatan tingkat suara, peningkatan 1 dB ditransmisikan ke sel-sel rambut bagian dalam.

Sebagian besar dari kita dapat mendeteksi kapan kompresi ini terjadi karena suara terkompresi memiliki kualitas berbeda. Akustik telah mengembangkan cara untuk membuatnya mudah dalam tingkat suara di lingkungan karena dB mengekspresikan rasio antara dua nilai. Mereka memilih tingkat referensi standar (20 mikropaskal tekanan suara) yang kira-kira sama dengan ambang pendengaran manusia untuk kebanyakan orang sehat, suara nyamuk yang terbang sepuluh langkah jauhnya. Untuk menghindari kebingungan, ketika desibel digunakan untuk merefleksikan titik referensi dari level tekanan suara ini maka, disebut dB (SPL). Berikut adalah beberapa petunjuk untuk tingkatan suara, diekspresikan dalam dB (SPL):

- 0 dB nyamuk beterbangan dalam ruang yang tenang, kira-kira 10 langkah dari telingamu.
- 21 dB ruangan studio rekaman atau kantor yang sangat eksekutif.
- 35 dB tipikal ruang kantor yang tenang dengan pintu tertutup dan komputer mati.
- 50 dB tipikal ruang untuk berbicara.
- 75 dB tingkat mendengarkan musik yang khas dan nyaman di *headphone*.
- 100–105 dB konser musik atau opera klasik pada bagian yang keras; beberapa pemutar musik portabel mencapai 105 dB.
- 110 dB pelompat tiga kaki jauhnya.
- 120 dB mesin jet terdengar di landasan pacu dari jarak tiga ratus kaki; konser *rock* yang khas.
- 126-130 dB ambang batas rasa sakit dan kerusakan; konser *rock* oleh *WHO* (perhatikan bahwa 126 dB empat kali lebih keras dari 120 dB).
- 180 dB peluncuran pesawat ulang-alik.
- 250–275 dB Pusat tornado; erupsi vulkanik.

Menyumbat telinga dengan menyisipkan busa secara konvensional dapat menghalangi sekitar 25 dB suara, meskipun tidak dapat dilakukan pada seluruh rentang frekuensi. Penyumbat telinga dalam konser *WHO* dapat meminimalkan

risiko kerusakan permanen dengan menurunkan tingkat kebisingan mencapai telinga mendekati 100-110 dB (SPL). Jenis pelindung telinga ini merupakan jenis penutup telinga yang dikenakan pada jarak tembak dan oleh petugas pendaratan bandara di mana sering dilengkapi dengan colokan di dalam telinga untuk memberikan perlindungan maksimal.

Banyak orang menyukai musik yang sangat keras. Penonton konser berbicara tentang kesadaran khusus, perasaan senang dan gembira ketika suara musiknya melebihi 115 dB. Kami belum tahu mengapa demikian. Mungkin sebagian alasannya terkait dengan fakta bahwa musik *rock* menguasai sistem pendengaran, menyebabkan tembakan neuron pada tingkat maksimum. Ketika banyak neuron yang menembak secara maksimal, ini secara kualitatif dapat menyebabkan perubahan sifat otak dibandingkan ketika pada tingkat normal. Namun demikian, beberapa orang menyukai musik yang keras dan beberapa orang tidak. Kekerasan bunyi adalah salah satu dari tujuh elemen utama musik bersama dengan nada, irama, melodi, harmoni, tempo, dan meter.

Perubahan sangat kecil dalam kekerasan bunyi memiliki efek mendalam pada komunikasi emosi musikal. Seorang pianis dapat memainkan lima not sekaligus dan membuat satu not hanya sedikit lebih keras dari yang lainnya, menyebabkannya mengambil peran yang sama sekali berbeda dalam persepsi kita secara keseluruhan tentang bagian musik. Kerasnya suara juga merupakan isyarat penting untuk ritme, seperti yang kita lihat di atas, dan sebagai parameter sehingga kenyaringan nadalah yang menentukan bagaimana mereka dikelompokkan secara ritmis.

Sekarang kita telah memiliki pandangan menyeluruh dan kembali ke topik luasnya nada. Ritme adalah permainan harapan. Ketika kita mengetukkan kaki sekaligus memprediksi apa yang akan terjadi dalam musik selanjutnya. Kita juga memerankan permainan harapan dalam musik melalui nada-nada. Aturannya adalah pada kunci dan harmoni. Kunci musik adalah konteks nada untuk musik.

Tidak semua musik memiliki kunci. Drum Afrika, misalnya, tidak, juga musik dua belas nada komponis kontemporer dari Schönberg. Tetapi hampir semua musik yang kita dengar dalam budaya Barat mulai dari *jingle* komersial di radio hingga simfoni paling serius oleh Bruckner, musik gospel Mahalia Jackson hingga punk Sex Pistols, memiliki serangkaian *pitch* sentral yang akan dikembalikan ke pusat nada, yaitu kuncinya. Kunci dapat berubah selama lagu berlangsung (disebut modulasi), tetapi dengan definisi secara umum kunci merupakan sesuatu yang tahan untuk jangka waktu relatif lama selama jalannya lagu, biasanya dalam hitungan menit.

Jika sebuah melodi didasarkan pada skala C mayor, misalnya, kita umumnya mengatakan bahwa melodi itu “dalam kunci C”. Ini berarti bahwa melodi memiliki momentum untuk kembali ke nada C, dan bahkan jika itu tidak berakhir pada huruf C maka, nada C adalah apa yang disimpan pendengar dalam pikiran mereka sebagai nada dominan dan fokus dari keseluruhan lagu. Komponis mungkin sementara menggunakan nada dari luar skala C mayor, tetapi kami mengenalinya sebagai penyimpangan seperti pengeditan cepat dalam film ke adegan paralel atau kilas balik, di mana kita tahu bahwa akan kembali ke alur cerita utama sudah dekat dan tak terhindarkan.

Atribut *pitch* sebagai fungsi musik dalam skala atau konteks nada/harmonik. Not tidak selalu terdengar sama bagi kita setiap kali mendengarnya: Kita mendengarnya dalam konteks melodi dan apa yang telah terjadi sebelumnya, dan mendengar dalam konteks harmoni dengan akor yang menyertainya. Kita bisa menganggapnya sebagai rasa: Oregano rasanya enak dengan terong atau saus tomat, mungkin kurang enak dengan agar-agar pisang. Krim memiliki arti yang berbeda ketika berada di atas stroberi dibandingkan ketika ada di dalam kopi atau bagian dari krim saus salad bawang putih.

Dalam “*For No One*” oleh *The Beatles*, melodi dinyanyikan pada satu nada untuk dua hitungan, tetapi akor yang menyertai nada itu berubah, memberikan suasana hati berbeda dengan suara berbeda pula. Lagu “*One Note Samba*” oleh Antonio Carlos Jobim sebenarnya berisi banyak not, tetapi satu not ditampilkan di sepanjang lagu dengan akor yang berganti menyertainya dan kita mendengar berbagai nuansa makna musik yang berbeda. Dalam beberapa konteks *chordal*, nada itu terdengar cerah dan bahagia, di sisi lain, termenung. Hal lain yang sebagian besar dari kita kuasai bahkan jika bukan musisi, dapat mengenali progresivitas akor yang akrab bahkan tanpa adanya melodi yang terkenal. Eagles memainkan urutan akor ini dalam konser

B minor / Fis mayor / A mayor / E mayor / G mayor / D mayor / E minor
/ Fis mayor

Mereka tidak harus memainkan lebih dari tiga akor sebelum ribuan penggemar di antara penonton tahu bahwa mereka akan memperdengarkan “*Hotel California*”. Dan bahkan ketika mereka mengubah instrumentasi dari gitar listrik

ke gitar akustik, dari dua belas senar ke enam senar, orang cepat mengenali akor itu; kami bahkan mengenali ketika dimainkan oleh orkestra yang terdengar dari pengeras suara murah dalam versi Muzak di ruang dokter gigi. Terkait dengan topik skala, mayor dan minor adalah topik harmoni dan disonansi. Beberapa suara terasa tidak menyenangkan bagi, meskipun kita tidak selalu tahu mengapa. Melengking suara goretan kuku di papan tulis adalah contoh klasik, tetapi ini tampaknya hanya berlaku untuk manusia; monyet tampaknya tidak keberatan (atau setidaknya dalam satu percobaan yang dilakukan, mereka suka itu terdengar seperti musik *rock*).

Pada musik, beberapa orang tidak tahan dengan suara gitar listrik yang distorsi; yang lain tidak akan mendengarkan apapun. Pada tingkat harmonis — yaitu tingkat notasi dan bukan nada-nada yang terlibat — beberapa orang menemukan interval atau akor tertentu secara khusus tidak menyenangkan. Musisi menyebut akor dan interval yang terdengar menyenangkan sebagai konsonan dan yang tidak menyenangkan sebagai disonan. Banyak penelitian pada masalah mengapa kita menemukan konsonan beberapa interval dan bukan yang lain, dan hingga saat ini tidak ada kesepakatan tentang itu.

Sejauh yang kita ketahui bahwa, batang otak dan struktur inti *koklea dorsal* sangat primitif sehingga semua vertebrata memilikinya karena dapat membedakan antara konsonan dan disonan; perbedaan ini terjadi bukan pada tingkat yang lebih tinggi yaitu, wilayah otak manusia yang terlibat korteks. Meskipun mekanisme saraf mendasari konsonan dan disonansi masih diperdebatkan, sudah ada kesepakatan tentang beberapa interval yang dianggap konsonan. Interval dibunyikan serentak dengan not yang sama dianggap konsonan, seperti oktaf. Ini

membuat rasio frekuensi sederhana masing-masing 1:1 dan 2:1. (Dari sudut pandang akustik, setengah dari puncak dalam bentuk gelombang untuk oktaf sejajar satu sama lain dengan sempurna, separuh lainnya jatuh tepat di antara dua puncak.)

Menariknya, jika kita membagi oktaf tepat menjadi setengah maka, interval berakhir dengan apa yang disebut *tritone* dan kebanyakan orang menganggapnya sebagai interval paling tidak menyenangkan. Sebagian alasan ini mungkin terkait dengan fakta bahwa *tritone* tidak berasal dari rasio bilangan bulat sederhana, rasionya adalah 43:32. Kita dapat melihat konsonan dari perspektif rasio. Rasio 3:1 adalah rasio sederhana, dan itu menentukan dua oktaf. Rasio 3:2 juga merupakan rasio bilangan bulat dan yang menentukan interval kelima sempurna. Ini adalah jarak antara misalnya, C dan G di atasnya. Jarak dari G ke C di atasnya membentuk interval keempat sempurna, dan rasio frekuensinya menjadi 4:3.

Not khusus yang ditemukan dalam skala utama berasal dari akar ke Yunani kuno dan pengertian mereka tentang harmoni. Jika kita mulai dengan not C dan hanya menambahkan interval seperlima sempurna untuk interaktif, akhirnya menghasilkan serangkaian frekuensi yang sangat dekat dengan skala saat ini: C - G - D - A - E - B - Fis - Cis - Gis - Dis - Ais - Eis (atau F), dan kemudian kembali ke C. Ini dikenal sebagai lingkaran perlima karena setelah melalui siklus, akhirnya kembali pada not ketika mulai.

Menariknya, jika kita mengikuti seri nada maka, dapat menghasilkan frekuensi yang agak dekat dengan skala utama juga. Sebuah not tunggal tidak bisa dengan sendirinya, karena menjadi disonan tetapi dapat terdengar disonan dengan latar belakang akor tertentu, terutama ketika akor menyiratkan kunci bahwa not

tunggal itu bukan bagian dari skala. Dua not bisa terdengar disonan baik ketika dimainkan secara bersamaan atau berurutan, jika urutannya tidak sesuai dengan kebiasaan yang telah dipelajari berarti cocok dengan idiom musik kita.

Akor juga dapat terdengar disonan, terutama ketika diambil dari luar kunci yang telah ditetapkan. Menyatukan semua faktor ini adalah tugas komponis. Sebagian besar dari kita adalah pendengar yang sangat diskriminatif dan ketika komponis melakukan sedikit ketidak seimbangan maka, terasa bahwa harapan telah dikhianati lebih dari yang dikondisikan dan kita beralih stasiun radio, melepas *earphone*, atau hanya berjalan keluar ruangan. Saya telah mengamati elemen-elemen utama di musik: *pitch*, timbre, kunci, harmoni, kekerasan bunyi, ritme, meter, dan tempo. Ilmuwan saraf mendekonstruksi suara menjadi komponen-komponen untuk dipelajari secara selektif bagian otak mana yang terlibat dalam memproses masing-masing dan ahli musik membahas kontribusinya untuk pengalaman estetika mendengarkan. Sehingga sebuah musik — dianggap berhasil atau gagal karena hubungan antara elemen-elemen ini.

Komponis dan musisi jarang memperlakukan ini dalam isolasi total; mereka tahu bahwa mengubah ritme juga mungkin membutuhkan perubahan nada atau suara atau akor yang menyertai ritme itu. Salah satu pendekatan untuk mempelajari hubungan antara unsur-unsur ini telah dimulai pada akhir 1800-an oleh psikolog Gestalt.

Pada 1890, Christian von Ehrenfels dibuat bingung oleh sesuatu yang kita anggap remeh dan tahu bagaimana melakukannya yaitu: transposisi melodi. Transposisi adalah menyanyi atau memainkan lagu dengan kunci berbeda atau

dengan nada berbeda. Ketika kita menyanyikan lagu “*Selamat Ulang Tahun*”, biasanya hanya mengikuti orang pertama yang mulai bernyanyi dan dalam kebanyakan kasus orang akan mulai dengan nada apa pun yang dia sukai. Dia bahkan mungkin telah memulai dengan nada yang tidak diketahui dari skala apa misalnya, jatuh di antara C dan Cis dan hampir tidak ada yang akan memperhatikan atau peduli. Bila “*Selamat Ulang Tahun*” dinyanyikan tiga kali dalam seminggu, mungkin akan dinyanyikan dalam tiga rangkaian nada dasar berbeda. Setiap versi lagu yang berbeda disebut transposisi.

Psikolog Gestalt von Ehrenfels, Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka, dan yang lain tertarik pada masalah konfigurasi, yaitu, bagaimana elemen-elemen berkumpul untuk membentuk suatu keutuhan objek yang secara kualitatif berbeda jumlahnya dan tidak dapat dipahami secara masing-masing. Kata Gestalt dalam bahasa Inggris berarti seluruh bentuk terpadu, berlaku untuk objek artistik dan nonartistik. Seseorang dapat menganggap jembatan gantung sebagai Gestalt. Fungsi dan kegunaan jembatan tidak mudah dipahami dengan melihat potongan kabel, girder, baut, dan balok baja; hanya ketika mereka bersatu dalam bentuk jembatan maka, dapat dipahami bagaimana jembatan berbeda dari sebuah tiang pancang konstruksi yang mungkin terbuat dari bahan yang sama. Demikian pula, dalam lukisan, hubungan antar elemen adalah aspek penting dari produk artistik akhir.

Contoh klasik adalah wajah Mona Lisa tidak akan menjadi seperti itu jika mata, hidung, dan mulut dilukis seluruhnya sebagaimana adanya tetapi tersebar di kanvas dengan penataan yang berbeda. Para Gestaltis bertanya-tanya, bagaimana

mungkin sebuah melodi yang terdiri dari serangkaian nada khusus dapat mempertahankan identitasnya, kemampuannya untuk dikenali, bahkan ketika semua nada itu diubah. Inilah kasus di mana mereka tidak dapat menghasilkan penjelasan teoretis yang memuaskan, sebuah hasil akhir atas bentuk detil, keseluruhan dari bagian-bagian. Mainkan melodi menggunakan tangga nada apa pun dan selama hubungan antara nada itu dipertahankan konstan maka ia adalah melodi yang sama. Mainkan pada instrumen yang berbeda dan orang masih dapat mengenalinya. Mainkan dengan kecepatan setengah atau ganda atau memaksakan semua transformasi ini pada saat yang sama dan orang-orang masih tidak kesulitan mengenali itu sebagai lagu asli.

Mazhab Gestalt yang berpengaruh, dibentuk untuk menjawab pertanyaan khusus ini. Meskipun mereka tidak pernah menjawabnya tetapi kontribusinya tetap sangat besar terhadap pemahaman kita tentang bagaimana benda-benda di dunia visual diatur, melalui seperangkat aturan yang diajarkan di setiap kelas psikologi pengantar yaitu, “Prinsip-Prinsip Pengelompokan Gestalt”.

Albert Bregman, seorang psikolog kognitif dari Universitas McGill, melakukan sejumlah percobaan selama tiga puluh tahun terakhir untuk mengembangkan pemahaman yang sama tentang prinsip-prinsip pengelompokan suara. Teoretikus musik Fred Lerdahl dari Universitas Columbia dan ahli bahasa Ray Jack Endoff dari Universitas Brandeis (sekarang di Universitas Tufts) memecahkan masalah tersebut dengan menggambarkan seperangkat peraturan mirip dengan aturan tata bahasa dalam bahasa lisan yang mengatur komposisi musik dan ini termasuk prinsip pengelompokan untuk musik.

Basis saraf untuk prinsip-prinsip ini belum dikembangkan secara kompeten tetapi melalui serangkaian eksperimen perilaku yang cerdas, kami telah belajar banyak tentang fenomenologi prinsip-prinsip tersebut. Dalam visi, pengelompokan mengacu pada cara unsur-unsur di dunia visual, bergabung atau terpisah satu sama lain dalam citra mental kita tentang dunia. Sebagian pengelompokan merupakan proses otomatis, yang berarti bahwa sebagian besar terjadi dengan cepat di otak dan tanpa disadari. Ini hanya digambarkan seperti semacam masalah “apa yang terjadi dengan apa” di bidang visual kita.

Hermann von Helmholtz, ilmuwan abad-19 yang mengajarkan banyak hal tentang apa yang sekarang kita terima sebagai sains pendengaran, menggambarannya sebagai proses tak sadar yang melibatkan penyimpulan atau deduksi logis tentang benda-benda di dunia yang kemungkinan akan berjalan bersama berdasarkan pada sejumlah fitur atau atribut dari objek. Jika kita berdiri di puncak gunung dan menghadap ke lanskap yang bervariasi maka, kita dapat menggambarkan bahwa melihat dua atau tiga gunung lainnya, danau, lembah, dataran subur, dan hutan. Meskipun hutan terdiri dari ratusan atau ribuan pohon, pohon-pohon membentuk kelompok persepsi, berbeda dari hal-hal lain yang kita lihat, tidak harus karena pengetahuan kita tentang hutan, tetapi karena pohon-pohon tersebut memiliki sifat, bentuk, dan ukuran yang sama. Warna setidaknya ketika mereka tersebar pada tanah subur, danau, dan gunung.

Tetapi jika kita berada di tengah-tengah hutan dengan campuran pohon alder dan pinus, kulit putih halus dari alder akan menyebabkan mereka “menyala” sehingga menjadikannya kelompok terpisah dari pinus berbonggol gelap. Jika saya

menempatkan Anda di depan satu pohon dan menanyakan apa yang dilihat, Anda mungkin mulai fokus pada detail pohon itu: kulit kayu, cabang, daun (atau jarum), serangga, dan lumut. Ketika melihat halaman, kebanyakan orang biasanya tidak melihat bilah rumput semata, meskipun bisa jika kita memusatkan perhatian pada mereka. Pengelompokan adalah proses hierarkis dan cara otak membentuk kelompok persepsi adalah fungsi dari banyak faktor. Beberapa faktor pengelompokan bersifat intrinsik dengan objek itu sendiri bentuk, warna, simetri, kontras, dan prinsip-prinsip yang membahas kontinuitas garis dan tepi objek.

Faktor pengelompokan lain bersifat psikologis, yaitu berdasarkan pikiran, seperti sesuatu yang secara sadar coba kita perhatikan, ingatan apa yang dimiliki tentang benda ini atau benda-benda serupa dan apa harapan tentang bagaimana benda-benda harus berjalan bersama. Kelompok suara juga. Ini untuk mengatakan bahwa sementara ada beberapa kelompok yang terpisah satu sama lain. Kebanyakan orang tidak dapat mengisolasi suara dari salah satu biola di orkestra atau salah satu suara trompet dari yang lain ketika terbentuk dalam sebuah kelompok. Bahkan, seluruh orkestra dapat membentuk satu kelompok persepsi tunggal yang dalam terminologi Bregman tergantung pada konteksnya. Jika kita berada di sebuah konser luar ruangan dengan beberapa ansambel bermain sekaligus, suara orkestra di depan akan menyatu menjadi entitas auditori tunggal, terpisah dari orkestra lain di belakang dan samping. Melalui tindakan kemauan (perhatian) kemudian dapat fokus hanya pada biola orkestra di depan, sama seperti mengikuti percakapan pada orang di sebelah dalam ruangan yang penuh sesak dengan orang berbicara.

Salah satu kasus pengelompokan pendengaran adalah cara banyak suara yang sumbernya berbeda dari instrumen musik, menyatu menjadi sebuah konsep instrumen tunggal. Kita tidak mendengar harmonik individual oboe atau terompet, tetapi mendengar oboe atau mendengar trompet. Ini jauh lebih luar biasa jika membayangkan oboe dan trompet dimainkan pada saat yang sama. Otak kita mampu menganalisis puluhan frekuensi berbeda mencapai telinga dan menyatukannya dengan cara yang benar. Kita tidak memiliki kesan puluhan harmonisasi tanpa tubuh, juga tidak hanya mendengar satu instrumen hibrid. Alih-

alih otak kita membangun gambaran-gambaran mental yang terpisah dari oboe dan trompet dan juga suara mereka berdua yang bermain bersama sebagai dasar penghayatan terhadap kombinasi timbral dalam musik.

Inilah yang dibicarakan Pierce ketika dia terkagum pada nada-nada musik *rock*, suara-suara yang dihasilkan oleh bas dan gitar elektrik ketika kedua instrumen bermain bersama, benar-benar dapat dibedakan satu sama lain serta sekaligus menciptakan kombinasi sonik baru yang dapat didengar, didiskusikan, dan diingat. Sistem pendengaran kita memanfaatkan seri harmonik dalam pengelompokan suara bersama. Otak berevolusi dalam sebuah dunia di mana banyak suara yang ditemukan spesies kita selama puluhan ribu tahun sejarah evolusi. Saling berbagi sifat akustik satu sama lain termasuk seri harmonik seperti yang kita pahami sekarang. Melalui proses “inferensi bawah sadar” ini (sebagaimana von Helmholtz menyebutnya), otak kita berasumsi bahwa sangat tidak mungkin ada beberapa sumber suara yang berbeda, masing-masing menghasilkan komponen tunggal dari seri harmonik.

Alih-alih otak kita menggunakan “prinsip kemungkinan” bahwa itu haruslah satu objek yang menghasilkan komponen harmonis. Kita dapat membuat kesimpulan ini, bahkan yang tidak dapat diidentifikasi atau menamai instrumen “oboe” berbeda dari klarinet atau *bassoon* atau bahkan biola. Tetapi seperti halnya orang-orang yang tidak tahu nama-nama not dalam tangga nada masih dapat mengetahui kapan dua not berbeda dimainkan berlawanan dengan not yang sama, hampir semua dari kita bahkan kurang memiliki pengetahuan tentang nama-nama alat musik tetapi tahu ketika ada dua instrumen berbeda dibunyikan.

Cara menggunakan deret harmonik untuk mengelompokkan bunyi-bunyian sangat membantu menjelaskan mengapa kita mendengar bunyi trompet yang secara tidak langsung ke telinga kita, mereka berkelompok seperti padang rumput yang memberi kita kesan “halaman”. Ini juga menjelaskan bagaimana kita dapat membedakan trompet dari oboe, ketika masing-masing memainkan nada dengan frekuensi fundamental berbeda yang menimbulkan serangkaian nada berbeda. Dan otak kita dapat dengan mudah mencari tahu apa yang terjadi dalam proses komputasi karena menyerupai apa yang mungkin dilakukan komputer.

Tetapi itu tidak menjelaskan bagaimana kita dapat membedakan trompet dari oboe ketika mereka memainkan nada yang sama, apa lagi dengan frekuensi nada yang hampir sama (meskipun dengan karakteristik amplitudo instrument yang berbeda). Untuk itu, sistem pendengaran bergantung pada prinsip awal secara simultan. Suara-suara yang dimulai bersama pada saat bersamaan, dirasakan seperti berjalan bersama dalam pengertian pengelompokan. Dan itu sudah dikenal sejak Wilhelm Wundt menghadirkan laboratorium psikologi pertama pada 1870-an, bahwa sistem pendengaran kita sangat peka terhadap apa yang terbentuk secara simultan dalam pengertian ini mampu mendeteksi perbedaan dalam waktu awal sesingkat beberapa menit.

Jadi, ketika trompet dan *oboe* memainkan nada yang sama pada saat bersamaan, sistem pendengaran kita dapat mengetahui bahwa dua instrumen berbeda dimainkan karena spektrum suara dari nada untuk satu instrumen dimulai mungkin per-seribu detik sebelum spektrum suara yang lain. Inilah yang dimaksud

dengan proses pengelompokan, dan tidak hanya mengintegrasikan suara ke dalam satu objek tetapi memisahkan mereka ke dalam objek yang berbeda.

Prinsip awal secara simultan ini dapat dianggap lebih umum sebagai prinsip pemosisian temporal. Kami mengelompokkan semua suara yang dihasilkan oleh orkestra sekarang sebagai lawan dari suara yang akan dibuat besok malam. Waktu adalah faktor dalam pengelompokan pendengaran. Timbre adalah yang lain dan inilah yang membuatnya sangat sulit untuk membedakan satu biola dari beberapa biola yang dimainkan sekaligus, walaupun musisi dan konduktor ahli dapat melatih diri mereka untuk melakukan ini. Lokasi spasial adalah prinsip pengelompokan, karena telinga kita cenderung mengelompokkan suara yang berasal dari posisi relatif sama di ruang angkasa.

Kita tidak terlalu sensitif terhadap lokasi naik-turun tetapi sangat sensitif terhadap posisi pada bidang kiri-kanan dan agak sensitif terhadap jarak pada bidang maju-mundur. Sistem pendengaran mengasumsikan bahwa suara yang berasal dari lokasi berbeda di ruang angkasa mungkin merupakan bagian dari objek yang sama di dunia. Ini adalah salah satu penjelasan mengapa kita dapat mengikuti percakapan di ruang yang ramai dengan relatif mudah karena otak menggunakan isyarat lokasi spasial dari orang yang diajak bicara untuk menyaring percakapan lain. Ini juga membantu bahwa orang yang kita ajak bicara memiliki keunikan nada suaranya dan berfungsi sebagai isyarat pengelompokan tambahan. Amplitudo juga memengaruhi pengelompokan. Suara-suara dari kelompok kekerasan bunyi yang sama secara bersamaan, itulah bagaimana kita dapat mengikuti melodi dari tiup kayu yang berbeda dalam karya Mozart. Semua tempo nada sangat mirip, tetapi beberapa

instrumen bermain lebih keras daripada yang lain, menciptakan aliran berbeda di otak kita. Seolah-olah sebuah saringan mengambil suara ansambel tiup kayu dan memisahkannya menjadi bagian-bagian berbeda tergantung pada bagian mana dari skala kekerasan bunyi yang dimainkan.

Frekuensi, atau nada, adalah pertimbangan kuat dan mendasar dalam pengelompokan. Jika pernah mendengar *Partita Flute* karya Bach, biasanya ada saat-saat ketika beberapa nada seruling tampaknya “menonjol” dan memisahkan diri dari lainnya, terutama ketika pemain suling memainkan bagian cepat, pendengarannya setara dengan gambar “*Where's Waldo?*”.

Bach tahu banyak tentang kemampuan frekuensi untuk memisahkan suara dari satu sama lain dengan memblokir atau menghambat pengelompokan dan dia menulis sebagian lompatan besar dalam nada kwin sempurna atau lainnya. Nada-nada tinggi bergantian dengan nada-nada rendah, membuat aliran terpisah dan memberikan ilusi dua seruling kepada pendengar walau yang bermain hanya ada satu. Kami mendengar hal yang sama di banyak sonata biola oleh Lo-catelli. Yodelers dapat mencapai efek yang sama dengan suara mereka dengan menggabungkan isyarat nada dan nada; ketika seorang *yodeler* laki-laki melompat ke dalam register *falsetto*-nya. Ia menciptakan timbre yang berbeda dan biasanya lompatan besar, sehingga menyebabkan nada yang lebih tinggi lagi terpisah melahirkan pengertian a dan persepsi yang berbeda sehingga memberikan ilusi dua orang bernyanyi.

Kita sekarang tahu bahwa subsistem neurobiologis untuk atribut suara berbeda yang telah saya jelaskan terpisah sejak awal, pada level otak rendah. Ini

menunjukkan bahwa pengelompokan dilakukan oleh mekanisme umum yang satu sama lain bekerja agak independen. Tetapi jelas bahwa atribut bekerja dengan atau melawan satu sama lain ketika mereka bergabung dengan cara-cara tertentu dan juga bahwa pengalaman serta perhatian memiliki pengaruh pada tata cara pengelompokan, menunjukkan bahwa sebagian dari proses pengelompokan berada di bawah sadar, kontrol kognitif.

Cara-cara di mana proses sadar dan tidak sadar bekerja bersama dan mekanisme otak yang melandasinya masih diperdebatkan, hal tersebut telah kami pelajari selama hampir sepuluh tahun terakhir untuk memahaminya. Kami akhirnya sampai pada titik di mana dapat menentukan area otak tertentu yang terlibat dalam aspek pemrosesan musik. Kami bahkan yakin bahwa, tahu bagian otak mana yang menyebabkan kita memperhatikan sesuatu.

Bagaimana pikiran terbentuk? Apakah ingatan “disimpan” di bagian tertentu dari otak? Mengapa lagu kadang-kadang macet di kepala dan Anda tidak bisa mengeluarkannya? Apakah otak Anda mengambil kesenangan dengan perlahan-lahan, membuat kita tergila-gila dengan *jingle* komersial? Saya akan meneruskan ide-ide ini dan lainnya di bab-bab mendatang.

3. Dibalik Tirai

Musik dan Alat Berpikir

Bagi ilmuwan kognitif, kata pikiran mengacu pada bagian dari kita masing-masing yang mewujudkan pikiran, harapan, keinginan, ingatan, keyakinan, dan pengalaman. Otak, di sisi lain, adalah organ tubuh, kumpulan sel dan air, zat kimia dan pembuluh darah, yang berada di tengkorak. Aktivitas di otak memunculkan isi pikiran. Ilmuwan kognitif membuat analogi bahwa otak seperti CPU komputer atau perangkat keras, sedangkan pikiran seperti program atau perangkat lunak yang berjalan pada CPU. (Kalau saja itu benar dan kita hanya bisa meng-*upgrade* memori.) Program berbeda dapat berjalan pada perangkat keras yang pada dasarnya sama sehingga pikiran yang berbeda dapat muncul dari otak yang sangat mirip.

Budaya Barat telah mewarisi tradisi dualisme dari René Descartes bahwa, pikiran dan otak adalah dua hal yang sepenuhnya terpisah. Kaum dualis menyatakan bahwa pikiran sudah ada sebelumnya yaitu, sebelum kita dilahirkan dan otak bukanlah pusat pemikiran melainkan hanyalah alat pikiran yang membantu untuk mengimplementasikan kehendak pikiran, menggerakkan otot, dan mempertahankan homeostasis dalam tubuh.

Bagi kebanyakan dari kita, tentu terasa seolah-olah pikiran adalah sesuatu yang unik dan berbeda, terpisah dari hanya sekelompok proses neurokimia. Kita memiliki perasaan bagaimana rasanya menjadi saya, bagaimana rasanya ketika saya membaca buku, dan berpikir tentang bagaimana rasanya menjadi saya. Bagaimana saya bisa direduksi begitu saja menjadi akson, dendrit, dan saluran ion? Rasanya

seperti kita adalah sesuatu yang lebih. Tetapi perasaan ini bisa menjadi ilusi, sama seperti seolah-olah bumi berdiri, diam tidak berputar pada porosnya dengan kecepatan ribuan mil per jam.

Kebanyakan ilmuwan dan filsuf kontemporer percaya bahwa otak dan pikiran adalah dua bagian dari hal yang sama dan sebagian percaya bahwa perbedaan itu sendiri sebuah keniscayaan. Pandangan dominan hari ini adalah bahwa jumlah total pikiran, kepercayaan, dan pengalaman kita direpresentasikan dalam pola aktivitas elektrokimiawi di otak. Jika otak berhenti berfungsi maka pikiran hilang, tetapi otak masih bisa eksis, tanpa berpikir, dalam toples di laboratorium seseorang.

Bukti ini berasal dari temuan neuropsikologis dalam spesifisitas fungsi regional. Kadang-kadang, sebagai akibat serangan *stroke* (penyumbatan pembuluh darah di otak yang menyebabkan kematian sel), tumor, cedera kepala, atau trauma lainnya, area otak menjadi rusak. Dalam banyak kasus, kerusakan pada daerah otak tertentu menyebabkan hilangnya fungsi mental atau tubuh tertentu. Ketika lusinan atau ratusan kasus menunjukkan hilangnya fungsi spesifik yang terkait dengan wilayah otak tertentu, dapat disimpulkan bahwa wilayah otak ini entah bagaimana terlibat dalam atau mungkin bertanggung jawab atas fungsi itu.

Lebih dari seabad penyelidikan neuropsikologis semacam itu telah memungkinkan kita membuat peta area fungsi otak dan melokalisasi operasi kognitif tertentu. Pandangan yang berlaku tentang otak adalah bahwa itu merupakan sistem komputasi dan menganggap otak semacam komputer. Jaringan neuron yang saling berhubungan melakukan penghitungan informasi dan menggabungkan

perhitungannya dengan cara yang mengarah pada pemikiran, keputusan, persepsi, dan akhirnya kesadaran.

Subsistem yang berbeda, bertanggung jawab untuk berbagai aspek kognisi. Kerusakan pada area otak tepat di atas dan di belakang telinga kiri area *Wernicke* menyebabkan kesulitan dalam memahami bahasa lisan; kerusakan pada daerah di bagian paling atas kepala korteks motor menyebabkan kesulitan menggerakkan jari-jari; kerusakan pada area di pusat otak kompleks *hippocampal* dapat menghalangi kemampuan untuk membentuk ingatan baru, sementara tetap meninggalkan ingatan lama yang utuh. Kerusakan pada suatu area tepat di belakang dahi menyebabkan perubahan dramatis dalam kepribadian sehingga dapat merampas aspek kepribadian seseorang. Pelokalan fungsi mental semacam itu adalah argumen ilmiah yang kuat untuk keterlibatan otak dalam pemikiran dan tesis bahwa pikiran berasal dari otak.

Sejak 1848 (kasus medis Phineas Gage) diketahui bahwa *lobus frontal* terkait erat dengan aspek diri dan kepribadian. Namun seratus lima puluh tahun kemudian, sebagian besar dari apa yang dikatakan tentang kepribadian dan struktur saraf tidak jelas dan umum. Kita belum menemukan wilayah “kesabaran” otak, atau wilayah “kecemburuan” atau “murah hati”, yang sepertinya tidak mungkin dilakukan. Otak memiliki diferensiasi regional dari struktur dan fungsi, tetapi atribut kepribadian yang kompleks tidak diragukan lagi, didistribusikan secara luas ke seluruh otak. Otak manusia dibagi menjadi empat lobus yaitu frontal, temporal, parietal, dan oksipital plus otak kecil. Kita dapat membuat beberapa generalisasi tentang fungsi tetapi pada kenyataannya perilaku itu kompleks dan tidak mudah

direduksi menjadi pemetaan sederhana.

Lobus frontal dikaitkan dengan perencanaan dan kontrol diri, sehingga masuk akal bila di luar sinyal yang padat dan bercampur aduk, indra kita menerima apa yang disebut “organisasi persepsi” seperti dipelajari dalam psikologi Gestalt. Lobus temporal dikaitkan dengan pendengaran dan memori. Lobus parietal dengan gerakan motorik dan keterampilan spasial serta lobus oksipital pada penglihatan.

Otak kecil terlibat dalam emosi dan perencanaan gerakan serta merupakan bagian tertua dari evolusi otak kita; bahkan banyak hewan seperti reptil tidak memiliki daerah otak “tinggi” karena masih memiliki otak kecil. Pemisahan sebagian lobus frontal, korteks prefrontal dari talamus disebut lobotomi. Jadi ketika Ramones menyanyikan “Sekarang saya kira, saya harus memberi tahu mereka/Bahwa saya tidak punya otak kecil” dalam lagu mereka “*Teenage Lobotomy*” (kata-kata dan musik oleh Douglas Colvin, John Cummings, Thomas Erdely, dan Jeffrey Hyman), secara anatomis tidak akurat tetapi untuk kepentingan artistik dan menciptakan salah satu lirik lagu dalam musik *rock* tidak perlu dipermasalahkan.

Aktivitas musik melibatkan hampir setiap wilayah otak dan hampir setiap subsistem saraf yang kita ada. Aspek berbeda dari musik ditangani oleh daerah saraf yang berbeda, di mana otak menggunakan pemisahan fungsional untuk pemrosesan musik dan menggunakan sistem fitur pendeteksi yang tugasnya adalah untuk menganalisis aspek-aspek spesifik dari sinyal musik, seperti *pitch*, tempo, timbre, dan seterusnya. Beberapa pemrosesan musik memiliki kesamaan dengan operasi yang diperlukan untuk menganalisis suara; memahami pembicaraan, misalnya

mengharuskan kita mengelompokkan berbagai bunyi menjadi kata, kalimat, dan frasa, serta agar kita dapat memahami aspek di luar kata-kata, seperti sarkasme (bukan yang menarik). Beberapa dimensi berbeda dari suara musik perlu dianalisis, biasanya melibatkan beberapa proses saraf semu-independen dan kemudian perlu disatukan untuk membentuk representasi yang koheren dari apa yang kita dengarkan.

Mendengarkan musik dimulai dengan struktur subkortikal (di bawah korteks) *nuklei koklea*, batang otak, otak kecil dan kemudian naik ke korteks pendengaran di kedua sisi otak. Mencoba mengikuti musik yang kita tahu atau setidaknya musik dengan gaya yang sudah dikenal seperti barok atau *blues* merekrut daerah otak tambahan termasuk *hippocampus* pusat memori dan subbagian dari lobus frontal.

Secara khusus pada wilayah inferior frontal *cortex* yang berada di bagian paling bawah dari lobus frontal yaitu, dekat dengan dagu. Mengetuk irama musik baik secara riil atau hanya dalam pikiran, melibatkan sirkuit pengaturan waktu di otak kecil. Pertunjukan musik terlepas dari instrumen apa yang dimainkan atau apakah bernyanyi, melibatkan lobus frontal untuk perencanaan perilaku serta korteks motor di lobus parietal tepat di bawah bagian atas kepala dan korteks sensorik yang memberikan umpan balik bahwa kita telah menekan tombol kanan pada instrumen atau memindahkan tongkat di tempat yang kita lakukan. Membaca musik melibatkan korteks visual di belakang kepala pada bagian lobus oksipetal.

Mendengarkan atau mengingat lirik lagu menggunakan pusat bahasa, termasuk *Broca* dan *Wernicke* serta pusat lainnya di lobus temporal dan frontal.

Pada tingkat lebih mendalam, emosi yang kita alami sebagai respons terhadap musik melibatkan struktur bagian dalam di daerah primitif reptil dari *verba cerebelel* dan amigdala semacam jantung proses emosional. Gagasan spesifisitas regional terbukti tetapi prinsip pelengkap berlaku juga, yaitu distribusi fungsi.

Otak adalah perangkat paralel masif dengan operasi yang didistribusikan secara luas ke seluruh bagian. Tidak ada pusat bahasa tunggal juga tidak ada pusat musik tunggal. Sebaliknya, ada daerah yang melakukan operasi komponen dan daerah lain yang mengoordinasikan penyatuan informasi ini. Akhirnya, kita menemukan bahwa otak memiliki kapasitas untuk reorganisasi jauh melebihi apa yang dipikirkan sebelumnya. Kemampuan ini disebut neuroplastisitas dan dalam beberapa kasus, ini menunjukkan bahwa kekhususan regional mungkin bersifat sementara karena pusat pemrosesan untuk fungsi mental yang penting benar-benar pindah ke daerah lain setelah trauma atau kerusakan otak.

Sulit untuk menilai kompleksitas otak karena jumlahnya sangat besar hingga melampaui pengalaman kita sehari-hari (kecuali jika Anda seorang kosmologis). Otak rata-rata terdiri dari seratus miliar (100.000.000.000) neuron. Misalkan setiap neuron adalah satu dolar dan kita berdiri di sudut jalan mencoba memberikan dolar kepada orang-orang ketika mereka lewat, secepat kita bisa membagikannya, katakanlah satu dolar per detik. Jika dilakukan dua puluh empat jam sehari, 365 hari setahun tanpa berhenti dan jika telah dimulai pada hari Yesus dilahirkan, saat ini hanya akan menghabiskan sekitar dua pertiga dari uang tersebut. Bahkan jika kita memberikan uang kertas seratus dolar sekali per detik, diperlukan tiga puluh dua tahun untuk menghabiskan semuanya. Ini banyak neuron, tetapi

kekuatan dan kompleksitas otak (dan pemikiran) yang sesungguhnya datang melalui koneksi mereka.

Setiap neuron terhubung ke neuron lain yang biasanya seribu hingga sepuluh ribu lainnya. Hanya empat neuron yang dapat dihubungkan dalam enam puluh tiga cara atau tidak sama sekali, dengan total enam puluh empat kemungkinan. Ketika jumlah neuron meningkat maka, jumlah koneksi yang mungkin tumbuh secara eksponensial (rumus untuk cara 'n' neuron dapat terhubung satu sama lain adalah $2^{(n * (n-1) / 2)}$):

- Untuk 2 neuron ada 2 kemungkinan bagaimana mereka dapat terhubung.
- Untuk 3 neuron ada 8 kemungkinan.
- Untuk 4 neuron ada 64 kemungkinan.
- Untuk 5 neuron ada 1.024 kemungkinan.
- Untuk 6 neuron ada 32.768 kemungkinan.

Jumlah kombinasi menjadi begitu besar sehingga tidak mungkin kita pernah memahami semua kemungkinan koneksi di otak, atau apa artinya. Jumlah kombinasi yang mungkin — dan karenanya jumlah pemikiran berbeda atau keadaan otak kita masing-masing dapat melebihi jumlah partikel yang diketahui di seluruh alam semesta. Demikian pula, kita dapat melihat bagaimana semua lagu yang pernah didengar dan yang akan dibuat terdiri hanya dari dua belas not musik (mengabaikan oktaf). Setiap nada bisa pergi ke nada lain atau ke dirinya sendiri atau istirahat dan ini menghasilkan dua belas kemungkinan. Tetapi masing-masing kemungkinan menghasilkan dua belas lebih. Ketika kita memperhitungkan ritme masing-masing nada dan mengambil satu dari banyak panjang nada yang berbeda,

kemungkinan jumlahnya akan bertumbuh sangat cepat.

Sebagian besar kekuatan komputasi otak berasal dari kemungkinan yang sangat besar untuk interkoneksi dan berasal dari fakta bahwa otak adalah mesin pengolah paralel, bukan pengolah serial. Prosesor serial seperti jalur perakitan, menangani setiap informasi saat turun dari sabuk konveyor, melakukan beberapa operasi pada informasi tersebut dan kemudian mengirimkannya ke kanal untuk operasi berikutnya. Komputer bekerja seperti ini. Minta komputer untuk mengunduh lagu dari situs Web, memberi tahu kita cuaca di Boise, dan menyimpan fail yang sedang dikerjakan dan itu akan dilakukannya satu per satu; melakukan hal-hal tersebut begitu cepat hingga seolah-olah melakukannya pada saat yang sama secara paralel tetapi tidak. Di sisi lain, otak dapat mengerjakan banyak hal sekaligus, tumpang tindih dan paralel.

Sistem pendengaran kita memroses suara dengan cara ini, tidak perlu menunggu untuk mengetahui dari mana nada suara itu berasal; sirkuit saraf yang dikhususkan untuk dua operasi ini mencoba untuk menghasilkan jawaban pada saat yang sama. Jika satu sirkuit saraf menyelesaikan pekerjaannya sebelum yang lain maka, ia hanya mengirimkan informasi ke daerah otak yang terhubung dan dapat segera digunakan. Jika informasi datang terlambat lalu memengaruhi interpretasi dari apa yang didengar berasal dari sirkuit pemrosesan terpisah maka, otak dapat “berubah pikiran” dan memperbarui apa yang menurutnya ada di luar sana. Otak kita memperbarui pendapat mereka setiap saat, terutama dalam hal merasakan rangsangan visual dan pendengaran ratusan kali per detik bahkan kita tidak menyadarinya. Inilah analogi untuk memahami bagaimana neuron terhubung satu

sama lain. Bayangkan kita sedang duduk sendirian di rumah pada suatu minggu pagi. Kita tidak merasakan apa pun — tidak terlalu bahagia juga tidak terlalu sedih, tidak marah, bersemangat, cemburu, atau tegang. Kita merasa netral. Punya banyak teman, jaringan dan dapat mengundang salah satu dari mereka.

Katakanlah bahwa masing-masing teman lebih dari satu dimensi dan mereka dapat memberikan pengaruh besar pada suasana hati kita. Misalnya bahwa, jika menelepon teman kita Hannah maka, ia akan membuat senang. Setiap kali berbicara dengan Sam akan membuat sedih, karena kami memiliki teman ketiga yang meninggal dan Sam mengingatkan akan hal itu. Berbicara dengan Carla membuat tenang dan tenteram karena dia memiliki suara yang menenangkan dan kita teringat saat-saat duduk di hutan bersamanya, menikmati sinar matahari dan bermeditasi. Berbicara dengan Edward membuat kita merasa bersemangat; berbicara dengan Tammy merasa tegang. Kita dapat mengangkat telpon dan terhubung ke teman-teman ini dan menimbulkan emosi tertentu.

Kita mungkin memiliki ratusan atau ribuan teman satu dimensi ini, masing-masing mampu membangkitkan ingatan, pengalaman, atau keadaan suasana hati tertentu. Ini koneksi kita. Mengakses mereka menyebabkan kita mengubah suasana hati. Jika berbicara dengan Hannah dan Sam pada saat yang sama, atau satu demi satu, Hannah akan membuat kita merasa bahagia, Sam akan membuat kita sedih, dan pada akhirnya kita akan kembali ke tempat yang netral. Tetapi kita dapat memberi nuansa tambahan yang berbobot atau kekuatan pengaruh koneksi-koneksi ini melalui seberapa dekat dengan seseorang pada waktu tertentu. Bobot itu menentukan besarnya pengaruh orang tersebut terhadap kita. Jika kita merasa dua

kali lebih dekat dengan Hannah dari pada Sam maka, berbicara dengan Hannah dan Sam untuk jumlah waktu yang sama akan membuat kita merasa bahagia, meskipun tidak sesenang ketika berbicara dengan Hannah sendirian. Kesedihan Sam membuat kita sedih tetapi hanya setengah dari kebahagiaan yang didapatkan dari berbicara dengan Hannah.

Katakanlah bahwa semua orang ini dapat berbicara satu sama lain dan dengan demikian, kondisi mereka dapat sedikit ditingkatkan. Meskipun Hannah sangat ceria, keceriaannya bisa berkurang melalui percakapan dengan Sam yang sedih. Jika menelepon Edward pemberi semangat setelah dia baru saja berbicara dengan Tammy yang tegang (baru saja menutup telpon dengan Justine yang cemburu), Edward dapat membuat kita merasakan campuran emosi baru yang belum pernah dialami sebelumnya. Semacam kecemburuan yang memerlukan banyak energi untuk dikeluarkan. Dan salah satu dari mereka dapat menelepon kapan saja, membangkitkan keadaan ini dalam diri kita sebagai rantai perasaan atau pengalaman kompleks yang telah ada. Masing-masing akan saling mempengaruhi, dan pada gilirannya akan meninggalkan tanda emosional. Dengan ribuan teman yang saling terhubung seperti ini serta banyak dering telpon maka, jumlah kondisi emosional yang dialami melalui tindakan akan sangat bervariasi.

Secara umum dipahami bahwa pikiran dan ingatan muncul dari berbagai koneksi seperti yang dibuat oleh neuron kita. Tidak semua neuron sama-sama aktif pada satu waktu namun, ini akan menyebabkan aneka gambar dan sensasi di kepala kita (pada kenyataannya, inilah yang terjadi pada epilepsi). Kelompok neuron tertentu — disebut jaringan — menjadi aktif selama aktivitas kognitif tertentu dan

mereka pada gilirannya dapat mengaktifkan neuron lain.

Ketika mematikan jari kaki saya maka, reseptor sensorik di jari kaki mengirim sinyal ke korteks sensorik di otak. Ini memicu rantai aktivasi saraf yang menyebabkan saya mengalami rasa sakit dan dengan menarik kaki dari objek tersebut, hal itu menyebabkan mulut saya terbuka tanpa sadar dan berteriak “&% @!” Ketika mendengar klakson mobil, molekul-molekul udara yang mengenai gendang telinga menyebabkan sinyal-sinyal listrik dikirim ke korteks pendengaran. Hal ini menyebabkan aliran kelompok neuron yang berbeda pada jari kaki. Pertama, neuron di korteks pendengaran memroses nada suara sehingga kita dapat membedakan klakson mobil dengan nada berbeda seperti klakson truk, atau peluit dalam pertandingan sepak bola.

Sekelompok neuron yang berbeda diaktifkan untuk menentukan lokasi dari mana suara itu berasal. Proses-proses ini dan lainnya memunculkan respons yang berorientasi visual, kita menoleh ke sumber suara untuk melihat apa yang dibuatnya dan seketika, jika perlu, melompat mundur (hasil aktivitas dari neuron di korteks motorik, yang diatur dengan neuron di pusat emosi, amigdala, memberi tahu bahwa bahaya sudah dekat). Ketika mendengar Rachmaninoff's Piano Concerto no. 3, sel-sel rambut di koklea mengurai suara yang masuk ke pita frekuensi yang berbeda, mengirimkan sinyal listrik ke korteks pendengaran utama — area A1 dan memberitahukan sinyal frekuensi apa. Daerah tambahan di lobus temporal termasuk sulkus temporal superior dan *gyrus* temporal superior di kedua sisi otak, membantu membedakan warna nada yang didengar.

Jika kita ingin memberi label nada-nada itu maka, *hippocampus* membantu

mengambil suara serupa dari memori yang pernah didengar sebelumnya. Kemudian kita akan mengakses kamus mental yang dibutuhkan menggunakan struktur persimpangan antara temporal, *occipital*, dan lobus parietal. Sejauh ini, daerah tersebut adalah sama walau diaktifkan dengan cara berbeda dan dengan populasi neuron yang berbeda saat digunakan untuk memroses klakson mobil. Akan tetapi, seluruh populasi neuron, baru akan menjadi aktif ketika saya memperhatikan sekuens *pitch* (korteks *prefrontal dorsolateral* dan area *Brodmann 44* dan *47*), ritme (otak kecil dan *vermis serebelar*), dan emosi (lobus frontal, otak kecil, *amigdala*, serta nukleus mengakumulasikan bagian dari jaringan struktur yang terlibat dalam perasaan kesenangan dan penghargaan, baik itu melalui makan, berhubungan seks, atau mendengarkan musik yang menyenangkan).

Sampai batas tertentu, jika ruangan bergetar dengan suara-suara dari kontrabas maka, beberapa dari neuron yang sama akan ditembakkan, ketika jari kaki saya tersandung mungkin akan menyalakan neuron yang sensitif terhadap sentuhan. Jika klakson mobil memiliki nada A440 maka, neuron yang terpicu pada frekuensi itu dihitung dengan kemungkinan besar akan menyala dan menembak lagi ketika terjadi A440 pada musik Rachmaninoff. Tetapi pengalaman mental batiniyah mungkin akan berbeda karena konteks yang terlibat serta jaringan saraf yang digunakan berbeda dalam dua kasus. Pengalaman saya dengan oboe dan biola berbeda, dan cara khusus yang digunakan oleh Rachmaninoff dapat menyebabkan kita memiliki reaksi berlawanan dengan konserto dibandingkan klakson mobil; walau merasa kaget tapi saya merasa santai. Neuron yang sama terbakar ketika merasa tenang dan aman di lingkungan saya karena mungkin dipicu oleh bagian-

bagian yang tenang dari konserto.

Melalui pengalaman, saya belajar mengaitkan klakson mobil dengan bahaya atau setidaknya dengan seseorang yang berusaha mendapatkan perhatian. Bagaimana ini bisa terjadi? Beberapa suara secara intrinsik menenangkan, sementara yang lain menakutkan. Meskipun ada banyak variasi interpersonal, tetapi kita dilahirkan dengan kecenderungan untuk menafsirkan suara dengan cara tertentu. Suara tiba-tiba, pendek, dan keras, cenderung ditafsirkan oleh banyak hewan sebagai suara peringatan; kita melihat ini ketika membandingkan panggilan siaga burung, tikus, dan kera. Bunyi di awal lambat, panjang, dan lebih tenang cenderung ditafsirkan sebagai menenangkan atau setidaknya netral. Pikirkan suara tajam anjing versus suara lembut kucing yang duduk dengan tenang di pangkuan kita. Komponis tahu hal itu dan menggunakan ratusan nuansa *timbre* serta panjang nada untuk menyampaikan berbagai nuansa emosional yang berbeda dari pengalaman manusia.

Dalam “*Surprise Symphony*” karya Haydn (Symphony no. 94 dalam G Major, gerakan kedua, *andante*), komponis membangun ketegangan dengan menggunakan kelembutan suara biola dalam tema utama. Kelembutan bunyinya menenangkan tetapi pendeknya iringan dengan teknik *pizzicato* mengirimkan pesan bahaya yang lembut dan kontradiktif sehingga secara bersamaan memberikan rasa ketegangan yang lembut. Gagasan melodi utama mencakup hampir tidak lebih dari setengah oktaf, kwin sempurna. Kontur melodik lebih menunjukkan rasa puas diri dengan melodi yang naik di awal kemudian turun, lalu mengulangi motif “naik”.

Paralelisme yang tersirat oleh melodi atas/bawah/atas, membuat pendengar

siap pada bagian “turun” berikutnya. Dilanjutkan dengan nada biola yang lembut, sang maestro mengubah melodi naik — hanya sedikit, tetapi menahan ritme yang konstan. Ia bersandar pada nada kelima, nada yang relatif stabil secara harmonis. Karena not kelima adalah not tertinggi yang ditemui sejauh ini, kita berharap bahwa ketika not berikutnya masuk akan lebih rendah sehingga akan kembali ke tonika dan ada “celah” yang dibuat oleh jarak antara tonik dengan nada kelima.

Lalu, entah dari mana, Haydn memberikan nada keras satu oktaf lebih tinggi dengan alat tiup dan timpani. Ia telah melanggar ekspektasi kita akan arah melodi, kontur, warna suara, dan ini adalah “kejutan” dalam “Surprise Symphony”.

Simfoni Haydn ini melanggar harapan kita tentang bagaimana alam bekerja. Bahkan seseorang tanpa pengetahuan musik atau ekspektasi apa pun, menemukan kejutan dari simfoni ini karena efek timbral beralih dari lembutnya biola ke hentakan tiup logam dan drum. Untuk seseorang dengan latar belakang musik, simfoni itu melanggar harapan yang telah dibentuk berdasarkan konvensi dan gaya musik. Di mana kejutan, harapan, dan analisis semacam ini terjadi di otak? Bagaimana operasi ini dilakukan dalam neuron masih merupakan misteri, tetapi kami memiliki beberapa petunjuk?

Sebelum melangkah lebih jauh, saya harus mengakui adanya bias dalam cara mendekati studi ilmiah tentang pikiran dan otak: Saya memiliki preferensi yang pasti untuk mempelajari pikiran dari pada otak. Sebagian dari preferensi saya lebih pada pribadi bukan profesional. Sebagai seorang anak, saya tidak akan mengumpulkan kupu-kupu dengan anggota kelas sains yang lain karena semua kehidupan tampak suci bagi saya. Dan fakta tentang penelitian otak selama abad

terakhir adalah umumnya melibatkan otak binatang hidup dan seringkali sepupu genetik dekat kita, monyet dan kera, kemudian membunuh (mereka menyebutnya “mengorbankan”) binatang. Saya bekerja selama satu semester yang menyedihkan di laboratorium monyet, membedah otak monyet-monyet mati untuk pemeriksaan mikroskopis. Setiap hari saya harus berjalan melewati kandang-kandang hewan yang masih hidup. Saya mengalami mimpi buruk.

Pada tingkatan berbeda, saya lebih terpesona oleh pikiran itu sendiri bukan neuron yang memunculkannya. Sebuah teori dalam sains kognitif bernama fungsionalisme — yang banyak dianut oleh para peneliti terkemuka — menyatakan bahwa pikiran yang sama dapat muncul dari otak yang sangat berbeda. Otak hanyalah kumpulan kabel dan modul pemrosesan yang menggerakkan pemikiran. Terlepas dari apakah doktrin fungsionalis itu benar, hal tersebut menunjukkan bahwa ada batasan seberapa banyak yang dapat kita ketahui tentang pemikiran dari mempelajari otak. Seorang ahli bedah saraf pernah memberi tahu Daniel Dennett (juru bicara fungsionalisme yang terkenal dan persuasif) bahwa ia telah mengoperasi ratusan orang dan melihat ratusan otak yang berpikir dan hidup, tetapi ia belum pernah melihat satu pun pemikiran.

Ketika saya mencoba untuk memutuskan belajar di sekolah pascasarjana dan siapa yang diinginkan sebagai mentor, saya tergila-gila dengan karya Profesor Michael Posner. Dia telah memelopori sejumlah cara memandang proses berpikir, di antaranya kronometri mental (gagasan yang banyak mempelajari pengorganisasian pikiran dengan mengukur berapa lama waktu untuk memikirkan pikiran tertentu), cara untuk menyelidiki struktur kategori, dan *Posner Cueing*

Paradigm yang terkenal yaitu metode baru untuk mempelajari perhatian. Tetapi desas-desus mengatakan bahwa Posner telah meninggalkan pikiran dan mulai mempelajari otak, sesuatu yang tidak saya harapkan.

Meskipun masih sarjana (lebih tua dari umumnya) saya menghadiri pertemuan tahunan *American Psychological Association* di San Francisco tahun itu, hanya empat puluh mil dari Stanford tempat saya memperoleh B.A. Saya melihat nama Posner di program dan menghadiri ceramahnya yang penuh dengan *slide* berisi gambar otak orang-orang ketika mereka melakukan sesuatu atau lain hal. Setelah presentasinya selesai, ia memberi beberapa pertanyaan lalu menghilang dari pintu belakang. Saya berlari ke belakang dan melihatnya jauh di depan bergegas melintasi tempat konferensi untuk berbicara lagi. Saya berlari mengejanya. Saya sangat ingin melihatnya hingga kehabisan napas untuk berlari.

Walaupun tanpa terengah-engah, saya gugup bertemu salah satu legendaris hebat psikologi kognitif. Saya telah membaca buku di kelas psikologi ketika di MIT (tempat saya memulai pendidikan sarjana sebelum pindah ke Stanford); profesor psikologi pertama saya, Susan Carey, berbicara tentang dia dengan sangat hormat. Saya masih mengingat kata-katanya, bergema melalui ruang kuliah di MIT: “Michael Posner, salah satu orang paling cerdas dan paling kreatif yang pernah saya temui”. Saya mulai berkeringat, membuka mulut dan ... tidak ada apa-apa. Saya mulai “Mmm. . .” Selama ini kami berjalan berdampingan - dia pejalan cepat - dan setiap dua atau tiga langkah aku akan ketinggalan lagi. Saya tergegas berkenalan dan mengatakan bahwa telah melamar ke Universitas Oregon untuk bekerja dengannya. Saya tidak pernah gagap sebelumnya dan belum pernah seburuk ini. “P-

p-p-profesor P-p-posner, saya dengar Anda telah mengalihkan fokus penelitian sepenuhnya ke otak apakah itu benar? Karena aku benar-benar ingin belajar psikologi kognitif denganmu,” kataku akhirnya. “Yah, aku sedikit tertarik pada otak akhir-akhir ini,” katanya. “Tetapi saya melihat ilmu saraf sebagai kendala bagi teori kami dalam psikologi kognitif. Ini membantu untuk membedakan apakah memiliki dasar yang masuk akal dalam anatomi dasarnya. ”

Banyak orang belajar ilmu saraf dari latar belakang biologi atau kimia dan fokus utama adalah pada mekanisme di mana sel berkomunikasi satu sama lain. Bagi ahli kognitif, memahami anatomi atau fisiologi otak merupakan latihan intelektual yang menantang (setara dengan para ilmuwan otak pada teka-teki silang yang benar-benar rumit), tetapi itu bukan tujuan akhir. Tujuan kami adalah untuk memahami proses berpikir, ingatan, emosi, pengalaman, dan otak menjadi kotak tempat semua ini terjadi. Untuk kembali ke analogi telpon dan percakapan yang mungkin dialami bersama teman, berbeda dengan yang memengaruhi emosi Anda. : Jika saya ingin memprediksi apa yang akan dirasakan besok, itu akan menjadi terbatas untuk memetakan tata letak saluran telpon untuk menghubungkan semua orang yang dikenal. Yang lebih penting adalah memahami kecenderungan masing-masing: Siapa yang akan memanggil Anda besok dan apa yang akan mereka katakan? Bagaimana mereka membuat Anda merasa? Tentu saja, sepenuhnya mengabaikan pertanyaan konektivitas juga salah.

Jika suatu garis terputus atau jika tidak ada bukti hubungan antara A dan B atau jika C tidak pernah dapat menghubungi Anda secara langsung tetapi hanya dapat memengaruhi Anda melalui A yang menghubungi Anda secara langsung —

semua informasi ini memberikan batasan penting pada prediksi. Perspektif ini memengaruhi cara saya mempelajari ilmu saraf musik. Saya tidak tertarik melakukan ekspedisi untuk mencoba setiap rangsangan musik dan mencari tahu di mana itu terjadi di otak; Posner dan saya telah berkali-kali berbicara tentang kegilaan saat ini untuk memetakan otak hanya sebagai sebuah kartografi teoretis. Maksud saya bukan untuk mengembangkan peta otak tetapi memahami cara kerjanya, bagaimana berbagai daerah mengkoordinasikan aktivitas mereka, bagaimana penembakan neuron yang sederhana dan neurotransmitter mengarah pada pikiran, tawa, perasaan sukacita, kesedihan mendalam dan bagaimana semua ini dapat menuntun kita menciptakan karya seni yang abadi dan bermakna.

Ini adalah fungsi dari pikiran dan mengetahui di mana itu terjadi, tidak menarik minat saya kecuali, bisa memberi tahu sesuatu tentang bagaimana dan mengapa. Asumsi ilmu kognitif adalah bahwa ia bisa. Perspektif saya adalah bahwa, dari sejumlah percobaan yang mungkin dan layak dilakukan adalah bila dapat membawa kita pada pemahaman lebih baik tentang bagaimana dan mengapa. Eksperimen yang baik secara teori termotivasi dan membuat prediksi jelas tentang manakah satu dari dua hipotesis akan didukung. Eksperimen dengan kemungkinan memberikan dukungan bagi kedua sisi masalah yang diperdebatkan tidak layak dilakukan; sains hanya dapat bergerak maju dengan menghilangkan hipotesis yang salah atau tidak dapat dipertahankan.

Kualitas lain dari eksperimen yang baik adalah bahwa ia dapat digeneralisasikan ke kondisi lain untuk orang yang tidak dipelajari, untuk jenis musik yang tidak dipelajari dan dalam berbagai situasi. Banyak penelitian perilaku

dilakukan hanya pada sejumlah kecil orang (“subjek” dalam percobaan), dan dengan rangsangan yang sangat artifisial. Di laboratorium saya, kami menggunakan musisi dan nonmusisi untuk mempelajari tentang berbagai orang. Dan kita hampir selalu menggunakan musik riil, rekaman aktual dari musisi yang memainkan lagu-lagu langsung, sehingga kita dapat lebih memahami respons otak terhadap jenis musik yang didengar kebanyakan dari pada jenis musik yang hanya ditemukan di laboratorium ilmu saraf.

Sejauh ini pendekatan tersebut berhasil. Kesulitan pendekatan ini adalah melakukan kontrol eksperimental yang ketat tetapi bukan tidak mungkin; dibutuhkan sedikit perencanaan dan persiapan yang lebih cermat namun hasil dalam jangka panjang sangat sepadan. Dalam menggunakan pendekatan naturalistik ini, dapat lebih dipastikan dan masuk akal bahwa kita lebih mempelajari apa yang biasa dilakukan oleh otak dari sekedar apa yang dilakukannya ketika terstimulasi oleh ritme tanpa nada apa pun, atau melodi tanpa ritme apa pun. Dalam upaya untuk memisahkan musik ke dalam komponen-komponennya, akan menghadapi risiko jika eksperimen tidak dilakukan dengan benar dalam menghadirkan urutan suara yang tidak musikal. Ketika saya mengatakan bahwa kurang tertarik pada otak dari pada pikiran, tidak berarti bahwa tidak tertarik pada otak. Saya percaya bahwa kita semua memiliki otak dan saya percaya otak itu penting! Tetapi saya juga percaya, pemikiran yang sama dapat muncul dari arsitektur otak yang berbeda. Dengan analogi, saya bisa menonton program televisi yang sama di RCA, Zenith, Mitsubishi, bahkan di layar komputer dengan perangkat keras dan lunak yang tepat.

Arsitektur dari semua ini berbeda satu sama lain yaitu bahwa hak paten dari

sebuah organisasi yang bertanggung jawab menentukan penemuan baru adalah sangat berbeda dengan dasar rancangan. Anjing saya memiliki organisasi otak, anatomi, dan neurokimia yang sangat berbeda dari kita. Ketika dia lapar atau menggaruk-garuk dengan cakarinya, tidak mungkin bahwa pola letupan saraf di otaknya mirip dengan pola penembakan di otak saya ketika lapar atau menggerakkan jari kaki. Tetapi saya percaya bahwa dia mengalami kondisi pikiran yang secara substansial serupa. Beberapa ilusi dan kesalahpahaman umum perlu disingkirkan. Banyak orang, bahkan ilmuwan terlatih dalam disiplin ilmu lain memiliki kekuatan intuisi bahwa di dalam otak terdapat representasi isomorfik yang ketat dari dunia di sekitar kita. (Isomorfik berasal dari kata Yunani *iso*, yang berarti “sama,” dan *morphus*, yang berarti “bentuk.”) Para psikolog Gestalt, yang membenarkan banyak hal adalah kelompok pertama yang mengartikulasikan ide ini.

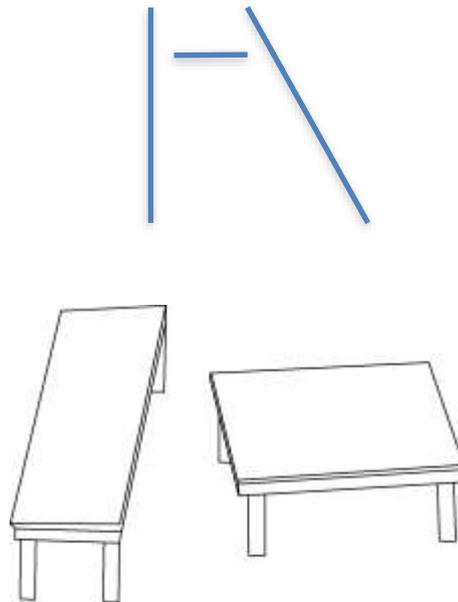
Mereka berpendapat jika kita melihat kotak maka pola neuron yang aktif di otak kita berbentuk persegi. Banyak dari kita memiliki intuisi bahwa jika melihat sebuah pohon maka gambar pohon di suatu tempat diwakili dalam otak sebagai pohon dan mungkin melihat pohon dengan mengaktifkan rangkaian neuron dalam bentuk pohon, dengan akar di satu ujung dan daun di ujung lainnya. Ketika kita mendengarkan atau membayangkan lagu favorit, rasanya seperti lagu itu diputar di dalam kepala, di atas seperangkat penguat saraf suara. Daniel Dennett dan V. S. Ramachandran berargumen bahwa ada masalah dengan intuisi ini. Jika gambaran mental dari sesuatu (baik seperti yang kita lihat sekarang atau bayangkan dalam memori) itu sendiri adalah gambar maka, harus ada beberapa bagian dari

pikiran/otak kita yang melihat gambar itu. Dennett mengatakan bahwa intuisi adalah adegan visual yang disajikan melalui semacam layar atau teater dalam pikiran kita. Agar ini benar, harus ada seseorang di antara penonton teater yang menonton layar dan meraih citra mental di dalam kepalanya. Dan siapa itu? Seperti apa gambaran mental itu? Ini akan mengarah pada regresi tanpa batas. Argumen yang sama, berlaku untuk masalah auditori. Tidak ada pendapat yang mengatakan hal itu tidak terasa seperti kita memiliki sistem audio dalam pikiran.

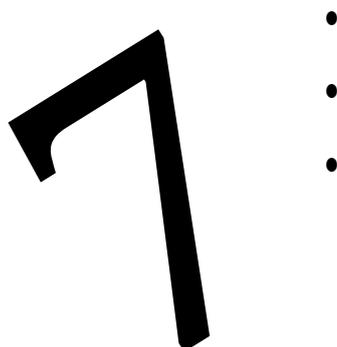
Karena kita dapat memanipulasi gambar mental, memperbesar, memutarnya dan dalam hal musik dapat mempercepat atau memperlambat lagu di kepala kita. Kita terpaksa berpikir seperti ada *home theatre* dalam pikiran. Tetapi secara logis ini mungkin tidak benar karena masalah kemunduran yang tak terbatas. Kita berada di bawah ilusi bahwa hanya membuka mata dan melihat. Kicauan burung di luar jendela dan kita bisa langsung mendengar. Persepsi indra menciptakan gambaran mental dalam benak kita sebagai representasi dunia di luar kepala dengan begitu cepat dan mulus sehingga seperti tidak ada apa-apanya. Ini ilusi. Persepsi kita adalah produk akhir dari rantai panjang peristiwa saraf yang memberi ilusi gambar instan. Banyak domain di mana intuisi terkuat menyesatkan kita. Bumi yang rata adalah salah satu contohnya. Intuisi yang diberikan oleh indra kita adalah pandangan dunia yang tidak terdistorsi.

Sudah lama diketahui, setidaknya sejak zaman Aristoteles bahwa indra dapat mengubah cara kita memandang dunia. Guru saya Roger Shepard, seorang psikolog persepsi di Universitas Stanford, mengatakan bahwa ketika berfungsi dengan baik maka sistem persepsi kita seharusnya mengubah dunia yang dilihat dan

didengar. Kita berinteraksi dengan dunia sekitar melalui indera. Seperti yang dikatakan John Locke bahwa, semua yang kita ketahui tentang dunia adalah melalui apa yang kita lihat, dengar, cium, sentuh, atau cicipi. Kita secara alami berasumsi bahwa dunia adalah seperti yang kita rasakan. Tetapi percobaan telah membuat kita untuk menghadapi kenyataan bahwa bukan itu masalahnya. Ilusi visual mungkin merupakan bukti paling kuat dari distorsi sensorik. Banyak dari kita telah melihat ilusi semacam ini sejak kanak-kanak, seperti ketika dua garis dengan panjang yang sama tampak berbeda (ilusi Ponzo).



Dalam ilusi Kaniza tampak ada segitiga putih di atas yang hitam. Tetapi jika kita melihat lebih dekat, tampak bahwa tidak ada segitiga pada gambar. Sistem perseptual kita melengkapi atau “memasukkan” informasi yang tidak ada di sana.



Mengapa ini dilakukan? Dugaan terbaik adalah bahwa dilakukan secara adaptif. Banyak dari apa yang kita lihat dan dengar berisi informasi yang hilang. Nenek moyang pemburu-pengumpul kita mungkin telah melihat harimau tersembunyi di balik pohon atau mendengar raungan singa yang sebagian dikaburkan oleh suara gemerisik dedaunan terdengar jauh dan dekat. Suara dan pemandangan sering menghampiri kita sebagai informasi parsial yang telah dikaburkan oleh hal-hal lain di lingkungan. Sistem persepsi dapat mengembalikan informasi yang hilang dan membantu kita membuat keputusan cepat dalam situasi mengancam. Lebih baik berlari sekarang dari pada duduk dan mencoba mencari tahu apakah kedua potongan suara yang terpisah itu adalah bagian dari auman singa tunggal.

Sistem pendengaran memiliki versi penyelesaian perseptualnya sendiri. Psikolog kognitif Richard Warren menunjukkan hal ini dengan baik. Dia menulis sebuah kalimat, "RUU itu disahkan oleh kedua majelis legislatif," dan memotong sepotong kalimat dari rekaman. Ia mengganti bagian yang hilang dengan ledakan *white noise* (statis) dalam durasi yang sama. Hampir setiap orang mendengar rekaman yang diubah tersebut melaporkan bahwa mereka mendengar, baik kalimat maupun statis. Tetapi sebagian besar tidak tahu yang mana statis itu! Sistem pendengaran telah mengisi informasi pembicaraan yang hilang, sehingga kalimatnya tampak tidak terganggu. Kebanyakan orang melaporkan bahwa ada statis dan terpisah dari kalimat yang diucapkan. Statis dan kalimat membentuk

aliran persepsi terpisah karena perbedaan *timbre* yang menyebabkan mereka dikelompokkan secara terpisah. Bregman menyebut urutan ini dengan *timbre*. Jelas ini adalah distorsi sensorik, sistem persepsi memberi tahu kita tentang dunia yang tidak benar. Tetapi jelas, ini memiliki nilai evolusioner/adaptif jika dapat membantu kita memahami dunia dalam situasi hidup atau mati.

Menurut psikolog persepsi Hermann von Helmholtz, Richard Gregory, Irvin Rock, dan Roger Shepard, persepsi adalah proses penarikan kesimpulan dan melibatkan analisis probabilitas. Tugas otak adalah untuk menentukan apa susunan objek yang paling mungkin di dunia fisik, mengingat ada pola informasi tertentu untuk mencapai reseptor sensorik — retina untuk penglihatan, gendang telinga untuk mendengar. Sebagian besar waktu informasi yang diterima reseptor sensorik kita tidak lengkap atau ambigu. Suara dicampur dengan lainnya seperti, suara mesin, angin, langkah kaki. Di mana pun kita berada sekarang — apakah berada di pesawat terbang, kedai kopi, perpustakaan, di rumah, di taman, atau di mana pun — berhenti dan dengarkan suara sekitar. Kecuali berada di tangki isolasi sensorik, mungkin dapat mengidentifikasi setidaknya setengah lusin suara yang berbeda. Kemampuan otak untuk membuat identifikasi ini sangat luar biasa ketika mempertimbangkan apa yang dimulai dengan — yaitu, apa yang diterima oleh reseptor sensorik. Prinsip pengelompokan — berdasarkan *timbre*, lokasi spasial, kekerasan bunyi, dan sebagainya — membantu untuk memisahkannya, tetapi masih banyak yang tidak diketahui tentang proses ini; belum ada rancangan komputer yang dapat melakukan tugas pemisahan sumber suara ini.

Gendang telinga hanyalah sebuah membran yang direntangkan melintasi

jaringan dan tulang. Ini adalah pintu gerbang ke pendengaran. Hampir semua kesan tentang dunia pendengaran berasal dari gerak maju mundur akan respons terhadap molekul udara yang menghampirinya. (Pada tingkat tertentu, *pinnae* — bagian berdaging dari telinga—terlibat dalam persepsi pendengaran, seperti juga tulang tengkorak, tetapi sebagian besar gendang telinga adalah sumber utama dari yang kita ketahui tentang apa yang keluar ada di dunia pendengaran.)

Mari kita perhatikan adegan pendengaran yang khas ketika seseorang duduk di ruang tamu sambil membaca buku. Di lingkungan ini, anggaplah ada enam sumber suara yang dapat dengan mudah diidentifikasi: suara desis dari pemanas sentral (kipas atau peniup yang menggerakkan udara melalui saluran), dengung kulkas di dapur, lalu lintas di jalanan luar (yang bisa terdiri dari beberapa atau puluhan suara berbeda dari mesin yang berbeda, derit rem, klakson, dll.), daun gemerisik karena angin di luar, seekor kucing mendengkur di kursi di sebelahnya, dan sebuah rekaman musik pembukaan Debussy. Masing-masing dapat dianggap sebagai objek pendengaran atau sumber suara dan kami dapat mengidentifikasi mereka karena masing-masing memiliki suara tersendiri.

Suara ditransmisikan melalui udara oleh molekul yang bergetar pada frekuensi tertentu. Molekul-molekul ini membombardir gendang telinga, menyebabkannya bergoyang-goyang tergantung pada seberapa keras mereka memukulnya (terkait dengan volume atau amplitudo suara) dan seberapa cepat getarannya (terkait dengan apa yang disebut *pitch*). Pemrosesan elemen dasar tingkat rendah dari bawah ke atas terjadi pada bagian otak kita yang secara filogenetik lebih tua; istilah tingkat rendah mengacu pada persepsi unsur atribut

atau elemen pembangun dari stimulus sensorik. Pemrosesan tingkat tinggi terjadi pada bagian otak yang lebih canggih dengan mengambil saraf proyeksi dari reseptor sensorik dan sejumlah unit pemrosesan tingkat rendah; ini mengacu pada penggabungan elemen tingkat rendah ke dalam representasi yang terintegrasi.

Pemrosesan tingkat tinggi adalah tempat berkumpul semuanya, di mana pikiran kita mencapai pemahaman tentang bentuk dan konten. Pemrosesan tingkat rendah di otak melihat gumpalan tinta pada halaman ini dan bahkan memungkinkan kita untuk menyatukan gumpalan-gumpalan itu serta mengenali bentuk dasar kosakata visual, seperti huruf A. Tetapi itu adalah pemrosesan tingkat tinggi yang menyatukan tiga huruf untuk memungkinkan kita membaca kata SENI dan menghasilkan gambaran mental tentang apa arti kata itu.

Bersamaan dengan ciri ekstraksi yang terjadi di koklea, korteks pendengaran, batang otak, dan otak kecil, pusat tingkat otak yang lebih tinggi menerima aliran informasi secara konstan tentang apa yang telah diekstraksi sejauh ini; informasi ini terus diperbarui dan biasanya dengan menulis ulang informasi lama. Ketika pusat pemikiran yang lebih tinggi — kebanyakan di korteks frontal — menerima pembaruan ini, mereka bekerja keras untuk memprediksi apa yang akan terjadi selanjutnya dalam musik, berdasarkan pada beberapa faktor berikut:

- ~ apa yang sudah ada sebelumnya dalam karya musik yang didengar;
- ~ apa yang kita ingat akan kedatangan berikut jika musiknya familiar;
- ~ apa yang kita harapkan akan muncul selanjutnya jika genre atau gaya sudah familiar, berdasarkan paparan sebelumnya untuk gaya musik ini;
- ~ informasi tambahan apapun telah diberikan, seperti ringkasan musik yang

telah dibaca, gerakan tiba-tiba oleh pemain, atau dorongan oleh orang yang duduk di sebelah kami.

Perhitungan *frontal-lobe* ini disebut pemrosesan atas-bawah dan mereka dapat memberikan pengaruh pada modul tingkat rendah saat melakukan penghitungan bawah-atas. Penghitungan atas-bawah dapat menyebabkan kita melakukan kesalahan persepsi dengan mengatur ulang beberapa sirkuit di prosesor bawah-atas. Ini merupakan sebagian dasar saraf untuk penyelesaian persepsi dan ilusi lainnya. Proses atas-bawah dan bawah-atas saling menginformasikan secara terus-menerus. Pada saat yang sama ketika sebuah fitur dianalisis secara individual, bagian-bagian otak yang lebih tinggi — yaitu, yang lebih maju secara filogenetik akan menerima koneksi dari daerah otak yang lebih rendah — bekerja untuk mengintegrasikan fitur-fitur ini ke dalam keseluruhan persepsi.

Otak membangun representasi realitas berdasarkan fitur komponen ini, seperti halnya seorang anak membangun benteng dari blok Lego. Dalam prosesnya, otak membuat sejumlah kesimpulan, karena informasi yang tidak lengkap atau ambigu; kadang-kadang kesimpulan ini salah dan itulah ilusi visual dan auditori: menunjukkan bahwa sistem persepsi kita telah salah menebak tentang apa yang ada di luar sana.

Otak menghadapi tiga kesulitan ketika mencoba mengidentifikasi objek pendengaran yang kita dengar. Pertama, informasi yang sampai pada reseptor sensorik tidak dibedakan. Kedua, informasinya ambigu — objek yang berbeda dapat menimbulkan pola aktivasi serupa atau identik dalam gendang telinga. Ketiga, informasinya jarang lengkap. Beberapa bagian suara tertutup oleh suara

lain, atau hilang. Otak harus membuat tebakan terkalkulasi tentang apa yang sebenarnya ada di luar sana. Ia melakukannya dengan sangat cepat dan umumnya secara tidak sadar. Ilusi yang kita lihat sebelumnya bersama dengan operasi persepsi ini, tidak tunduk pada kesadaran kita. Dapat saya sampaikan misalnya, bahwa alasan Anda melihat segitiga di mana tidak ada dalam gambar Kaniza adalah karena penyelesaian persepsi. Tetapi bahkan setelah mengetahui prinsip-prinsip yang terlibat, tidak mungkin untuk mematikannya. Otak terus memroses informasi dengan cara yang sama dan kita akan terus dikejutkan oleh hasilnya. Helmholtz menyebut proses ini “inferensi bawah sadar”. Rock menyebutnya “logika persepsi”. George Miller, Ulrich Neisser, Herbert Simon, dan Roger Shepard menggambarkan persepsi sebagai “proses konstruktif”. Ini merupakan semua cara untuk mengatakan bahwa apa yang kita lihat dan dengar pada akhirnya adalah rantai panjang peristiwa mental yang menimbulkan kesan dan citra mental dari dunia fisik.

Berbagai cara otak berfungsi — termasuk indra kita tentang warna, rasa, bau, dan pendengaran — muncul karena dorongan evolusi, beberapa di antaranya tidak ada lagi. Psikolog kognitif Steven Pinker dan yang lainnya mengatakan bahwa sistem persepsi musik pada dasarnya adalah kecelakaan evolusioner dan dorongan untuk bertahan hidup serta seleksi seksual pada akhirnya menciptakan sistem komunikasi dan bahasa yang dipelajari, kemudian dieksploitasi untuk keperluan musik. Ini adalah inti perdebatan dalam komunitas kognitif-psikologi. Catatan arkeologis menyebutkan beberapa petunjuk tetapi jarang meninggalkan “senjata” yang dapat menyelesaikan masalah secara definitif. Fenomena yang saya sampaikan bukan hanya keingintahuan pihak laboratorium; para komponis

mengeksploitasi prinsip ini untuk mengetahui bahwa persepsi kita tentang garis melodi akan terus berlanjut, bahkan jika dikaburkan oleh instrumen lain.

Setiap kali kita mendengar nada terendah pada piano atau double bass maka, kita tidak benar-benar mendengar 27,5 atau 35 Hz karena instrumen-instrumen itu biasanya tidak mampu menghasilkan banyak energi pada frekuensi sangat rendah ini: Telinga kita yang memahami informasi dan memberi ilusi bahwa nadanya serendah itu. Kita dapat mengalami ilusi dengan cara lain dalam musik. Seperti pada karya piano Sinding “*The Rustle of Spring*” atau Chopin's *Fantasy-Impromptu in C minor, op. 66*, not-not itu berlalu begitu cepat sehingga ilusi melodi muncul. Nadanya dimainkan secara perlahan dan pelan-pelan menghilang. Karena pemisahan alur melodi “muncul” ketika not cukup dekat dalam waktu-sistem persepsi mempersatukan not-tetapi melodi hilang ketika jarak waktu notnya terlalu jauh. Seperti yang dikatakan Bernard Lortat Jacob di Musée de l'Homme Paris, Quintina (secara harfiah “kelima”) di Sardinia, musik vokal *a capella* juga menyampaikan ilusi: Suara wanita kelima muncul di antara empat suara pria ketika harmoni dan nadanya dinyanyikan secara benar. (Mereka percaya bahwa suaranya berasal dari Bunda Maria yang datang untuk memberi hadiah jika dianggap cukup saleh dan menyanyikannya secara benar.) Dalam lagu Eagles, “*One of These Nights*” (lagu utama dari album dengan nama yang sama) dibuka dengan pola permainan bass dan gitar yang terdengar seperti satu instrumen — bass memainkan satu nada dan gitar menimpali dengan glissando, tetapi efek perseptualnya seperti pada bass sesuai prinsip Gestalt yaitu kelanjutan yang baik.

George Shearing menciptakan efek warna nada baru melalui gitar (atau

dalam beberapa kasus, vibrator) menggandakan apa yang ia mainkan di piano dengan tepat sehingga pendengar pun bertanya-tanya, “Apa itu instrumen baru?” Padahal pada kenyataannya itu adalah dua instrumen yang terpisah dan suaranya dipersepsi secara menyatu. Dalam “*Lady Madonna*”, Beatles bernyanyi dengan tangan yang ditangkupkan selama instrumental diam dan kami yakin bahwa ada suara saksofon berdasarkan timbre tidak biasa yang mereka lakukan ditambah dengan harapan (atas-bawah) bahwa saksofon harus dimainkan dalam lagu tersebut. Sebagian besar rekaman kontemporer dipenuhi dengan berbagai jenis ilusi pendengaran. Gema artifisial membuat vokalis dan gitar terdengar seperti datang dari belakang aula konser, bahkan ketika kita mendengarkan melalui *headphone*, seolah suara berjarak satu inci dari telinga kita. Teknik mikrofon dapat membuat suara gitar seperti selebar sepuluh meter dan telinga kita tepat di lubang suara itu (karena senar melintasi rongga suara dan telinga ada di sana maka, gitaris akan melakukannya seperti memetik gitar di depan hidung kita).

Otak menggunakan isyarat spektrum suara dan jenis gema untuk memberi tahu tentang dunia pendengaran di sekitar kita, seperti halnya tikus menggunakan kumisnya untuk mengetahui tentang dunia fisik di sekitarnya. Teknisi rekaman telah belajar untuk memanipulasi isyarat-isyarat itu untuk menghasilkan rekaman dengan kualitas riil seperti ketika mereka dibuat dalam studio rekaman yang steril. Ada alasan, mengapa begitu banyak dari kita tertarik pada musik rekaman akhir-akhir ini dan terutama sekarang, karena pemutar musik pribadi sudah umum dan banyak orang mendengarkan menggunakan *headphone*. Insinyur rekaman dan musisi telah belajar untuk menciptakan efek khusus yang menggelitik otak kita

dengan mengeksploitasi sirkuit saraf dan berevolusi untuk membedakan fitur penting dari lingkungan pendengaran.

Efek-efek khusus ini pada prinsipnya serupa dengan seni 3-Dimensi, gambar bergerak, atau ilusi visual, tidak ada waktu bagi otak kita mengembangkan mekanisme khusus untuk melihatnya; alih-alih, mereka meningkatkan sistem persepsi yang ada untuk mencapai hal-hal lain. Karena mereka menggunakan sirkuit saraf ini dengan cara baru dan sangat menarik. Hal yang sama berlaku untuk pembuatan rekaman modern. Otak kita dapat memperkirakan ukuran ruang tertutup berdasarkan gema dan ada sinyal yang mengenai telinga kita. Meskipun sedikit dari kita memahami persamaan yang diperlukan untuk menggambarkan bagaimana satu ruangan berbeda dengan lainnya. Tetapi kita semua mengetahui apakah berdiri di kamar mandi keramik kecil, ruang konser berukuran sedang, atau gereja dengan langit-langit tinggi. Dan tahu berapa ukuran ruang penyanyi atau pembicara ketika mendengar rekaman suara. Insinyur rekaman menciptakan apa yang disebut “hiperealiti”, seperti teknik rekaman sinematografer memasang kamera di bumper mobil yang sedang melaju. Kita mengalami kesan sensorik yang tidak pernah kita miliki di dunia nyata.

Otak sangat peka terhadap informasi waktu. Kita dapat melokalisasi objek di dunia berdasarkan perbedaan hanya beberapa milidetik antara waktu kedatangan suara di salah satu telinga dengan yang lain. Banyak efek khusus yang sering terdengar dalam musik rekaman berdasarkan pada sensitivitas ini. Suara gitar Pat Metheny atau David Gilmour dari Pink Floyd menggunakan beberapa penundaan sinyal untuk memberikan efek menghantui dengan memicu bagian otak kita melalui

cara yang belum pernah dialami sebelumnya. Mereka menyimulasi suara gua tertutup dengan banyak gema, seperti tidak akan pernah benar-benar terjadi di dunia nyata layaknya mendengar pantulan dari cermin yang berulang tanpa batas. Mungkin ilusi utama dalam musik adalah ilusi struktur dan bentuk. Tidak ada dalam urutan not yang menciptakan asosiasi kekayaan emosional seperti musik, tidak ada skala, akor, atau urutan akor yang secara intrinsik menyebabkan kita mengharapkan resolusi. Kemampuan kita untuk memahami musik tergantung pada pengalaman dan pada struktur saraf yang dapat mempelajari serta memodifikasi setiap lagu baru yang didengar. Dan setiap mendengarkan lagu lama, otak seperti belajar tata bahasa musik yang sesuai budaya musikal kita, sama seperti kita belajar berbicara bahasa dalam budaya kita.

Kontribusi Noam Chomsky terhadap linguistik dan psikologi modern mengatakan bahwa kita semua dilahirkan dengan kemampuan bawaan untuk memahami bahasa-bahasa dunia manapun dan pengalaman itu dalam bentuk bahasa tertentu, membangun, dan kemudian memangkas jaringan sirkuit saraf yang rumit agar saling berhubungan satu sama lain.

Otak tidak tahu bahasa mana yang akan dikembangkan sebelum kita dilahirkan, tetapi otak dan bahasa secara alami berdampingan, sehingga semua bahasa di dunia memiliki prinsip dasar tertentu dan otak memiliki kapasitas untuk menggabungkan salah satu dari semua itu hampir tanpa usaha, hanya melalui paparan selama tahap kritis perkembangan saraf.

Demikian pula, tampaknya kita semua memiliki kemampuan bawaan untuk mempelajari musik-musik dunia mana pun, walaupun satu sama lain berbeda secara substantif. Otak mengalami periode perkembangan saraf yang cepat setelah lahir dan berlanjut pada tahun-tahun pertama kehidupan. Selama waktu ini, koneksi saraf baru terbentuk lebih cepat dari pada masa lain dalam kehidupan kita. Sehingga selama masa perkembangan manusia, otak mulai memangkas koneksi ini dan hanya mempertahankan yang paling penting dan sering digunakan. Ini menjadi pemahaman kita tentang musik, bahwa pada akhirnya menjadi dasar untuk apa yang kita sukai dalam musik, musik apa yang menstimulasi kita dan bagaimana ia menggerakkan kita. Ini bukan untuk mengatakan bahwa kita tidak dapat belajar menghargai musik baru tetapi elemen struktural dasar sudah dimasukkan ke dalam kabel otak ketika mendengarkan musik di awal kehidupan kita.

Musik kemudian dapat dianggap sebagai jenis ilusi persepsi di mana otak memaksakan struktur dan ketertiban pada urutan suara. Bagaimana struktur ini menuntun kita untuk mengalami reaksi emosional adalah bagian dari misteri musik. Lagipula, kita tidak mendapatkan semua kesedihan ketika mengalami jenis struktur lain dalam hidup, seperti buku cek seimbang atau produk pertolongan pertama di toko obat (setidaknya sebagian besar dari kita tidak). Ada apa dengan jenis tatanan

tertentu yang ditemukan dalam musik untuk menggerakkan kita? Struktur tangga nada dan akor ada hubungannya dengan struktur otak kita. Detektor fitur di otak berfungsi mengekstraksi informasi dari aliran suara yang mengenai telinga. Sistem komputasi otak menggabungkan semua ini menjadi satu kesatuan yang koheren, sebagian didasarkan pada apa yang menurutnya harus didengar dan sebagian lagi berdasarkan pada harapan. Dari mana harapan itu berasal adalah salah satu kunci untuk memahami bagaimana musik bekerja, ketika menggerakkan kita dan mengapa beberapa musik hanya membuat kita ingin mematikan tombol radio atau pemutar CD. Topik ekspektasi musik mungkin adalah area dalam ilmu kognitif musik yang secara harmonis menyatukan teori musik dengan teori saraf, musisi dan ilmuwan serta untuk dapat memahami sepenuhnya, kita harus mempelajari bagaimana pola-pola musik memunculkan pola-pola tertentu dari aktivasi saraf di otak.

4. Antisipasi

Apa Yang Diharapkan dari Liszt (dan Ludacris)

Ketika saya hadir di pesta pernikahan, bukan hanya pemandangan akan harapan dan cinta pengantin yang berdiri di depan teman serta keluarga, tetapi seluruh kehidupan di hadapan mereka yang membuat mata saya berkaca-kaca. Ketika musik diperdengarkan saya mulai menangis. Di dalam sebuah film, biasanya ketika kisah dua orang akhirnya bersatu kembali setelah beberapa cobaan besar, musik kembali menstimuli emosi saya ke suasana sentimental.

Seperti saya katakan sebelumnya bahwa musik adalah suara yang terorganisir namun, pengaturannya secara umum menyertakan beberapa elemen tidak terduga atau mendatar secara emosi dan robotik. Penghargaan untuk musik sangat terkait dengan kemampuan mempelajari struktur musik yang disukai — setara dengan penataan dalam bahasa yang diucapkan atau kode linguistik — dan untuk membuat prediksi tentang apa yang akan terjadi selanjutnya.

Komponis menuangkan ide musikalnya dengan emosi dan mengetahui apa harapan kita, kemudian sengaja mengendalikan kapan harapan itu akan dipenuhi dan kapan tidak. Kegembiraan, kesedihan dan air mata yang kita alami dari musik merupakan hasil ekspektasi karena telah dimanipulasi oleh keterampilan seorang ahli dan para musisi yang menafsirkan musik itu. Mungkin ilusi yang paling banyak didokumentasikan — atau olahan ruang salon — dalam musik klasik Barat adalah kiat pada penutup.

Sebuah irama adalah urutan akor yang memberikan harapan secara jelas dan

kemudian, biasanya diakhiri dengan resolusi yang memuaskan. Melalui irama yang manipulatif, komponis mengulangi urutan akor dan berulang hingga akhirnya dapat meyakinkan pendengar bahwa ia akan mendapatkan apa yang diharapkan. Kemudian pada menit terakhir, ia memberikan akor tidak terduga, masih dalam nada dasar yang sama tetapi akornya memberi tahu kita bahwa itu belum berakhir yaitu akor yang tidak sepenuhnya selesai.

Haydn sering mengolah irama yang mendekati obsesi pendengar. Perry Cook menyamakan ini dengan tipuan sulap, di mana pesulap memberikan harapan dan kemudian menolaknya, semua tanpa kita tahu persis bagaimana atau kapan mereka akan melakukannya. Komponis melakukan hal yang sama. The Beatles pada lagu "*For No One*" berakhir pada akor V (tingkat kelima dari tangga nada) dan kami menunggu resolusi yang tidak pernah datang, setidaknya dalam lagu itu seolah belum selesai. Tapi lagu berikutnya di album *Revolver* diawali dengan akor yang memang sangat tepat untuk didengar.

Pengaturan dan kemudian manipulasi harapan pendengar adalah inti dari musik dan itu dilakukan dengan cara yang sangat beragam. Steely Dan melakukannya dengan memainkan lagu-lagu yang pada dasarnya adalah *blues* (dengan struktur dan progresi akor *blues*), tetapi dengan menambahkan harmoni yang tidak biasa sehingga membuatnya terdengar sangat tidak harmonis misalnya pada lagu "*Chain Lightning*".

Miles Davis dan John Coltrane memulai karier dari reharmonisasi progresi *blues* untuk memperoleh suara-suara baru yang sebagian sudah familiar dan eksotis. Di album solonya *Kamakiriad*, Donald Fagen (dari Steely Dan) memiliki

lagu-lagu dengan ritme *blues/funk* yang membuat kita mengharapkan progresi akor *blues* standar, tetapi keseluruhan lagu malah dimainkan hanya dengan satu akor dan tidak pernah berpindah dari posisi harmonis itu.

Dalam “*Yesterday*”, frasa melodi utamanya tujuh birama; The Beatles mengejutkan kami dengan melanggar salah satu asumsi paling mendasar dari musik populer yaitu satuan empat atau delapan birama (hampir semua lagu *rock/pop* memiliki ide musik yang diorganisasikan ke dalam frasa sepanjang itu). Dalam “*Aku Ingin Kamu (Dia Begitu Berat)*”, The Beatles melanggar harapan dengan terlebih dahulu membuat akhir yang menghipnotis dan berulang sehingga kedengarannya akan berlangsung terus menerus; berdasarkan pengalaman dengan musik *rock* dan penutupnya, kami berharap bahwa volume lagu itu perlahan-lahan akan menghilang seperti musik klasik. Tetapi sebagai gantinya, mereka mengakhiri lagu dengan tiba-tiba dan bahkan pada akhir kalimat, mereka menyelesaikan tepat di tengah-tengah nada!

The Carpenters menggunakan timbre yang melanggar ekspektasi genre; mungkin mereka termasuk kelompok terakhir yang masih menggunakan distorsi gitar listrik, tetapi mereka melakukannya pada “*Please Mr. Postman*” dan beberapa lagu lainnya. The Rolling Stones — salah satu band *rock* paling keras di dunia pada saat itu — telah melakukan kebalikan dari ini hanya beberapa tahun sebelumnya dengan menggunakan biola (misalnya, pada “*Lady Jane*”). Ketika Van Halen masih baru, kelompok paling keren di lingkungan saat itu mengejutkan penggemar dengan meluncurkan versi *heavy metal* dari lagu lama yang tidak terlalu populer oleh Kinks, “*You Really Got Me*”.

Ekspektasi ritme juga sering dilanggar. Pengolahan dalam *blues* standar adalah ketika band membangun momentum dan kemudian berhenti secara bersamaan, sementara penyanyi atau gitaris utama masih terus melanjutkan, seperti dalam “*Pride and Joy*” karya Stevie Ray Vaughan, “*Hound Dog*” karya Elvis Presley. Kelompok All One man Brothers, “*One Way Out*” mengakhiri lagu blues dengan model lain. Lagu diisi dengan irama yang stabil selama dua atau tiga menit. Sama seperti akor yang menunjukkan akhir sudah dekat, lalu pengisian dilakukan dalam kecepatan tinggi dan *band* tiba-tiba justru mulai bermain dalam tempo lebih lambat setengahnya.

Untuk lagu dengan ketukan ganda, Creedence Clearwater Revival menggunakan akhir yang melambat ini dalam “*Lookin’ Out My Back Door*”, tetapi pada saat itu, akhir seperti itu sudah menjadi klise yang terkenal dan melanggar harapan ketika hadir lagi di akhir lagu dalam tempo sebenarnya. *The Police* juga mulai dengan melanggar harapan ritmis. Konvensi ritmik standar dalam *rock* adalah memiliki ketukan kuat pada hitungan dua dan empat.

Musik *reggae* mengubah ini dengan menempatkan *snare drum* pada ketukan satu dan dua, dan (biasanya) gitar pada hitungan dua dan empat. *Police* menggabungkan *reggae* dengan *rock* untuk menciptakan warna suara baru yang sebagian memenuhi serta melanggar ekspektasi ritme lainnya secara bersamaan. Sting sering memainkan bagian-bagian gitar bas yang sepenuhnya baru, menghindari klise-klise *rock* saat bermain pada nada rendah atau bermain secara serempak dengan bas drum.

Seperti Randy Jackson dari *American Idol* dan salah satu pemain bas

mengatakan kepada saya (ketika kami sedang bercerita di studio rekaman pada 1980-an), alur bas Sting tidak seperti yang lain dan mereka bahkan tidak mau sama dengan lagu orang lain. “*Spirits in the Material World*” dari album mereka *Ghost in the Machine* menggunakan permainan ritmis sedemikian ekstrem hingga sulit untuk mengetahui di mana ketukan beratnya.

Komponis modern seperti Schonberg menghilangkan seluruh gagasan tentang harapan. Tangga nada yang mereka gunakan menghalangi kita dari gagasan resolusi, dasar tangga nada atau “hirarki” musikal, sehingga menciptakan ilusi tanpa dasar yang terapung-apung, mungkin sebagai metafora keberadaan eksistensialis abad kedua puluh (atau hanya karena mereka berusaha untuk bertolak belakang). Kami masih mendengar tangga nada ini digunakan dalam film untuk mengiringi adegan mimpi dan menggambarkan lemahnya pendasaran atau dalam adegan bawah laut atau luar angkasa.

Aspek musikal ini tidak terwakili secara langsung di otak, setidaknya, tidak selama tahap awal pemrosesan. Otak menyusun versinya sendiri tentang realitas, hanya sebagian berdasarkan pada apa yang ada di sana, dan sebagian lagi bagaimana menginterpretasikan nada yang didengar sebagai fungsi dari peran yang mereka mainkan dalam sistematika musik.

Kami menafsirkan bahasa lisan secara analog. Pada dasarnya tidak ada yang bertindak seperti mengucapkan “kucing” atau bahkan menggunakan suku kata apa pun. Kami juga telah belajar bahwa kumpulan suara tersebut mewakili hewan peliharaan kucing rumah. Demikian pula, kami belajar bahwa urutan nada tertentu berjalan bersamaan dan berharap mereka akan terus melanjutkannya.

Kita mengharapkan nada, ritme, dan lain-lain terjadi bersamaan berdasarkan analisis statistik yang dilakukan otak tentang seberapa sering mereka berjalan bersama di masa lalu. Kita harus menolak gagasan yang secara intuitif menarik bahwa otak menyimpan representasi dunia dengan akurat dan sepenuhnya isomorfik. Karena pada tingkat tertentu, ia juga menyimpan distorsi persepsi, ilusi, dan mengekstraksi hubungan antar elemen.

Ini adalah komputasi realitas bagi kita yang kaya akan kompleksitas dan keindahan. Sepotong bukti mendasar untuk pandangan seperti itu adalah fakta sederhana bahwa gelombang cahaya di dunia, bervariasi sepanjang satu dimensi panjang gelombang. Namun, sistem persepsi kita memperlakukan warna sebagai dua dimensi (seperti gambaran warna yang dijelaskan pada halaman 29).

Sama halnya dengan *pitch*: dari kontinum satu dimensi molekul bergetar pada kecepatan yang berbeda, otak kita membangun ruang *pitch* multidimensi dengan tiga, empat, atau bahkan lima dimensi (menurut beberapa model). Jika otak kita menambahkan banyak dimensi ini pada apa yang ada di dunia maka, dapat membantu menjelaskan reaksi mendalam terhadap suara yang dibangun secara tepat dan dikombinasikan dengan keterampilan.

Ketika para ilmuwan kognitif berbicara tentang harapan dan melanggarnya, yang dimaksud adalah kejadian suatu peristiwa bertentangan dengan apa yang telah diprediksi secara wajar. Tentu kita tahu banyak tentang berbagai situasi standar yang berbeda. Kehidupan memberi kita situasi serupa yang hanya berbeda dalam detailnya dan seringkali tidak signifikan. Belajar membaca adalah contohnya.

Ekstraktor di otak kita telah belajar untuk mendeteksi aspek penting yang

tidak berubah dari huruf-huruf alphabet, kecuali secara eksplisit kita memperhatikan bahwa tidak melihat detil seperti saat mengetikkan kata. Meskipun detil permukaannya berbeda, semua kata-kata ini sama-sama dikenali seperti halnya masing-masing huruf. (Mungkin akan sumbang membaca kalimat di mana setiap kata berada pada tempat yang berbeda dan tentu saja pergeseran begitu cepat membuat kita memperhatikan, tetapi intinya tetap bahwa fitur detektor kita lebih sibuk mengekstraksi hal-hal seperti “huruf a” dari pada memproses huruf yang diketik.)

Cara penting yang dihadapi otak kita pada situasi standar adalah bahwa ia mengekstrak elemen-elemen umum pada berbagai situasi dan menciptakan kerangka kerja untuk menempatkannya; kerangka kerja ini disebut skema. Skema untuk huruf “a” akan menjadi deskripsi bentuknya dan mungkin serangkaian jejak memori mencakup semua a yang pernah kita lihat yaitu, menunjukkan variabilitas yang menyertai skema tersebut. Skema menginformasikan sejumlah interaksi sehari-hari kita dengan dunia. Misalnya, kita menghadiri sebuah pesta ulang tahun dan memiliki gagasan tentang skema yang umum untuk pesta ulang tahun.

Skema pesta ulang tahun akan berbeda untuk budaya yang berlainan (seperti musik), dan untuk orang-orang dari berbagai usia. Skema ini mengarah pada ekspektasi yang jelas, serta rasa harapan mana yang fleksibel dan mana yang tidak. Kita dapat membuat daftar hal-hal yang diharapkan akan ditemukan dalam pesta ulang tahun tertentu. Kita tidak akan terkejut jika ini semua tidak hadir, tetapi semakin banyak dari mereka yang tidak hadir maka, pestanya makin tidak khas seperti:

- ~ Seseorang yang merayakan ulang tahun kelahiran mereka
- ~ Orang lain membantu untuk merayakan
- ~ Kue dengan lilin

- ~ Hadiah
- ~ Banyak makanan
- ~ Topi pesta, pengeras suara, dan dekorasi lainnya

Jika pesta itu berlangsung selama delapan tahun, kita mungkin memiliki harapan tambahan bahwa akan ada permainan *pin-the-tail-on-the-donkey* yang meriah, tetapi bukan seteguk minuman. Ini kurang lebih merupakan skema pesta ulang tahun. Kita memiliki skema musik juga dan ini mulai terbentuk di dalam rahim dan dielaborasi, diubah, dan sebaliknya diinformasikan setiap kali mendengarkan musik. Skema musik kami untuk musik Barat mencakup pengetahuan implisit tangga nada yang biasanya digunakan. Inilah mengapa musik India atau Pakistan, misalnya, terdengar “aneh” bagi kita saat pertama kali mendengarnya.

Itu tidak terdengar asing bagi orang India dan Pakistan dan juga tidak terdengar aneh bagi bayi (atau setidaknya tidak seperti orang asing bila dibandingkan dengan musik). Ini mungkin persoalannya jelas tetapi kedengarannya aneh karena tidak konsisten dengan apa yang telah kita pelajari dalam musik. Pada usia lima tahun, bayi telah belajar mengenali progresi akor dalam musik sesuai budayanya dan mereka telah membentuk skema.

Kami mengembangkan skema untuk *genre* dan gaya musik tertentu; gaya hanyalah kata lain untuk “pengulangan”. Skema kami dalam konsep Lawrence Welk mencakup akordion, tetapi bukan distorsi suara gitar elektrik dan kebalikan dengan skema kami untuk konser Metallica. Skema untuk Dixieland termasuk musik *tap-tapping*, *up-tempo*, dengan pengecualian ketika band ini mencoba untuk menjadi ironis, kami tidak berharap ada tumpang tindih dalam repertoar mereka

seperti halnya prosesi pemakaman. Skema adalah perpanjangan dari memori. Sebagai pendengar, kita mengenali ketika mendengar sesuatu yang pernah didengar sebelumnya dan dapat membedakan apakah sebelumnya pernah mendengar bagian yang sama atau berbeda.

Menurut teoretikus Eugene Narmour, mendengarkan musik membuat kita dapat menyimpan dalam ingatan, pengetahuan tentang nada-nada yang baru saja berlalu, selain pengetahuan tentang musik yang tidak kita kenal atau gayanya mendekati apa yang kita dengarkan sekarang. Memori terakhir ini mungkin tidak memiliki kesamaan tingkat resolusi atau jumlah kejelasan yang sama dengan notasi yang baru saja didengar, tetapi diperlukan untuk membangun konteks not yang kita dengar.

Skema utama yang kami kembangkan meliputi kosakata genre dan gaya, serta era (musik era 1970-an terdengar berbeda dari musik 1930-an), ritme, progresi akor, struktur frasa (berapa banyak ukuran untuk frasa), berapa lama sebuah lagu dan not apa yang biasanya mengikuti apa. Ketika saya katakan sebelumnya bahwa lagu populer standar memiliki frasa yang panjangnya empat atau delapan birama, ini adalah bagian dari skema yang kami kembangkan untuk lagu-lagu populer di akhir abad ke-20. Kami telah mendengar ribuan lagu ribuan kali dan bahkan tanpa dapat secara eksplisit menggambarkannya, juga telah menyertakan kecenderungan frasa ini seolah sebagai “aturan” mengenai musik yang kami tahu.

Ketika “*Yesterday*” bermain dengan frase tujuh-birama, itu mengejutkan. Meskipun kami telah mendengar “*Yesterday*” seribu atau bahkan sepuluh ribu kali, tetap masih menarik karena itu melanggar ekspektasi skematis yang bahkan

tertanam lebih kuat dari pada ingatan kita akan lagu khusus ini. Lagu-lagu yang kami ingat kembali selama bertahun-tahun bermain musik dengan harapan bahwa mereka setidaknya dapat memberi sedikit kejutan. Steely Dan, The Beatles, Rachmaninoff, dan Miles Davis, hanyalah beberapa artis yang dikatakan oleh beberapa orang tidak pernah membosankan dan ini sebagian besar alasannya adalah dikarenakan oleh hal tersebut.

Melodi adalah salah satu cara utama agar harapan pendengar dikendalikan oleh komponis. Ahli teori musik telah mengidentifikasi prinsip yang disebut celah isian; dalam urutan nada. Jika melodi membuat lompatan besar, baik naik atau turun, nada selanjutnya harus berubah arah. Melodi yang khas mencakup banyak gerakan bertahap, yaitu nada yang saling berdekatan dalam tangga nada.

Jika melodi membuat lompatan besar, ahli teori menggambarkan ada kecenderungan melodi untuk “ingin” kembali ke titik lompatan awal; ini adalah cara lain untuk mengatakan bahwa otak kita berharap lompatan itu hanya sementara dan nada yang dibutuhkan itu dimaksudkan untuk membawa kita semakin dekat ke titik awal atau “rumah” yang harmonis.

Dalam “*Somewhere Over the Rainbow*”, melodi dimulai dengan salah satu lompatan terbesar yang pernah kami alami dalam mendengarkan musik seumur hidup: satu oktaf. Ini adalah pelanggaran skematik yang kuat dan komponis memberikan dan menenangkan kami dengan membawa melodi kembali ke dasarnya tetapi tidak turun terlalu banyak hanya dalam satu tangga nada karena ia ingin terus membangun ketegangan. Nada ketiga dari melodi ini terdapat celahnya. Sting melakukan hal yang sama dalam “*Roxanne*”: ia melompati interval kira-kira

setengah oktaf (kwart sempurna) untuk mencapai suku kata pertama dari kata Roxanne, dan kemudian turun lagi untuk membuat jarak.

Kami juga mendengar celah di *cantante andante* dari “*Pathétique*” Sonata Beethoven. Saat tema utama merambat naik ke atas, ia bergerak dari C (di kunci As, ini adalah tingkat ketiga dari skala) ke As satu oktaf di atas apa yang kita anggap sebagai nada “dasar”, kemudian terus naik ke Bes. Sekarang satu oktaf dan satu langkah lebih tinggi dari “nada dasar”, hanya ada satu cara untuk pergi yaitu, kembali ke rumah.

Sementara Beethoven benar-benar melompat turun dengan jarak kwin lalu mendarat di not (Es) kelima di atas tonik. Untuk menunda resolusi — Beethoven adalah ahli ketegangan — alih-alih melanjutkan turun ke tonika, ia bahkan bergerak menjauhinya. Dalam menulis lompatan turun dari Bes tinggi ke Es, Beethoven mengadu dua skema satu sama lain: skema untuk menyelesaikan ke tonika dan juga skema untuk celah jatuh.

Pada bagian ini, dengan menjauh dari tonika juga akan merasakan celah yang dibuat karena melompat cukup jauh untuk sampai ke posisi tengah. Ketika Beethoven membawa kita pulang dua birama, hal itu merupakan resolusi manis seperti yang terdengar. Pertimbangkan apa yang dilakukan Beethoven terhadap ekspektasi dari melodi ke tema utama pada gerakan terakhir dalam *Ninth Symphony* (“*Ode to Joy*”). Inilah not-not melodi, seperti solfes dari sistem do-re-mi:

mi - mi - fa - sol - sol - fa - mi - re - do - do --re - mi - mi - re - re

(Jika mengalami kesulitan untuk mengikutinya maka bisa dilakukan dengan menyanyikan kata-katanya dalam bahasa Inggris di bagian lagu: “Datang dan nyanyikan lagu sukacita untuk perdamaian, sebuah kemuliaan yang mulia ...”)

Tema melodi utama hanyalah not dalam tangga nada! Urutan not paling terkenal, tidak spesifik dan sering digunakan dalam musik Barat. Tapi Beethoven membuatnya menarik dengan melanggar ekspektasi kita. Dia mulai dengan nada aneh dan berakhir pada nada aneh pula. Dia mulai pada tingkat ketiga dari tangga nada (seperti yang dia lakukan pada “Pathétique” Sonata), bukan dasarnya, kemudian naik secara bertahap lalu berbalik dan turun lagi. Ketika dia sampai ke dasar nada paling stabil kemudian menetap di sana lalu muncul lagi, hingga not yang dimulai dan kembali ke bawah kita anggap dan berharap akan mencapai dasar lagi, tetapi dia tidak; dia tetap berada pada nada re, tingkat kedua.

Potongan ini perlu diselesaikan sampai ke tonika, tetapi Beethoven membuatnya menggantung di tempat yang paling tidak kita duga. Dia kemudian menjalankan seluruh motif lagi dan hanya pada kedua kalinya memenuhi harapan kita. Tapi sekarang, harapan itu bahkan lebih menarik karena ambiguitas: kita bertanya-tanya apakah seperti Lucy yang menunggu Charlie Brown, menarik gol resolusi menjauh pada menit terakhir.

Apa yang kita ketahui tentang saraf untuk harapan dan emosi musikal? Jika kita paham bahwa otak membangun versi realitas maka, harus menolak pemahaman bahwa otak memiliki representasi dunia yang akurat dan sepenuhnya isomorfik. Jadi apa yang dimiliki otak dalam neuronnya yang mewakili kenyataan di sekitar

kita? Otak mewakili semua musik dan aspek lain dunia dalam hal kode mental atau saraf. Ilmuwan saraf mencoba menguraikan kode ini dan memahami strukturnya, serta bagaimana menerjemahkannya menjadi pengalaman. Psikolog kognitif mencoba memahami kode-kode ini pada tingkat yang lebih tinggi bukan pada tingkat kinerja saraf, tetapi pada prinsip umum.

Cara penyimpanan gambar di komputer pada prinsipnya mirip dengan cara kerja kode saraf. Ketika kita menyimpan gambar di komputer maka, gambar itu tidak disimpan di *hard drive* seperti cara foto disimpan di album foto. Saat membuka album foto maka kita dapat mengambil foto, membalikkannya, memberikannya kepada teman; itu adalah objek fisik. Ini adalah foto bukan representasi foto. Di sisi lain, foto di komputer disimpan dalam *file* yang terdiri dari 0s dan 1s — kode biner yang digunakan komputer untuk mewakili segalanya.

Jika pernah membuka *file* yang rusak atau jika program email tidak bisa mengunduh lampiran dengan benar, mungkin telah melihat banyak bagian kosong yang kita pikir sebagai *file* komputer: serangkaian *file* simbol lucu, coretan, dan karakter alfanumerik mirip dengan kata-kata dalam komik. (Ini mewakili kode heksadesimal menengah yang dengan sendirinya dipecah menjadi 0s dan 1s, tetapi tahap menengah ini tidak penting untuk memahami analogi itu.)

Dalam kasus paling sederhana dari foto hitam-putih, 1 (satu) dapat mewakili titik hitam di tempat tertentu dalam gambar dan 0 (nol) mungkin menunjukkan tidak adanya titik hitam atau titik putih. Kita dapat membayangkan bahwa seseorang dapat dengan mudah mewakili bentuk geometris sederhana menggunakan 0s dan 1s ini, tetapi 0s dan 1s tidak dengan sendirinya dalam bentuk segitiga dan mereka

hanya akan menjadi bagian dari garis panjang 0s dan 1s, kemudian komputer akan memiliki seperangkat instruksi yang memberi tahu cara menafsirkannya (dan ke lokasi spasial mana setiap angka merujuk).

Jika kita pandai membaca *file* seperti itu, kemungkinan dapat membuat dekodernya dan menebak gambar seperti apa yang diwakilinya. Situasinya akan lebih rumit dengan gambar berwarna tetapi pada prinsipnya: sama. Orang yang setiap saat bekerja dengan *file* gambar dapat melihat aliran 0 (nol) dan 1 (satu), dan mengatakan sesuatu tentang sifat foto bukan pada tingkat apakah itu manusia atau kuda, tetapi pada hal-hal seperti berapa banyak merah atau abu-abu dalam gambar, seberapa tajam, resolusi dan sebagainya. Mereka telah belajar membaca kode yang mewakili gambar. Demikian pula dengan *file* audio yang disimpan dalam format biner menggunakan urutan 0s dan 1s. 0s dan 1s mewakili apakah ada suara pada bagian tertentu dari spektrum frekuensi. Tergantung pada posisi dalam *file*, urutan 0s dan 1s tertentu akan menunjukkan apakah yang diputar suara bas drum atau *piccolo*.

Pada kasus yang baru saja saya jelaskan, komputer menggunakan kode untuk mewakili objek visual dan auditori secara umum. Objek itu sendiri diuraikan menjadi piksel komponen kecil dalam kasus gambar dan gelombang sinus dari frekuensi tertentu serta amplitudo dalam kasus suara. Komponen ini diterjemahkan ke dalam kode. Tentu saja, komputer (otak) menjalankan banyak perangkat lunak (pikiran) yang menerjemahkan kode dengan mudah.

Sebagian besar dari kita tidak perlu khawatir tentang kode-kode itu. Kita memindai foto atau menyalin lagu ke *hard drive* dan ketika ingin melihat atau

mendengarnya, tinggal klik dua kali dan akan muncul sesuai dengan aslinya. Ini adalah ilusi yang dimungkinkan oleh banyak terjemahan dan penggabungan yang terjadi, semua itu tidak terlihat oleh kita. Seperti inilah kode sarafnya. Jutaan saraf menembak dengan kecepatan dan intensitas berbeda dan semuanya tidak terlihat oleh kita. Kita tidak bisa merasakan saraf meledak; tidak tahu bagaimana mempercepatnya, memperlambatnya, menyalakannya ketika kesulitan memulai pagi yang suram, atau mematikannya sehingga bisa tidur di malam hari.

Bertahun-tahun yang lalu, teman saya Perry Cook heran ketika kami membaca sebuah artikel tentang seorang lelaki bisa melihat rekaman fonograf dan mengidentifikasi potongan musik dengan melihat alur serta label yang dikaburkan. Apakah dia menghafal pola ribuan album rekaman? Perry dan saya mengeluarkan beberapa album rekaman lama dan melihat beberapa keteraturan. Alur rekaman vinil berisi kode yang “dibaca” oleh jarum. Nada rendah menciptakan alur lebar, nada tinggi membuat alur sempit dan jarum yang jatuh di dalam alur bergerak ribuan kali per detik untuk menangkap lanskap bagian dalam.

Jika seseorang tahu musik dengan baik mungkin dapat mengkarakterisasi mereka dalam hal berapa banyak nada rendah yang ada (musik rap memiliki banyak, tetapi tidak pada musik barok), seberapa mantap versus perkusif nada rendah itu (seperti lagu *jazz-swing* dengan bas berjalan sebagai kebalikan dari lagu funk dengan tepukan bas) dan untuk mempelajari bagaimana bentuk-bentuk ini dikodekan ke dalam vinil.

Keterampilan ini luar biasa, tetapi tidak bisa dijelaskan. Kita bertemu pembaca kode auditori hebat setiap hari: mekanik yang dapat mendengarkan suara

mesin dan menentukan apakah masalah kita disebabkan oleh sumbatan injektor bahan bakar atau rantai waktu yang terpelehet; dokter dapat mengetahui dengan mendengarkan detak jantung apakah kita menderita aritmia; polisi detektif dapat mengetahui kapan seorang tersangka berbohong melalui tekanan dalam suaranya; musisi dapat mengetahui biola alto dari biola sopran atau klarinet Bes dari klarinet Es hanya melalui suara. Dalam semua kasus ini, timbre memainkan peran penting dalam membantu untuk membuka kode.

Bagaimana kita dapat mempelajari kode saraf dan belajar menafsirkannya? Beberapa ahli saraf mulai dengan mempelajari neuron dan karakteristik apa yang menyebabkan mereka menembak, seberapa cepat mereka meluncur, seperti apa sifat refrakturnya (berapa lama mereka perlu pulih di antara cetusan); kami mempelajari bagaimana neuron berkomunikasi satu sama lain dan peran neurotransmitter dalam menyampaikan informasi di otak. Sebagian besar pekerjaan pada tingkat analisis ini menyangkut prinsip-prinsip umum; kita belum tahu banyak tentang neurokimia musik misalnya, meskipun saya akan mengungkapkan beberapa hasil terbaru yang menarik dalam bidang ini dari penelitian laboratorium pada Bab 5.

Tapi saya akan mundur sebentar. Neuron adalah sel utama otak; mereka juga ditemukan di sumsum tulang belakang dan sistem saraf perifer. Aktivitas dari luar otak dapat menyebabkan neuron terbakar seperti ketika frekuensi nada tertentu merangsang selaput basilar dan pada gilirannya melewati sinyal hingga frekuensi neuron terseleksi di korteks pendengaran. Bertentangan dengan apa yang kita pikirkan seratus tahun lalu bahwa, neuron di otak tidak benar-benar tersentuh

karena terdapat ruang di antara mereka yang disebut: sinaps.

Ketika kita mengatakan sebuah neuron ditembakkan maka, ia mengirimkan sinyal listrik yang menyebabkan pelepasan neurotransmitter. Neurotransmitter adalah bahan kimia yang melakukan perjalanan ke seluruh otak dan mengikat reseptor yang melekat pada neuron lain. Reseptor dan neurotransmitter masing-masing dapat dianggap sebagai terkunci dan kunci. Setelah neuron menyala, neurotransmitter berenang melintasi sinapsis ke neuron terdekat dan ketika ia menemukan kunci lalu berhenti di sana, neuron baru itu mulai menembak.

Tidak semua kunci cocok dengan semua yang terkunci; ada kunci tertentu (reseptor) yang dirancang untuk hanya menerima neurotransmitter tertentu saja. Secara umum, neurotransmitter menyebabkan neuron penerima menyala atau bahkan mencegahnya. Neurotransmitter kemudian diserap melalui proses yang disebut *reuptake*; tanpa *reuptake*, neurotransmitter akan terus merangsang atau menghambat penembakan neuron.

Beberapa neurotransmitter digunakan dalam seluruh sistem saraf dan hanya beberapa di daerah otak serta jenis neuron tertentu saja. Serotonin diproduksi di batang otak yang dikaitkan dengan pengaturan suasana hati dan kondisi tidur. Obat baru antidepresan, termasuk *Prozac* dan *Zoloft* dikenal sebagai *selective serotonin reuptake inhibitors* (SSRIs) karena mereka menghambat *reuptake* serotonin di otak, memungkinkan serotonin apa pun yang ada di sana bekerja untuk jangka waktu lebih lama.

Mekanisme yang tepat untuk mengurangi depresi, gangguan obsesif kompulsif, dan gangguan suasana hati serta tidur, belum banyak diketahui.

Dopamin dilepaskan oleh *nucleus accumbens* dan terlibat dalam pengaturan suasana hati serta koordinasi gerakan. Ini paling terkenal karena menjadi bagian dari sistem kesenangan dan penghargaan dalam otak. Ketika pecandu narkoba mendapatkan obat pilihan mereka, atau ketika penjudi kompulsif memenangkan taruhan sama seperti ketika *chocoholic* mendapatkan kakao, yang dilepaskan adalah neurotransmitter-nya. Hingga 2005, peran penting yang dimainkan oleh *nucleus accumbens* dalam musik tidak diketahui.

Selama dekade terakhir ini, neurosains kognitif telah membuat lompatan besar dalam pemahaman otak. Kita sekarang tahu lebih banyak tentang bagaimana neuron bekerja, berkomunikasi, membentuk jaringan, dan berkembang dari model genetika. Salah satu temuan di tingkat makro tentang fungsi otak adalah gagasan populer mengenai spesialisasi hemisfer yaitu, bahwa separuh belahan kiri dan belahan kanan otak melakukan fungsi kognitif yang berbeda. Ini memang benar, tetapi seperti halnya dengan makin banyaknya sains yang dipengaruhi oleh budaya populer, kisah nyata itu lebih hanya sebagai nuansa.

Untuk mulai dengan penelitian berdasarkan hal itu maka dilakukan pada orang yang tidak kidal. Untuk alasan yang juga tidak sepenuhnya jelas, orang-orang yang kidal (sekitar 5-10 persen dari populasi) atau *ambidextrous* kadang memiliki organisasi otak yang sama dengan tangan kanan, tetapi lebih sering memiliki organisasi otak yang berbeda. Ketika organisasi otak berbeda, hal itu seperti bentuk bayangan cermin sederhana, sehingga fungsinya hanya dibalik ke sisi yang berlawanan. Namun dalam banyak kasus, kidal memiliki organisasi saraf berbeda dengan cara yang belum terdokumentasi dengan baik. Dengan demikian, setiap

generalisasi yang dibuat tentang asimetri hemisferik hanya berlaku untuk mayoritas populasi yang tidak kidal.

Para penulis, pengusaha, dan insinyur menyebut diri mereka lebih dominan pada belahan otak kiri, dan seniman, penari, serta musisi pada belahan otak kanan. Konsepsi populer bahwa otak kiri analitis dan otak kanan artistik memang memiliki beberapa kelebihan tetapi terlalu sederhana. Kedua belahan sisi otak terlibat dalam analisis dan dalam pemikiran abstrak. Semua kegiatan ini membutuhkan koordinasi dari dua belahan otak meskipun beberapa fungsi tertentu yang terlibat jelas-jelas dilateralisasi.

Pemrosesan bahasa terutama di lokasi belahan kiri meskipun aspek global tertentu dari bahasa lisan seperti intonasi, penekanan, dan pola nada lebih sering terganggu ketika terjadi kerusakan di belahan kanan. Kemampuan untuk membedakan suatu pertanyaan dari suatu pernyataan atau sarkasme dari ketulusan, seringkali bertumpu pada belahan kanan ini yang dilateralisasi, isyarat nonlinier yang secara kolektif dikenal sebagai prosodi.

Adalah wajar untuk bertanya apakah musik menunjukkan asimetri berlawanan dengan pemrosesan yang terutama terletak di belahan kanan. Ada banyak kasus individu dengan kerusakan otak di belahan kiri yang kehilangan kekuatan bicara tetapi dapat mempertahankan fungsi fisik mereka, demikian sebaliknya. Kasus-kasus seperti ini menunjukkan bahwa musik dan bahasa, meskipun mereka mungkin berbagi beberapa sirkuit saraf tetap tidak dapat menggunakan struktur saraf yang tumpang tindih.

Ciri-ciri lokal dari bahasa lisan, seperti membedakan satu suara ucapan dari

yang lain, tampaknya bagian dari belahan otak kiri. Kami juga menemukan lateralisasi di dasar otak musik. Konversi keseluruhan melodi hanyalah bentuk melodi sementara interval diproses di belahan kanan, seperti halnya membuat diskriminasi nada yang berdekatan dalam tangga nada. Konsisten dengan fungsi bahasanya, belahan kiri terlibat dalam aspek penamaan musik seperti penamaan lagu, pemain, instrumen, atau interval musik.

Musisi menggunakan tangan kanan atau membaca musik dari mata kanan mereka juga menggunakan otak kiri karena bagian kiri otak mengendalikan bagian kanan tubuh. Ada juga bukti baru untuk melacak perkembangan yang sedang berlangsung dari tema musik mengenai kunci dan tangga nada, apakah suatu karya musik masuk akal atau tidak, kemudian dilateralisasi ke lobus frontal kiri. Pelatihan musik tampaknya memiliki efek menggeser beberapa pemrosesan musik dari belahan kanan (imajistik) ke belahan kiri (logis), ketika musisi belajar berbicara dan berpikir tentang musik menggunakan istilah linguistik. Dan perkembangan normal tampaknya menyebabkan spesialisasi hemisfer yang lebih besar: anak-anak menunjukkan lebih sedikit lateralisasi operasi musik dari pada orang dewasa, terlepas dari apakah mereka musisi atau bukan.

Tempat terbaik untuk mulai melihat ekspektasi pada otak musikal adalah bagaimana melacak urutan akor dalam musik dari waktu ke waktu. Cara yang paling penting bahwa musik berbeda dari seni visual adalah bahwa ia dimanifestasikan dari waktu ke waktu. Ketika nada terungkap secara berurutan, mereka menuntun kita — otak dan pikiran kita — untuk membuat prediksi tentang apa yang akan terjadi selanjutnya. Prediksi ini adalah bagian penting dari ekspektasi

musikal. Tetapi bagaimana cara mempelajari dasar-dasar otak ini?

Tembakan neuron menghasilkan arus listrik kecil dan akibat dari arus dapat diukur dengan peralatan yang memungkinkan kita untuk mengetahui kapan dan seberapa sering neuron ditembakkan; ini disebut *electroencephalogram*, atau EEG. Elektroda mulai dari yang 14 hingga 256 kanal (terbaru) ditempatkan (tanpa rasa sakit) di permukaan kulit kepala, sama seperti monitor jantung mungkin ditempelkan ke kaki, pergelangan tangan, atau dada.

EEG sangat sensitif terhadap waktu penghentian kinerja saraf dan dapat mendeteksi aktivitas dengan resolusi seperseribu detik (satu milidetik). Tetapi ada beberapa keterbatasan. EEG tidak dapat membedakan apakah aktivitas saraf melepaskan neurotransmitter rangsang, penghambatan, atau modulatori, bahan kimia seperti serotonin dan dopamin yang mempengaruhi perilaku neuron lain. Karena tanda elektrik yang dihasilkan oleh satu neuron, menembak relatif lemah dan EEG hanya mengambil penembakan secara sinkron dari kelompok-kelompok besar neuron bukan neuron individual.

EEG juga memiliki resolusi spasial terbatas, yaitu kemampuan hanya untuk memberi tahu di mana lokasi penembakan saraf karena apa yang disebut dengan masalah *Poisson* terbalik. Bayangkan bahwa kamu berdiri di dalam stadion sepak bola dengan kubah semi-transparan besar yang melingkupinya. Kamu memiliki senter dan mengarahkannya ke permukaan bagian dalam kubah. Sementara itu, saya berdiri di luar, menatap kubah dari atas dan harus memprediksi di mana kamu berdiri. Kamu bisa berdiri di mana saja di seluruh lapangan sepak bola dan mengarahkan senter ke tempat khusus yang sama di tengah kubah dan dari tempat

saya berdiri, semuanya akan terlihat sama.

Mungkin ada sedikit perbedaan dalam sudut atau kecerahan cahaya, tetapi prediksi apa pun yang saya buat tentang di mana Anda berdiri hanya akan menjadi dugaan. Jika Anda harus memantulkan sinar senter dari cermin dan permukaan reflektif lainnya sebelum mencapai kubah, saya akan lebih tersesat lagi. Ini adalah kasus dengan sinyal listrik di otak yang dapat dihasilkan dari berbagai sumber di otak, dari permukaan otak atau jauh di dalam alur (*sulci*), dan dapat memantul dari *sulci* sebelum mencapai elektroda pada permukaan kulit kepala luar.

Namun, EEG telah membantu dalam memahami perilaku musikal karena musik berdasarkan waktu serta EEG memiliki resolusi temporal terbaik dari alat yang bisa digunakan untuk mempelajari otak manusia. Beberapa percobaan dilakukan oleh Stefan Koelsch, Angela Friederici dan rekan-rekan, telah mengajarkan kita tentang sirkuit saraf yang terlibat dalam struktur musik.

Eksperimen memainkan urutan akor yang diselesaikan dengan cara standar, skematis, atau diakhiri dengan akor yang tidak terduga. Setelah terdengarnya akor, aktivitas listrik di otak yang terkait dengan struktur musik diamati dalam 150-400 milidetik (ms), dan aktivitas yang terkait dengan makna musikal sekitar 100–150 ms. Sintaksis pemroses musik struktural telah dilokalkan ke lobus frontal dari kedua belahan otak di daerah yang berdekatan dan tumpang tindih dengan wilayah yang memproses sintaksis ucapan. Seperti area *Broca* dan muncul terlepas dari apakah pendengar memiliki kemampuan musik atau tidak. Wilayah yang terlibat dengan semantik musical yang akan mengaitkan urutan nada dengan makna tampaknya berada di bagian belakang lobus temporal kedua sisi, dekat area *Wernicke*.

Sistem musikal otak tampaknya beroperasi dengan kemandirian fungsional dari sistem bahasa, bukti ini berasal dari banyak studi kasus pasien yang pasca cedera, kehilangan satu atau bagian lain tetapi tidak keduanya. Kasus yang paling terkenal mungkin adalah Clive Wearing, seorang musisi dan konduktor yang otaknya rusak akibat gangguan herpes ensefalitis. Seperti dilansir Oliver Sacks, Clive kehilangan semua ingatan kecuali pada musik dan istrinya.

Kasus-kasus lain pernah dilaporkan di mana pasien kehilangan kemampuan musik tetapi mempertahankan bahasa dan ingatan lainnya. Ketika bagian-bagian korteks kirinya memburuk, Ravel secara selektif kehilangan indera pendengaran ketika mempertahankan rasa timbre-nya, suatu kecekatan yang mengilhami tulisannya tentang Bolero, sebuah karya dengan penekanan pada variasi dalam *timbre*. Penjelasan yang paling minim adalah bahwa musik dan bahasa pada kenyataannya berbagi beberapa sumber saraf yang sama, namun juga memiliki jalur independen. Kedekatan pemrosesan musik dan bahasa di lobus frontal dan temporal serta secara parsial tumpang tindih menunjukkan bahwa, sirkuit saraf yang digunakan untuk musik dan bahasa dapat memulai bekerja dengan tidak berbeda.

Pengalaman dan perkembangan normal kemudian membedakan fungsi dimulai sebagai populasi neuron yang sangat mirip. Pertimbangkan bahwa pada usia yang sangat dini, bayi dianggap sebagai sinestetik karena tidak dapat membedakan masukan dari indera yang berbeda dan mengalami kehidupan serta dunia sebagai persatuan psikedelik dari semua sensorik. Bayi hanya dapat melihat jumlahnya sebagai warna merah, mencicipi keju dalam *Des*, dan mencium bau mawar melalui *triangle*.

Proses pematangan menciptakan perbedaan dalam jalur saraf ketika koneksi terputus atau dipangkas. Apa yang mungkin telah dimulai sebagai gugus neuron dalam merespons merupakan hal yang sama terhadap pemandangan, suara, rasa, sentuhan, dan bau sebagai jaringan khusus. Jadi, kemampuan musik dan wicara telah dimulai di dalam kita semua dengan asal-usul neurobiologis yang sama, wilayahnya sama, dan juga menggunakan jaringan saraf khusus yang sama.

Dengan meningkatnya pengalaman dan paparan dari luar dirinya, bayi yang sedang berkembang akhirnya menciptakan jalur musik dan bahasa khusus. Jalur tersebut dapat berbagi dengan beberapa sumber daya umum, seperti yang telah disebutkan paling menonjol oleh Ani Patel dalam SSIRH bersama hipotesis sumber daya integrasi sintaksisnya.

Kolaborator saya Vinod Menon, seorang ahli ilmu sistem saraf di Stanford Medical School, berbagi pengalaman untuk dapat menjabarkan temuan-temuan dari laboratorium Koelsch dan Friederici serta memberikan bukti yang kuat untuk SSIRH Patel. Untuk itu, kami harus menggunakan metode berbeda dalam mempelajari otak karena resolusi spasial EEG tidak cukup untuk benar-benar menunjukkan lokus saraf sintaksis musikal. Karena hemoglobin darah sedikit bersifat magnetis maka, perubahan dalam aliran darah hanya dapat ditemukan dengan mesin yang mampu melacak perubahan sifat magnetik.

Inilah yang disebut mesin *magnetic resonance imaging* (MRI), sebuah elektromagnet raksasa dengan menghasilkan laporan yang menunjukkan perbedaan pada sifat magnetik, kemudian dapat memberi tahu kita di mana, pada suatu titik waktu tertentu, darah mengalir dalam tubuh. (Penelitian tentang pengembangan

pemindai MRI pertama dilakukan oleh perusahaan Inggris EMI, sebagian besar berasal dari keberhasilan mereka tercermin dalam lagu Beatles. “*Saya Ingin Pegang Tangan Anda*” mungkin berjudul “*Saya Ingin Memindai Otak Anda*”.)

Karena neuron membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup dan darah membawa hemoglobin teroksigenasi maka, kita juga dapat melacak aliran darah di otak. Kami membuat asumsi bahwa neuron yang aktif menembak akan membutuhkan lebih banyak oksigen dari pada yang sedang istirahat, sehingga wilayah otak yang terlibat dalam tugas kognitif tertentu akan menjadi daerah dengan aliran darah terbanyak. Ketika kita menggunakan MRI untuk mempelajari fungsi daerah otak maka, teknologinya disebut MRI fungsional atau fMRI.

Gambaran fMRI membuat kita dapat melihat otak manusia yang hidup dan berfungsi saat sedang berpikir. Jika Anda secara mental latihan kinerja teknis, kita dapat melihat aliran darah naik ke korteks motor dan resolusi spasial fMRI cukup baik sehingga dapat melihat bahwa itu adalah bagian dari korteks motor yang aktif mengontrol lengan Anda. Jika kemudian mulai memecahkan masalah matematika, darah bergerak maju ke lobus frontal Anda dan khususnya ke daerah yang telah diidentifikasi terkait dengan pemecahan masalah aritmatika dan kami melihat gerakan ini yang pada akhirnya terjadi pengumpulan darah di lobus frontal pada monitor pemindaian fMRI.

Akankah ilmu Frankenstein yang baru saja digambarkan ini, ilmu pencitraan otak, akan memungkinkan kita untuk membaca pikiran orang? Saya secara yakin melaporkan bahwa jawabannya mungkin tidak dan sama sekali tidak untuk masa mendatang. Alasannya adalah pikiran sangat rumit dan melibatkan

terlalu banyak daerah berbeda. Dengan fMRI dapat dikatakan bahwa Anda mendengarkan musik sebagai lawan dari menonton film bisu tetapi belum dapat dipastikan bagaimana jika mendengarkan nyanyian *hip-hop* versus *Gregorian*, apalagi lagu khusus yang didengarkan atau sedang dipikirkan.

Dengan resolusi tinggi dari spasial fMRI, seseorang dapat mengetahui dalam beberapa milimeter di mana sesuatu terjadi di otak. Masalahnya adalah bahwa, bagaimana pun juga resolusi temporal fMRI tidak terlalu baik karena jumlah waktu dibutuhkan oleh darah untuk didistribusikan kembali ke otak yang dikenal sebagai *hemodinamik lag*. Tetapi yang lain sudah mempelajari kapan sintaksis musik/pemrosesan struktur musik; kita ingin tahu di mana dan khususnya daerah mana yang terlibat juga didedikasikan untuk bahasa.

Kami menemukan apa yang diprediksi. Mendengarkan musik dan memperhatikan fitur-fitur sintaksis strukturnya mengaktifkan wilayah tertentu dari frontal korteks di sisi kiri yang disebut *pars orbitalis*, subbagian dari wilayah yang dikenal sebagai Brodmann Area 47. Wilayah yang kami temukan dalam penelitian beberapa tumpang tindih dengan studi struktur sebelumnya dalam bahasa tetapi juga memiliki beberapa aktivasi unik. Selain aktivasi hemisfer kiri ini, kami juga menemukan aktivasi di area analog dari hemisfer kanan. Ini memberi tahu kita bahwa memperhatikan struktur dalam musik membutuhkan kedua belahan otak, sementara memperhatikan struktur dalam bahasa hanya membutuhkan belahan bagian kiri saja.

Hal paling mengejutkan adalah bahwa daerah belahan kiri yang aktif dalam melacak struktur musik adalah sama persis dengan aktivitas ketika orang tuli

berkomunikasi dengan bahasa isyarat. Ini menunjukkan bahwa indentifikasi kami indentifikasi pada otak bukan hanya wilayah yang memproses apakah urutan pengucapan kalimat sudah masuk akal.

Kami sekarang melihat sebuah wilayah untuk menanggapi penglihatan terhadap organisasi visual dari kata-kata yang disampaikan melalui bahasa isyarat. Kami menemukan bukti keberadaan wilayah otak yang memproses struktur secara umum ketika digunakan dari waktu ke waktu. Meskipun masukan ke wilayah ini pasti berasal dari populasi saraf yang berbeda dan keluarannya harus melalui jaringan khusus, di sana terdapat wilayah yang terus bermunculan dalam tugas apa pun dan melibatkan pengorganisasian informasi dari waktu ke waktu.

Gambar tentang organisasi saraf untuk musik menjadi lebih jelas. Semua suara dimulai dari gendang telinga. Secara cepat suara dipisahkan oleh *pitch*. Tidak lama kemudian, pembicaraan dan musik mungkin menyimpang ke dalam sirkuit pemrosesan yang terpisah. Sirkuit wicara menguraikan sinyal untuk mengidentifikasi fonem individu — konsonan dan vokal yang membentuk alfabet dalam sistem fonetik kita.

Sirkuit musik mulai menguraikan sinyal dan secara terpisah menganalisis nada, warna suara, kontroversi, dan ritme. Keluaran dari neuron yang melakukan tugas-tugas ini dihubungkan ke daerah-daerah pada lobus frontal dan menyatukan semuanya serta mencoba untuk mencari tahu apakah ada struktur atau urutan pola temporal dari semuanya itu. Lobus frontal mengakses *hippocampus* dan regio kita di bagian dalam lobus temporal dan bertanya apakah ada sesuatu di pusat ingatan yang dapat membantu untuk memahami sinyal tersebut.

Pernahkah saya mendengar pola khusus ini sebelumnya? Jika ya, kapan? Apa artinya? Apakah itu bagian dari urutan yang lebih besar dan maknanya sedang berlangsung sekarang di depan saya? Setelah menemukan beberapa dari struktur neurobiologi dan harapan musik, kami sekarang siap untuk bertanya tentang mekanisme otak yang mendasari emosi dan ingatan.

5. Kau Tahu Namaku, Lihat Nomernya

Bagaimana Kita Mengkategorisasikan Musik?

Salah satu kenangan saya paling awal pada musik adalah ketika berusia tiga tahun, sambil berbaring di lantai di bawah piano keluarga saat ibuku sedang memainkannya. Berbaring di karpet wol hijau lusuh dengan piano di atasku, yang bisa kulihat hanyalah kaki ibuku menggerakkan pedal ke atas dan ke bawah, tetapi suaranya — itu seolah menelanku!

Itu ada di sekitar, bergetar melalui lantai dan tubuh saya, nada rendah di sebelah kanan dan nada tinggi di sebelah kiri. Akor Beethoven yang keras dan padat; sibuk menari, nada akrobatik Chopin; ritme yang ketat, sangat militeristik dari Schumanen khas orang Jerman seperti ibuku. Dalam hal ini — di antara ingatanku yang pertama tentang musik — suara itu membuatku kesurupan, membawaku ke tempat-tempat yang belum pernah kudatangi. Waktu seolah berdiri diam sementara musiknya terus berbunyi.

Apa perbedaan ingatan musik dengan ingatan lainnya? Mengapa musik dapat menstimulasi ingatan dalam diri kita yang sepertinya tampak terkubur atau hilang? Dan bagaimana membawa pada pengalaman emosi musikal kita? Bagaimana mengenali lagu yang sudah pernah kita dengar sebelumnya? Pengenalan lagu melibatkan sejumlah perhitungan kompleksitas saraf yang berinteraksi dengan memori. Itu mengharuskan otak mengabaikan fitur-fitur tertentu sementara kita hanya fokus pada ciri yang tidak berubah dari terus mendengarkan yang berikutnya — dan dengan cara ini otomatis akan mengekstrak

properti invarian dari sebuah lagu.

Yaitu, sistem komputasi otak harus dapat memisahkan aspek-aspek dari sebuah lagu yang tetap sama setiap kali mendengarnya, dari hanya satu kali variasi atau dari yang khusus untuk presentasi tertentu. Jika otak tidak melakukan ini, setiap kali kita mendengar lagu dengan volume berbeda maka, akan dialami sebagai lagu yang sama sekali berbeda pula! Dan volume bukan satu-satunya parameter dengan potensi berubah tanpa memengaruhi identitas lagu yang mendasarinya. Instrumentasi, tempo, dan *pitch* dianggap tidak relevan dari sudut pandang rekognisi nada. Dalam proses mengabstraksi ciri yang penting untuk identitas sebuah lagu, perubahan fitur ini harus dikesampingkan.

Pengenalan lagu secara dramatis meningkatkan kompleksitas sistem saraf yang diperlukan untuk memproses musik. Memisahkan yang menetap dari yang sesaat adalah masalah sangat besar dalam komputasi. Saya bekerja untuk sebuah perusahaan Internet pada akhir 1990-an yang mengembangkan perangkat lunak untuk mengidentifikasi *file* MP3. Banyak orang memiliki *file* suara di komputer mereka, tetapi banyak yang salah nama atau bahkan tidak menyebutkan nama sama sekali. Tidak ada yang mau membaca *file* demi *file* dan mengoreksi ejaan yang salah, seperti “Etlon John” atau mengganti nama lagu seperti “*My Aim Is True*” menjadi “*Alison*” oleh Elvis Costello (tujuan kata-kata yang benar adalah penting dalam paduan suara, bukan nama lagunya).

Memecahkan masalah penamaan otomatis relatif mudah; setiap lagu memiliki “jejak” digital dan yang perlu dilakukan hanyalah mempelajari cara efisien mencari setengah juta basis data lagu agar dapat diidentifikasi dengan benar.

Ini disebut “tabel pencarian” oleh para ilmuwan komputer. Sama dengan mencari nomor Jaminan Sosial dalam database yang diberikan nama dan tanggal lahir: karena hanya terdapat satu nomor Jaminan Sosial yang mungkin sesuai dengan nama dalam DOB.

Demikian pula, hanya satu lagu yang dikaitkan dengan urutan digital tertentu dan secara keseluruhan mewakili kinerja tertentu dari lagu itu. Program ini bekerja sangat baik dalam keperluan pencarian. Apa yang tidak bisa dilakukan adalah menemukan versi lain dari lagu yang sama di *database*. Saya mungkin punya delapan versi “*Mr. Sandman*” di *hard drive*, tetapi jika mengirimkan versi Chet Atkins ke suatu program dan memintanya untuk menemukan versi lain (seperti yang ditulis oleh Jim Campilongo atau Chordettes), itu tidak bisa. Ini dikarenakan cara kerja penomoran digital ketika memulai *file* MP3 tanpa memberi apa pun untuk diterjemahkan dalam melodi, ritme, atau kekerasan bunyi dan kami juga belum tahu cara menerjemahkannya.

Program kami harus mampu mengidentifikasi keajegan interval melodi dan ritmis serta mengabaikan detil kinerja-spesifik. Otak melakukan ini dengan mudah, tetapi belum ada yang menemukan komputer untuk melakukan ini. Perbedaan kemampuan komputer dan manusia terkait dengan perdebatan tentang sifat dan fungsi memori pada manusia. Eksperimen baru-baru ini dari memori musikal telah memberikan petunjuk yang pasti dalam memilah kisah nyata. Perdebatan besar di antara para ahli teori memori selama seratus tahun terakhir adalah tentang apakah ingatan manusia dan binatang itu relasional atau absolut. Aliran relasional berpendapat bahwa sistem memori kita menyimpan informasi tentang hubungan

antara objek dan ide tetapi tidak harus detil tentang objek itu sendiri. Ini juga disebut pandangan konstruktivisme karena menyiratkan bahwa dengan kurangnya sensorik sensual maka, kita membangun representasi ingatan realitas dari hubungan-hubungan tersebut (dengan banyak detil yang diisi atau direkonstruksi di tempat).

Kaum konstruktivis percaya bahwa fungsi ingatan adalah mengabaikan detil yang tidak relevan sambil mempertahankan intinya. Teori yang bersaing disebut teori penyimpanan catatan. Pendukung pandangan ini berpendapat bahwa memori seperti perekam kaset atau kamera video digital, melestarikan semua atau sebagian besar pengalaman kita secara akurat dan dengan hampir sempurna. Musik memainkan peran dalam debat ini karena — seperti yang dicatat oleh para psikolog Gestalt lebih dari seratus tahun lalu — melodi didefinisikan oleh hubungan nada (pandangan konstruktivis) namun, mereka terdiri dari nada-nada yang pasti (pandangan rekaman notasi, tetapi hanya jika nada-nada itu dikodekan dalam memori).

Banyak bukti telah menunjukkan dukungan atas kedua sudut pandang tersebut. Bukti konstruktivis berasal dari kajian di mana orang mendengarkan pidato (memori pendengaran) atau diminta untuk membaca teks (memori aktual) dan kemudian melaporkan apa yang mereka dengar atau baca. Dalam banyak penelitian, orang tidak pandai menciptakan kembali kata demi kata. Mereka mengingat konten umum tetapi tidak merinci kata-kata. Beberapa penelitian juga menunjukkan kelenturan memori. Tampaknya intervensi kecil dapat secara kuat memengaruhi keakuratan pengambilan memori.

Serangkaian penelitian penting dilakukan oleh Elizabeth Loftus dari

University of Washington, yang tertarik pada keakuratan kesaksian para saksi di ruang sidang. Subjek ditunjukkan rekaman video dan ditanyai pertanyaan utama tentang isinya. Jika diperlihatkan dua mobil yang nyaris tidak saling bersenggolan, satu kelompok subjek mungkin ditanya, “Seberapa cepat mobil berjalan ketika mereka saling bersenggolan?” Dan kelompok lain akan ditanya, “Seberapa cepat mobil berjalan ketika mereka saling menghancurkan satu sama lainnya?” Pergantian satu kata semacam itu menyebabkan perbedaan dramatis dalam pemahaman saksi mata tentang kecepatan kedua kendaraan.

Kemudian Loftus membawa subjek kembali, kadang-kadang hingga satu minggu kemudian, dan bertanya, “Berapa banyak pecahan kaca yang Anda lihat?” (Benar-benar tidak ada pecahan kaca.) Subjek yang ditanya pertanyaan dengan kata hancur di itu lebih mungkin untuk melaporkan “mengingat” pecahan kaca di video. Ingatan mereka tentang apa yang sebenarnya dilihat telah direkonstruksi berdasarkan pertanyaan sederhana yang diajukan oleh eksperimenter seminggu sebelumnya.

Temuan-temuan seperti ini telah mengarahkan para peneliti untuk menyimpulkan bahwa memori tidak terlalu akurat dan bahwa itu dibangun dari potongan-potongan yang berbeda dan mungkin tidak akurat. Pengambilan memori (dan mungkin penyimpanan) mengalami proses yang mirip dengan penyelesaian persepsi.

Pernahkah Anda mencoba memberi tahu seseorang tentang mimpi yang dialami saat sarapan pagi berikutnya? Biasanya ingatan akan mimpi itu muncul di hadapan kita dalam penggalan-penggalan imajinasi dan transisi antar unsur yang

tidak selalu jelas. Saat menceritakan mimpi itu, kami melihat ada celah dan hampir tidak bisa menahannya saat mulai bercerita. Mungkin dimulai dengan “Aku berdiri di atas tangga di luar, mendengarkan konser Sibelius dan permen Pez berjatuhan dari langit...” Tetapi gambar selanjutnya adalah diri Anda sendiri di tengah tangga. Kami secara alami dan otomatis akan menerima informasi yang hilang ini saat menceritakan kembali mimpi itu, “Dan aku memutuskan untuk melindungi diri dari kejatuhan Pez ini, jadi mulai menuruni tangga yang aku tahu ada tempat berlindung”.

Ini adalah otak kiri yang berbicara (dan mungkin wilayah yang disebut *orbitofrontal cortex* tepat di belakang pelipis kiri). Ketika kita mengarang cerita, hampir selalu otak kiri yang melakukan fabrikasi. Otak kiri mengarang cerita berdasarkan informasi terbatas yang didapatnya. Biasanya membuat ceritanya benar tetapi akan berusaha keras agar terdengar koheren.

Michael Gazzaniga menemukan ini dalam penelitiannya terhadap pasien *commissurotomy* — pasien dengan dua belahan otak dipisahkan melalui operasi untuk menghilangkan epilepsi yang lama tidak bisa diobati. Sebagian besar masukan dan keluaran otak bersifat kontralateral — otak kiri mengendalikan gerakan di bagian kanan tubuh sementara otak kiri memproses informasi yang dilihat mata kanan.

Gambar cakar ayam ditunjukkan ke otak kiri pasien dan sebuah rumah yang tertutup salju di otak kanannya (masing-masing melalui mata kanan dan kiri). Sebuah penghalang diberikan untuk membatasi pandangan setiap mata hanya pada satu gambar. Pasien kemudian diminta untuk memilih dari susunan gambar yang

paling dekat hubungannya dengan masing-masing dari kedua aitem. Pasien menunjuk seekor ayam dengan otak kirinya (yaitu, tangan kanannya) dan menunjuk ke sekop dengan otak kanannya. Sejauh ini hasilnya baik: ayam dengan cakar, dan sekop dengan rumah yang tertutup salju.

Tetapi ketika Gazzaniga melepaskan penghalang dan bertanya kepada pasien mengapa ia memilih sekop, belahan kirinya melihat ayam dan sekop lalu menghasilkan cerita yang konsisten dengan kedua gambar. “Anda perlu sekop untuk membersihkan kandang ayam”, jawab pasien, tanpa kesadaran bahwa ia telah melihat rumah bersalju (dengan otak kanan nonverbal), atau bahwa ia sedang menciptakan penjelasan di tempat. Sekor lain untuk bukti bagi para konstruktivis.

Di MIT pada awal 1960-an, Benjamin White mengambil ide psikologi Gestalt, yang bertanya bagaimana mungkin sebuah lagu dapat mempertahankan identitasnya meskipun terjadi transposisi dalam nada dan waktu. White secara sistematis mengubah lagu-lagu terkenal seperti “*Deck the Halls*” dan “*Michael, Row Your Boat Ashore*”. Dalam beberapa kasus, ia mengubah posisi semua *pitch*, pada bagian lain ia mengubah jarak *pitch* dengan kontur tetap dipertahankan, tetapi ukuran interval menyempit atau meluas.

Dia memainkan lagu tersebut mundur-maju dan mengubah ritmenya. Hampir pada setiap kasus, nada cacat lebih mudah dikenali dari pada yang kebetulan. White menunjukkan bahwa sebagian besar pendengar dapat mengenali transposisi lagu, transposisi secara cepat dan tanpa kesalahan. Dan mereka bisa mengenali semua jenis deformasi dari lagu aslinya juga.

Penafsiran para konstruktivis tentang hal ini adalah bahwa sistem memori

harus mengekstraksi beberapa informasi umum dan invarian tentang lagu serta menyimpannya. Katanya, jika tempat penyimpanan itu benar maka, akan membutuhkan perhitungan baru setiap kali mendengar lagu dalam transposisi saat otak bekerja membandingkan versi baru dengan lagunya dan yang tersimpan sebagai representasi dari kinerja aktual. Tapi di sini, tampaknya memori mengekstraksi abstrak secara generalisasi untuk digunakan nantinya.

Pencatatan mengikuti gagasan lama peneliti psikologi Gestalt yang mengatakan bahwa setiap pengalaman meninggalkan jejak atau residu di otak. Pengalaman disimpan sebagai jejak yang diaktifkan kembali ketika kita mengambil episode dari memori. Banyak bukti eksperimental mendukung teori ini. Roger Shepard menunjukkan kepada orang-orang, ratusan foto masing-masing selama beberapa detik. Seminggu kemudian, dia membawa subjek kembali ke laboratorium dan menunjukkan kepada mereka sepasang foto yang telah mereka lihat sebelumnya, bersama dengan beberapa yang baru dan belum pernah dilihat.

Dalam banyak kasus, foto “baru” hanya memiliki perbedaan tipis dari yang lama, seperti sudut layar pada perahu layar atau ukuran pohon di halaman belakang. Subjek mampu mengingat mana yang telah mereka lihat seminggu sebelumnya dengan akurasi luar biasa. Douglas Hintzman melakukan penelitian, di mana orang-orang ditunjukkan surat yang berbeda dalam bentuk kata dan huruf besar. Sebagai contoh: **F l u t e**

Berlawanan dengan studi memori inti, subjek dapat mengingat kata spesifik. Kami juga tahu anekdot bahwa orang dapat mengenali ratusan, jika tidak ribuan

suara. Anda mungkin dapat mengenali suara ibumu dalam satu kata, bahkan jika dia tidak mengidentifikasi dirinya. Anda dapat langsung memberi tahu suara pasangan Anda, dan apakah ia pilek atau marah dari warna suaranya.

Lalu ada suara-suara terkenal — lusinan, bahkan ratusan yang bisa diidentifikasi seperti: Woody Allen, Richard Nixon, Drew Barrymore, W. C. Fields, Groucho Marx, Katharine Hepburn, Clint Eastwood, Steve Martin. Kita dapat mengingat suara-suara ini, seringkali ketika mereka mengucapkan konten khusus atau slogan-slogan: “Saya bukan penjahat”; “Katakan tidak ada sihir dan menangkan seratus dolar”; “Silakan — biarkan saya”; “Baiklah, permisi!” Kami ingat kata-kata dan suara spesifik dan bukan hanya intinya. Ini mendukung teori penyimpanan memori.

Di sisi lain, kami menikmati mendengarkan impresionis yang melakukan rutinitas dengan meniru suara selebritas dan seringkali paling lucu ketika melibatkan frasa yang tidak pernah dikatakan oleh selebritis aslinya. Agar ini berfungsi, kita harus memiliki semacam jejak memori yang tersimpan untuk warna suara orang itu, terlepas dari kata-kata yang sebenarnya.

Ini bisa bertentangan dengan teori penyimpanan memori yang menunjukkan bahwa, hanya sifat abstrak suara dapat dikodekan dalam memori, bukan detail spesifik. Namun, kami berpendapat bahwa warna suara adalah properti suara yang dapat dipisahkan dari atribut lainnya; kita dapat berpegang pada teori “rekaman” memori dengan mengatakan bahwa sedang mengkodekan nilai-nilai warna suara khusus dalam memori dan menjelaskan mengapa kita dapat mengenali suara klarinet, bahkan jika memainkan lagu yang belum pernah didengar sebelumnya.

Salah satu kasus paling terkenal dalam literatur neuropsikologi adalah pasien Rusia berinisial S yang mendatangi dokter A. R. Luria. S menderita *hypermnesia*, kebalikan dari amnesia — alih-alih melupakan segalanya, ia malah mengingat segalanya. S tidak dapat mengenali bahwa pandangan berbeda dari orang yang sama berhubungan dengan individu tunggal. Jika ia melihat seseorang tersenyum maka itu adalah satu wajah; jika orang yang bersangkutan mengerutkan kening, itu merupakan wajah lain.

S merasa kesulitan mengintegrasikan berbagai ekspresi dan sudut pandang seseorang yang berbeda menjadi satu representasi koheren dari orang tersebut. Dia mengeluh kepada Dr. Luria, “Setiap orang memiliki begitu banyak wajah!” S tidak dapat membentuk generalisasi abstrak, hanya sistem pencatatannya yang utuh. Agar kita dapat memahami bahasa lisan, kita perlu menyisihkan variasi bagaimana orang yang berbeda mengucapkan kata-kata atau orang yang sama mengucapkan fonem tertentu seperti saat muncul dalam konteks berbeda.

Bagaimana not dapat tetap konsisten dengan ini? Para ilmuwan suka mengatur alam berpikir mereka. Membiarkan dua teori berdiri dan membuat prediksi berbeda secara ilmiah tidak menarik. Kami ingin menata dunia logika dan memilih salah satu teori atau menghasilkan teori pemersatu yang dapat menjelaskan segalanya. Jadi not mana yang benar? Penyimpanan not atau konstruktivis? Secara singkat: keduanya.

Penelitian yang baru saja saya deskripsikan, terjadi secara serentak dengan terobosan baru dalam hal kategori dan konsep. Kategorisasi adalah fungsi dasar makhluk hidup. Setiap objek unik, tetapi sering bertindak terhadap objek yang

berbeda sebagai anggota kelas atau kategori. Aristoteles meletakkan metode yang digunakan para filsuf dan ilmuwan modern tentang bagaimana konsep terbentuk pada manusia. Dia berpendapat bahwa kategori adalah hasil dari sekumpulan ciri-ciri yang menentukan. Misalnya, dalam benak kita ada representasi internal untuk kategori “segitiga”. Ini berisi gambar mental atau gambar dari setiap segitiga yang pernah dilihat dan kita dapat membayangkan segitiga baru juga. Pada intinya, apa yang membentuk kategori ini dan menentukan batas-batas keanggotaan kategori (apa yang termasuk dan tidak) adalah definisi yang mungkin kira-kira seperti ini: “Segitiga adalah sosok tiga sisi.”

Jika Anda mengikuti pelatihan matematika, definisinya mungkin lebih rumit: “Segitiga adalah sosok tiga sisi, tertutup, jumlah sudut interiornya adalah 180 derajat”. Subkategori segitiga mungkin melekat pada definisi ini, seperti “sebuah paket kecil” segitiga memiliki dua sisi dengan panjang yang sama; segitiga sama sisi memiliki tiga sisi dengan panjang yang sama; dalam segitiga siku-siku, jumlah kuadrat sisi sama dengan kuadrat sisi miring”.

Kami memiliki kategori untuk semua jenis hal, hidup dan mati. Ketika kami menunjukkan aitem baru — segitiga baru, seekor anjing yang belum pernah dilihat sebelumnya — kami menempatkan aitem tersebut ke dalam kategori berdasarkan analisis propertinya dan membandingkan dengan definisi kategori, menurut Aristoteles. Dari Aristoteles, hingga Locke dan hari ini, kategori diasumsikan sebagai masalah logika sedangkan objek berada di dalam atau di luar kategori tersebut.

Setelah 2.300 tahun tidak bekerja secara substansial pada topik tersebut,

Ludwig Wittgenstein mengajukan pertanyaan sederhana: Apakah permainan itu? Ini melontarkan pemikiran renaissance secara empiris pada pembentukan kategori. Menurut Eleanor Rosch, yang tesis filsafatnya di Reed College, Portland, Oregon, Wittgenstein dan ia telah merencanakan selama bertahun-tahun untuk menyelesaikan sekolah filsafat, tetapi setelah setahun bergabung dengan Wittgenstein, ia mengatakan, “sembuh” dari filsafat.

Merasa bahwa filsafat kontemporer telah menemui jalan buntu, Rosch bertanya-tanya bagaimana dia dapat mempelajari ide-ide filosofis secara empiris, bagaimana dapat menemukan fakta-fakta filosofis baru. Ketika saya mengajar di UC Berkeley, dia adalah seorang profesor dan mengatakan kepada saya bahwa ia pikir filsafat telah melakukan semua yang bisa dilakukan sehubungan dengan masalah otak dan pikiran serta diperlukan eksperimen agar lebih maju.

Hari ini, menurut Rosch, banyak psikolog kognitif menganggap deskripsi yang tepat dari bidang kita adalah “filsafat empiris”; yaitu, pendekatan eksperimental terhadap pertanyaan dan masalah yang secara tradisional ada di ranah para filsuf: Apa sifat pikiran? Dari mana pikiran berasal?

Rosch menyelesaikan studi di Harvard dengan gelar Ph.D. dalam psikologi kognitif. Tesis doktoralnya mengubah cara kita berpikir tentang kategori. Wittgenstein membahas gebrakan pertama Aristoteles dengan menarik keluar definisi ketat tentang apakah kategori itu. Dengan menggunakan kategori “permainan” sebagai contoh, Wittgenstein berpendapat bahwa tidak ada definisi atau kumpulan pengertian yang dapat mencakup semua permainan.

Misalnya, kita dapat mengatakan bahwa permainan (a) dilakukan untuk

bersenang-senang atau rekreasi, (b) adalah kegiatan rekreasi, (c) adalah kegiatan yang paling sering ditemukan di kalangan anak-anak, (d) memiliki aturan tertentu, (e) adalah dalam beberapa cara kompetitif, (f) melibatkan dua orang atau lebih.

Namun, kita dapat menghasilkan contoh tandingan untuk masing-masing elemen ini, menunjukkan bahwa definisi tersebut tidak tepat: (a) Di Olimpiade, apakah para atlet bersenang-senang? (b) Apakah sepak bola kegiatan prorekreasi? (c) Poker adalah permainan, seperti halnya catur tetapi tidak paling sering ditemukan di antara anak-anak. (d) Seorang anak yang melempar bola ke tembok bersenang-senang, tetapi apa aturannya? (e) Lingkungan sekitar tidak kompetitif (f) *Solitaire* tidak melibatkan dua orang atau lebih.

Bagaimana kita bisa keluar dari ketergantungan definisi ini? Apakah ada alternatif? Wittgenstein mengusulkan bahwa keanggotaan kategori ditentukan bukan oleh definisi, tetapi oleh kemiripan rumpun. Kami menyebut sesuatu permainan jika menyerupai hal lain yang sebelumnya disebut permainan.

Misalnya, jika kita pergi ke reuni keluarga Wittgenstein, mungkin akan menemukan bahwa ciri tertentu dimiliki bersama oleh anggota keluarga tetapi bahwa tidak ada ciri fisik tunggal yang benar-benar sebagai anggota keluarga. Sepupu mungkin memiliki mata Bibi Tessie; yang lain mungkin memiliki dagu Wittgenstein. Beberapa anggota keluarga akan memiliki dahi Kakek dan yang lain memiliki rambut merah Nenek.

Dari pada menggunakan daftar definisi statis, kemiripan keluarga lebih bergantung pada daftar ciri yang mungkin ada atau tidak ada. Daftar ini mungkin juga dinamis; pada titik tertentu rambut merah mungkin karena garis keluarga (jika

tidak diwarnai), dan karenanya kami menghapusnya dari daftar fitur. Jika muncul lagi beberapa generasi kemudian, kita dapat memperkenalkannya kembali ke sistem konseptual.

Gagasan moderen ini menjadi dasar bagi teori paling menarik dalam penelitian memori kontemporer, model memori multi-jejak yang digarap Douglas Hintzman dan baru-baru ini digunakan oleh seorang ilmuwan kognitif brilian bernama Stephen Goldinger dari Arizona.

Bisakah kita merumuskan musik melalui definisi? Bagaimana dengan jenis musik, seperti *heavy metal*, klasik, atau *country*? Upaya semacam itu pasti akan gagal seperti yang dilakukan pada “permainan”. Kita dapat, misalnya, mengatakan bahwa *heavy metal* adalah genre musik yang menggunakan (a) gitar listrik yang terdistorsi; (b) drum yang berat dan keras; (c) tiga akor, atau kekuatan akor; (d) penyanyi utama yang seksi, biasanya bertelanjang dada, berkeringat menetes dan mengayunkan mikrofon ke panggung seolah-olah itu adalah seutas tali; (e) *ümlauts* dalam nama kelompok. Tetapi daftar definisi yang ketat ini sangat mudah dibantah.

Meskipun sebagian besar lagu-lagu *heavy metal* didistorsi oleh suara gitar listrik, begitu pula “*Beat It*” oleh Michael Jackson — pada kenyataannya, Eddie Van Halen (tokoh *heavy metal*) memainkan solo gitar dalam lagu itu. Bahkan Carpenters memiliki lagu dengan gitar yang terdistorsi dan tidak ada yang akan menyebut mereka “*heavy metal*”.

Led Zeppelin — intisari band *heavy metal* dan bisa dibilang band yang menelurkan genre tersebut — sudah beberapa lagu tanpa gitar yang menyimpang sama sekali (“*Bron-y-aur*”, “*Down by the Seaside*”, “*Goin’ to California*”, “*The*

Battle of Nevermore”). “*Stairway to Heaven*” oleh Led Zeppelin tetap merupakan lagu *heavy metal* dan tidak ada suara drum yang keras (atau gitar yang terdistorsi dalam hal ini) dalam 90 persen lagu tersebut.

Bukan hanya mereka, “*Stairway to Heaven*” bahkan cukup menggunakan tiga akor. Dan banyak lagu memiliki tiga akor dengan kekuatan yang bukan *heavy metal*, termasuk sebagian besar lagu Rafft. Metallica memang band *heavy metal*, tetapi saya belum pernah mendengar ada yang menyebut vokalis mereka seksi, dan meskipun Mötley Crüe, Blue Öyster Cult, Motörhead, Spin al Tap, dan Queensrÿche memiliki *ümlaut* yang serampangan, banyak band *heavy metal* tidak menggunakan itu seperti: Led Zeppelin, Metallica, Black Sabbath, Def Leppard, Ozzie Osbourne, Triumph, dan lainnya. Definisi dari genre musik tidak terlalu berguna; kita mengatakan bahwa sesuatu itu *heavy metal* jika menyerupai *heavy metal*— kemiripan keluarga.

Berbekal pengetahuannya tentang Wittgenstein, Rosch memutuskan bahwa seharusnya ada sesuatu yang bisa menjadi anggota kategori; alih-alih menjadi semua atau tidak sama sekali seperti yang diyakini Aristoteles, ada corak keanggotaan, tingkat perubahan menjadi kategori dan sedikit nuansa. Apakah burung robin adalah unggas? Kebanyakan orang akan menjawab: ya. Apakah ayam itu burung? Apakah seekor penguin? Kebanyakan orang akan mengatakan: ya setelah jeda sebentar, tetapi kemudian akan menambahkan bahwa ayam dan penguin bukanlah contoh burung yang baik, juga bukan tipikal kategori tersebut.

Ini tercermin dalam percakapan sehari-hari ketika kita menggunakan linguistik pelindung nilai seperti “Ayam secara teknis burung”, atau “Ya, seekor

penguin adalah burung, tetapi tidak terbang seperti kebanyakan burung lainnya”. Rosch, mengikuti Wittgenstein dan menunjukkan bahwa kategori tidak selalu memiliki batas yang jelas — mereka memiliki batas tidak jelas. Pertanyaan tentang keanggotaan adalah masalah perdebatan dan mungkin ada perbedaan pendapat: Apakah warna putih? Apakah *hip-hop* benar-benar musik? Jika anggota Queen yang masih hidup tampil tanpa Freddie Mercury, apakah saya masih melihat Queen (dan apakah itu berharga \$150 per tiket)?

Rosch menunjukkan bahwa orang dapat tidak setuju tentang kategorisasi (apakah mentimun adalah buah atau sayuran?), Dan bahwa orang yang sama bahkan dapat tidak setuju dengan dirinya sendiri pada waktu yang berbeda tentang suatu kategori (apakah teman saya itu?). Wawasan kedua Rosch adalah bahwa semua percobaan pada kategori yang telah dilakukan sebelum da menggunakan konsep dan serangkaian stimulus buatan itu sama sekali tidak ada hubungannya dengan dunia riil.

Dan, eksperimen laboratorium terkontrol ini secara tidak sengaja dibangun dengan hasil yang bias dengan teori-teori para peneliti! Kenyataan ini menggaris bawahi penelitian yang sedang berlangsung dan mengkritisi semua ilmu empiris yaitu: ketegangan antara model kontrol eksperimental yang ketat dengan situasi dunia riil. Kesimpulan yang pasti adalah bahwa, di satu sisi pencapaiannya sering dihasilkan berdasarkan kompromi antar satu dengan lainnya.

Metode ilmiah mensyaratkan bahwa kita harus mengendalikan semua variabel agar dapat menarik kesimpulan kuat tentang fenomena yang sedang diteliti. Namun kontrol seperti itu sering menciptakan rangsang atau kondisi yang tidak

akan pernah ditemui di dunia riil, situasi yang begitu jauh dari dunia nyata bahkan tidak valid. Filsuf Inggris, Alan Watts, penulis *The Wisdom of Insecurity* mengatakan: Jika ingin mempelajari sungai, Anda tidak harus mengambil seember air dan menatapnya di pantai. Sebuah sungai bukanlah airnya dan dengan mengeluarkan air dari sungai maka, Anda kehilangan kualitas esensial dari sungai itu, yaitu: gerakannya, aktivitasnya dan alirannya.

Rosch merasa bahwa para ilmuwan telah mengganggu aliran kategori yang dipelajari dengan cara buatan. Kebetulan, ini adalah masalah yang sama dengan banyak penelitian yang telah dilakukan dalam ilmu kognitif musik selama dekade terakhir: Terlalu banyak ilmuwan mempelajari melodi tradisional menggunakan suara buatan — hal-hal orisinal dihilangkan dari musik dan itu secara jelas menandakan bukan apa yang sedang kita pelajari.

Wacana ketiga dari Rosch adalah bahwa rangsang tertentu memiliki posisi istimewa dalam sistem persepsi atau konseptual kita dan bahwa ini menjadi prototipe untuk suatu kategori karena ia dibentuk di sekitar prototipe ini. Dalam kasus sistem persepsi, kategori seperti “merah” dan “biru” adalah konsekuensi dari fisiologi retina kita; warna merah tertentu secara universal akan dianggap sebagai lebih jelas, lebih sentral, dari pada yang lain karena panjang gelombang cahaya tertentu akan menyebabkan reseptor “merah” di retina untuk menembak secara maksimal. Kita membentuk kategori di sekitar warna-warna pusat atau hanya fokus pada yang ini. Rosch menguji gagasannya pada masyarakat Papua, suku Dani, yang hanya memiliki dua kata dalam bahasa mereka untuk warna, mili dan mola, pada dasarnya sama dengan terang dan gelap.

Rosch ingin menunjukkan bahwa apa yang disebut merah dan apa yang akan kita pilih sebagai contoh merah tidak ditentukan atau dipelajari secara kultural. Ketika ditunjukkan sekelompok warna merah yang berbeda, kita tidak memilih yang tertentu karena telah diajarkan bahwa itu adalah merah, kita memilihnya karena secara fisiologis memberikan posisi persepsi istimewa di atasnya.

Suku Dani tidak memiliki kata untuk merah dalam bahasa mereka dan oleh karena itu tidak ada pelatihan tentang apa merah yang baik versus merah yang buruk. Rosch menunjukkan serpihan kayu suku Dani yang diwarnai dengan puluhan warna merah berbeda dan meminta mereka untuk memilih contoh terbaik dari warna tersebut. Mereka memilih “merah” yang sama seperti yang dilakukan orang Amerika dan mengingatnya secara lebih baik. Dan mereka melakukan ini juga untuk warna lain yang tidak bisa diberi nama, seperti hijau dan biru.

Ini membuat Rosch menyimpulkan bahwa (a) kategori dibentuk di sekitar prototipe; (b) prototipe memiliki dasar biologis atau fisiologis; (c) keanggotaan kategori dapat dianggap sebagai masalah derajat dengan beberapa bukti sebagai contoh yang lebih baik dari pada lainnya; (d) aitem baru dinilai dalam kaitannya dengan prototipe, membentuk tingkatan kategori keanggotaan; dan sanggahan terakhir untuk teori Aristotelian, (e) tidak perlu atribut apa pun yang dimiliki semua anggota kategori dan batasan tidak harus pasti.

Kami melakukan beberapa eksperimen informal di laboratorium dengan berbagai genre musik dan telah menemukan hasil yang serupa. Orang-orang tampaknya setuju dengan apa yang disebut prototipe lagu untuk kategori musik, seperti “musik *country*”, “*skate punk*”, dan “musik *baroque*”.

Mereka juga cenderung menganggap lagu atau kelompok tertentu sebagai contoh yang kurang baik dibandingkan prototipe: Carpenters tidak benar-benar musik *rock*; Frank Sinatra tidak benar-benar *jazz*, atau setidaknya bukan seperti John Coltrane. Bahkan dalam kategori artis tunggal, orang membuat perbedaan bertingkat yang menyiratkan struktur prototipe. Jika Anda meminta saya untuk memilih lagu Beatles, dan saya memilih “*Revolusi 9*” (sebuah kaset rekaman eksperimental yang ditulis oleh John Lennon dan Paul McCartney, tanpa musik orisinal, tanpa melodi atau ritme, yang dimulai dengan seorang penyiar mengulangi, “Nomor 9, Nomor 9”, berulang-ulang). Anda mungkin mengeluh bahwa saya sedang kerepotan. “Yah, secara teknis itu lagu Beatles — tapi bukan itu yang kumaksud!”

Demikian pula, album Neft Young dari *fties doo-wop (Everybody’s Rockin’)* tidak representatif (atau khas) Neil Young; Peluncuran *jazz* Joni Mitchell dengan Charles Mingus bukanlah yang biasa kita ketahui ketika membayangkan Joni Mitchell. (Faktanya, Neil Young dan Joni Mitchell masing-masing diancam dengan pembatalan kontrak oleh perusahaan rekaman mereka untuk membuat musik yang masing-masing tidak seperti Neil Young atau Joni Mitchell.)

Pemahaman tentang dunia di sekitar kita dimulai dengan kasus-kasus spesifik dan individu, pohon, lagu dan melalui pengalaman dengan dunia, objek-objek khusus ini hampir selalu ditangani dalam otak kita sebagai anggota kategori. Roger Shepard menjelaskan semua masalah umum dalam diskusi evolusi ini. Ada tiga masalah penampilan-realitas dasar perlu diselesaikan oleh semua hewan yang lebih tinggi, katanya. Untuk bertahan hidup, menemukan makanan yang dapat

dimakan, air, tempat berlindung, melarikan diri dari pemangsa, dan kawin, organisme harus berurusan dengan tiga skenario.

Pertama, objek, meskipun dalam presentasi mereka mungkin serupa tetapi pada dasarnya berbeda. Objek dapat menciptakan pola stimulasi yang identik atau hampir identik pada gendang telinga, retina, indra perasa, atau sensor sentuh kita mungkin sebenarnya adalah entitas berbeda. Saya melihat apel di pohon berbeda dengan yang saya pegang di tangan. Suara biola berbeda yang saya dengar dalam simfoni, bahkan ketika mereka semua memainkan nada yang sama mewakili beberapa instrumen berbeda.

Kedua, objek, meskipun dalam presentasi mereka mungkin berbeda, secara inheren identik. Ketika kita melihat sebuah apel dari atas, atau dari samping, itu tampaknya menjadi objek yang sama sekali berbeda. Kesadaran ini dapat berhasil tetapi membutuhkan sistem komputasi untuk dapat mengintegrasikan pandangan-pandangan terpisah ini ke dalam representasi yang koheren dari satu objek. Bahkan ketika reseptor sensorik menerima pola aktivasi yang berbeda dan tidak tumpang tindih, kita perlu mengabstraksi informasi penting untuk menciptakan representasi objek yang terpadu. Meskipun saya mungkin terbiasa mendengar suara Anda secara langsung, melalui kedua telinga, tetapi ketika saya mendengar suara Anda melalui telepon, di satu telinga, saya perlu yakin bahwa Anda adalah orang yang sama.

Masalah penampilan-realitas ketiga menggunakan proses kognitif tingkat tinggi. Dua yang pertama adalah proses perseptual: memahami bahwa objek tunggal dapat memanifestasikan dirinya dalam berbagai sudut pandang atau bahwa beberapa objek mungkin memiliki (hampir) sudut pandang yang identik. Masalah

ketiga menyatakan bahwa objek, meskipun berbeda dalam presentasi adalah dari jenis alami yang sama.

Ini adalah masalah dalam kategorisasi dan prinsip paling kuat serta terkini dari semuanya. Semua mamalia lebih tinggi, banyak mamalia dan burung yang lebih rendah dan bahkan ikan dapat dikategorikan. Kategorisasi mencakup perlakuan objek yang tampak berbeda dengan kesamaan pada jenis. Sebuah apel merah mungkin terlihat berbeda dari apel hijau tetapi keduanya masih apel. Ibu dan ayah saya mungkin terlihat sangat berbeda tetapi mereka berdua pengasuh untuk dipercaya dalam keadaan darurat.

Perilaku adaptif, kemudian tergantung pada sistem komputasi untuk menganalisis informasi yang tersedia di permukaan sensorik ke dalam (1) sifat-sifat varian objek atau adegan eksternal, dan (2) keadaan sesaat dari manifestasi objek atau tempat kejadian. Leonard Meyer mencatat bahwa pengelompokan sangat penting untuk memungkinkan komponis, pemain, dan pendengar menginternalisasi norma-norma yang mengatur hubungan musik dan akibatnya juga memahami implikasi pola dan mengalami penyimpangan dari norma-norma gaya. Kebutuhan kita untuk mengklasifikasikan seperti yang dikatakan Shakespeare dalam *A Midsummer Night's Dream*, adalah untuk memberikan “angan-angan kosong/sebuah kebiasaan dan nama”.

Karakterisasi Shepard menyusun kembali kategorisasi sebagai masalah evaluasi/adaptif. Sementara itu, Rosch mulai mengguncang komunitas riset dan puluhan psikolog kognitif terkemuka yang menantang teorinya. Posner dan Keele menunjukkan bahwa orang menyimpan prototipe dalam memori. Dalam

percobaannya mereka menciptakan tanda berisi pola titik-titik yang ditempatkan di kotak — sesuatu seperti dadu tetapi dengan titik-titik yang secara acak ditempatkan di setiap wajah. Mereka menyebut ini prototipe.

Kemudian mereka menggeser beberapa titik sekitar satu milimeter ke satu arah secara acak. Ini menciptakan serangkaian distorsi dari prototipe — yaitu variasi — yang berbeda dalam hubungan mereka dengan prototipe. Karena variasi acak, beberapa tanda tidak dapat dengan mudah diidentifikasi dengan satu prototipe atau lainnya karena distorsi yang terlalu besar.

Ini seperti apa yang dilakukan oleh seorang artis *jazz* dengan lagu atau standar terkenal. Ketika membandingkan versi Frank Sinatra “*A Foggy Day*” dengan versi Ella Fitzgerald dan Louis Armstrong, kami mendengar bahwa beberapa nada dan irama adalah sama tetapi ada yang berbeda; kami berharap vokalis yang baik menafsirkan melodi bahkan jika itu berarti mengubahnya dari tulisan awal komponisnya.

Di pengadilan Eropa selama era barok dan renaissans, musisi seperti Bach dan Haydn akan secara teratur melakukan variasi tema. Versi “*Respect*” Aretha Franklin berbeda dari yang ditulis dan dilakukan oleh Otis Redding dengan cara menarik — tetapi kami masih menganggapnya sebagai lagu yang sama. Apa yang dikatakan tentang prototipe dan sifat kategori? Bisakah kita mengatakan bahwa variasi musik memiliki kemiripan keluarga? Apakah masing-masing versi variasi lagu ini pada prototipe yang ideal?

Posner dan Keele menjawab pertanyaan umum tentang kategori dan prototipe menggunakan titik rangsang mereka. Subjek ditunjukkan selebar kertas

dengan versi demi versi dari kotak-kotak dengan titik-titik di dalamnya, masing-masing berbeda, tetapi mereka tidak pernah ditunjukkan prototipe dari mana variasi berasal. Subjek tidak diberitahu bagaimana pola titik-titik ini dibangun atau bahwa ada berbagai bentuk untuk prototipe ini.

Seminggu kemudian, mereka meminta subjek untuk melihat lebih banyak lembar kertas, beberapa yang lama dan baru lalu menunjukkan mana yang telah mereka lihat sebelumnya. Subjek-subjek itu pandai mengidentifikasi mana yang telah mereka lihat sebelumnya dan mana yang belum. Sekarang, tanpa mengetahui subjek, Posner dan Keele telah menyelipkan prototipe berasal dari semua angka. Cukup mengherankan, subjek sering mengidentifikasi dua prototipe yang sebelumnya tidak terlihat sebagai angka yang mereka lihat sebelumnya.

Ini memberikan dasar untuk argumen bahwa prototipe disimpan dalam memori, bagaimana bisa salah mengidentifikasi tanda yang tidak terlihat? Untuk menyimpan sesuatu dalam memori yang tidak terlihat, sistem memori harus melakukan beberapa operasi pada rangsang; harus ada suatu bentuk pemrosesan yang terjadi pada tahap tertentu dan melampaui dari sekadar menjaga informasi tersaji. Ini seperti kematian teori penyimpanan not; jika prototipe disimpan dalam memori maka, memori seharusnya konstruktif.

Apa yang kami pelajari dari Ben White dan kemudian oleh Jay Dowling dari University of Texas serta lainnya, adalah bahwa musik cukup kuat dalam menghadapi transformasi dan distorsi ciri-ciri dasarnya. Kita dapat mengubah semua nada yang digunakan dalam lagu (transposisi), tempo, dan instrumentasi dan lagu tersebut masih diakui sebagai lagu yang sama. Kita dapat mengubah interval,

skala, bahkan nada suara dari mayor ke minor atau sebaliknya. Kita dapat mengubah pengaturan — katakanlah dari *blue grass* ke *rock*, atau *heavy metal* ke klasik — dan seperti lirik Led Zeppelin yang lagunya tetap sama.

Saya memiliki rekaman grup *bluegrass*, Austin Lounge Lizards, bermain “*Dark Side of the Moon*” oleh grup *rock* progresif Pink Floyd, menggunakan banjo dan mandolin. Saya memiliki rekaman London Symphony Orchestra yang memainkan lagu-lagu Rolling Stones dan Yes. Dengan perubahan dramatis seperti itu, lagu tersebut masih tetap dapat dikenali. Tampaknya, bahwa sistem memori mengekstrak beberapa formula atau deskripsi komputasi yang memungkinkan kita mengenali lagu, terlepas dari transformasi ini. Tampaknya pendapat konstruktivis sangat cocok dengan data musik dan dari Posner dan Keele juga memiliki pengetahuan visual.

Pada 1990, saya mengambil kursus di Stanford yang disebut “*Psychoacoustics dan Cognitive Psychology for Musicians*”, ditawarkan oleh departemen musik dan psikologi. Kursus ini diajarkan oleh tim seperti: John Chowning, Max Mathews, John Pierce, Roger Shepard, dan Perry Cook. Setiap siswa harus menyelesaikan proyek penelitian dan Perry menyarankan agar melihat seberapa baik orang dapat mengingat *pitches* dan secara khusus, apakah mereka dapat menempelkan label penentu pada *pitch* tersebut.

Eksperimen ini akan menyatukan memori dan kategorisasi. Teori-teori yang berlaku meramalkan bahwa tidak ada alasan bagi orang untuk mempertahankan informasi nada absolut — walau fakta menunjukkan bahwa orang dapat dengan mudah mengenali lagu-lagu dalam transposisi. Dan kebanyakan orang tidak dapat

menyebutkan not-notnya, kecuali satu dari sepuluh ribu yang memiliki nada absolut. Mengapa *pitch* absolut (AP) sangat jarang? Orang dengan AP dapat memberi nama not dengan mudah, seperti kebanyakan dari kita menyebutkan warna.

Jika Anda memainkan lagu seseorang dengan *Absolut Pitch*-Cis pada piano, dia dapat memberitahu bahwa itu adalah Cis. Kebanyakan orang tidak dapat melakukan itu, tentu saja bahkan sebagian besar musisi tidak dapat melakukannya kecuali mereka melihat ke kamu. Kebanyakan pemilik AP dapat menyebutkan nada suara lain, seperti klakson mobil, dengung lampu neon, dan pisau yang menempel pada piring makan. Seperti yang kita lihat sebelumnya, warna adalah fiksi psikofisik — ia tidak ada di dunia, tetapi otak memaksakan struktur kategorikal, seperti gumpalan luas merah atau biru pada kontinum frekuensi gelombang cahaya satu dimensi.

Pitch juga merupakan posisi psikofisik, konsekuensi dari otak yang memaksakan struktur pada kontinum satu sama lain dari frekuensi gelombang suara. Kita dapat langsung memberi nama warna hanya dengan melihatnya. Mengapa kita tidak dapat menyebutkan suara hanya dengan mendengarkannya? Sebagian besar dari kita dapat mengidentifikasi suara dengan mudah seperti mengidentifikasi warna; itu bukan *pitch* yang diidentifikasi, melainkan warna suara.

Kita dapat terus-menerus mengatakan, “Itu klakson mobil”, atau “Itu nenek saya sedang pilek”, atau “Itu trompet”. Juga dapat mengidentifikasi warna nada, tetapi tidak pada nadanya. Namun, tetap menjadi masalah yang belum terpecahkan mengapa beberapa orang memiliki AP dan yang lainnya tidak. Almarhum Dixon

Ward dari University of Minnesota mencatat bahwa pertanyaan sebenarnya bukanlah “Mengapa hanya beberapa orang yang memiliki AP?” tetapi “Mengapa kita semua tidak memiliki itu?”

Saya membaca semua tentang AP. Dalam kurun waktu selama 130 tahun dari 1860 hingga 1990, kira-kira seratus artikel penelitian dipublikasikan tentang masalah ini. Dalam lima belas tahun sejak 1990 ada jumlah yang sama! Saya perhatikan bahwa semua tes AP mengharuskan subjek menggunakan kosakata khusus — nama not — yang hanya diketahui oleh musisi. Tampaknya tidak ada cara untuk menguji nada absolut di antara nonmusisi. Lalu ada apa di sana?

Perry menyarankan kami agar mencari tahu betapa mudahnya orang di jalanan dapat belajar menamai nada dengan menghubungkan nada tertentu dengan nama yang berbeda-beda seperti Fred atau Ethel. Kami berpikir untuk menggunakan not piano, pipa *pitch*, dan segala macam hal (kecuali *kazoo*, untuk alasan yang jelas), dan memutuskan bahwa perlu mencari garpu tala yang banyak serta membagikannya kepada nonmusisi. Subjek diinstruksikan untuk mengetukkan garpu tala pada lutut mereka beberapa kali dalam sehari selama seminggu, mengangkatnya ke telinga, dan mencoba mengingat suaranya.

Kami memberi tahu separuh dari mereka bahwa, suaranya disebut Fred dan memberi tahu separuh lainnya suara Ethel (setelah tetangga Lucy dan Ricky menggunakan *I Love Lucy*; nama sebutannya adalah Mertz, yang sama dengan Hertz, kebetulan menyenangkan walau kami tidak menyadari sampai bertahun-tahun kemudian).

Setengah dari masing-masing kelompok memiliki garpu tala yang ditala ke

C tengah, dan setengah lainnya ditala ke G. Kami membebaskan mereka untuk memilih kemudian mengambil kembali garpu talanya setelah seminggu, lalu kembali ke laboratorium. Setengah dari subjek diminta untuk menyanyikan kembali “nada mereka” dan setengah diminta untuk mengambilnya dari tiga nada yang saya mainkan pada kibor. Subjek sangat mampu mereproduksi atau mengenali not “mereka”. Ini menunjukkan kepada kita bahwa orang biasa dapat mengingat not dengan nama yang semauanya.

Ini membuat kami berpikir tentang peran yang dimainkan nama dalam ingatan. Meskipun kursus telah berakhir dan saya telah menyerahkan makalah tetapi masih penasaran dengan fenomena ini. Roger Shepard bertanya, apakah mungkin bagi yang bukan musisi dapat mengingat nada lagu meskipun mereka belum memiliki nama untuk itu. Saya mengatakan kepadanya tentang penelitian oleh Andrea Halpern. Halpern telah meminta nonmusisi untuk menyanyikan lagu-lagu terkenal seperti “*Selamat Ulang Tahun*” atau “*Frère Jacques*” dari memori pada dua tempat yang berbeda.

Dia menemukan bahwa meskipun orang cenderung untuk tidak bernyanyi dalam kunci yang sama satu sama lain, tetapi cenderung menyanyikan secara konsisten dengan kunci yang sama dari satu waktu ke waktu. Ini menunjukkan bahwa mereka telah menyanyikan nada lagu dalam ingatan jangka panjang.

Naysayers memberi masukan bahwa, hasil ini dapat dipertanggung jawabkan untuk *pitch*, walau tanpa memori jika subjek hanya mengandalkan otot untuk posisi pita suara mereka dari waktu ke waktu. (Bagi saya, ingatan otot masih merupakan bentuk ingatan yang melabeli fenomena tersebut, tidak melakukan

apapun untuk mengubahnya.) Tetapi sebuah penelitian sebelumnya oleh Ward dan rekannya Ed Burns dari University of Washington menunjukkan bahwa ingatan otot sebenarnya tidak semuanya baik. Mereka meminta penyanyi yang terlatih dengan nada mutlak untuk “membaca” sekor musik; yaitu, para penyanyi harus membaca musik yang belum pernah dinyanyikan sebelumnya dan menyanyikannya menggunakan pengetahuan mereka tentang nada mutlak serta kemampuan untuk membaca musik. Ini adalah sesuatu yang biasanya sudah mereka kuasai.

Penyanyi profesional bisa bernyanyi secara langsung, cukup hanya diberikan nada awal saja. Sementara hanya penyanyi profesional dengan AP dapat bernyanyi dalam kunci yang benar, cukup dengan membaca sekor; ini karena mereka memiliki beberapa pola internal atau memori untuk mendeteksi nama not dan suara yang tepat seperti AP.

Sekarang, Ward dan Burns minta penyanyi AP memakai *headphone* dan mereka juga mengkritisi penyanyi dengan suara keras sehingga tidak bisa terdengar apa yang dinyanyikan karena hanya mengandalkan memori otot saja. Temuan yang mengejutkan adalah bahwa memori otot mereka tidak bekerja dengan baik. Rata-rata, hanya sampai sepertiga oktaf dari nada yang benar.

Kami tahu bahwa, nonmusisi cenderung bernyanyi secara konsisten. Tapi kami ingin gagasan yang lebih jauh lagi yaitu seberapa akurat rata-rata kemampuan memori seseorang untuk musik? Halpern memilih lagu-lagu terkenal yang tidak memiliki kunci “pasti” setiap kali kita nyanyikan yaitu lagu “Selamat Ulang Tahun”. Kita cenderung menyanyikannya dalam kunci yang berbeda; orang akan memulai pertama kali dengan hanya nada yang terlintas dalam pikiran kemudian

lainnya mengikuti.

Begitu sering lagu-lagu rakyat dan piknik dinyanyikan oleh begitu banyak orang, sehingga secara objektif tidak memiliki kunci yang pasti. Ini tampak dalam kenyataan bahwa tidak ada rekaman standar yang dapat menjadi referensi untuk lagu-lagu ini. Dalam jargon saya, kita akan mengatakan bahwa tidak ada versi kanonik tunggal. Sebaliknya berlaku untuk lagu-lagu *rock/pop*. Lagu-lagu *Rolling Stones, Police, Eagles*, dan Billy Joel memang ada juga yang dalam versi kanonik tunggal. Ada satu rekaman standar (dalam kebanyakan kasus) dan itu adalah satu-satunya versi yang pernah didengar (dengan pengecualian sesekali dimainkan di klub malam atau jika kita melihat pertunjukan langsung).

Kami pernah mendengar lagu-lagu ini sebanyak “*Deck the Halls*”, tetapi setiap kali kami mendengar, seperti misalnya MC Hammer “*U Can't Touch This*” atau U2's “*New Year's Day*”, mereka umumnya menggunakan kunci yang sama. Sulit untuk mengingat versi baru selain kanonik. Setelah mendengar lagu tersebut ribuan kali, bisakah nada yang pasti dapat dikodekan dalam memori?

Untuk mempelajari ini, saya menggunakan metode Halpern dengan meminta orang untuk menyanyikan lagu-lagu favorit mereka. Saya tahu dari *Ward and Burns* bahwa memori otot tidak akan cukup baik untuk melakukan itu. Untuk mereproduksi kunci yang pasti, mereka harus menjaga jejak memori secara stabil dan akurat dalam kepala.

Saya merekrut empat puluh nonmusisi dari beberapa kampus dan meminta mereka untuk datang ke laboratorium serta menyanyikan lagu favorit masing-masing melalui ingatan. Saya mengkhususkan lagu dalam berbagai versi dan yang

telah direkam lebih dari sekali juga telah beredar di masyarakat dalam berbagai kunci. Saya mempersiapkan salah satu rekaman lagu-lagu terkenal sebagai standar atau lagu-lagu referensi seperti “*Time and Tide*” oleh Basia atau “*Opposites Attract*” oleh Paula Abdul (ini pada tahun 1990), juga lagu “*Like a Virgin*” oleh Madonna dan “*New York State of Mind*” oleh Billy Joel.

Saya merekrut subjek dengan pengumuman yang samar-samar untuk “eksperimen memori”. Subjek akan diberi lima dolar selama sepuluh menit. (Ini biasanya bagaimana psikolog kognitif mendapatkan subjek melalui papan pengumuman di kampus. Kami membayar lebih untuk penelitian pencitraan otak, biasanya sekitar lima puluh dolar, hanya karena mereka dalam situasi tidak menyenangkan ketika berada di pemindai yang berisik.)

Banyak subjek mengeluh ketika mengetahui detil dari eksperimennya. Mereka bukan penyanyi dan tidak biasa menyanyi dalam studio karena takut akan merusak eksperimen saya. Saya mempersuasi mereka untuk tetap mencoba. Hasilnya mengejutkan. Subjek cenderung bernyanyi pada atau sangat dekat dengan nada mutlak dari lagu yang dipilih. Saya meminta mereka untuk menyandingkan lagu kedua dan mereka melakukannya lagi.

Ini merupakan bukti yang cukup meyakinkan bahwa orang menyimpan informasi nada absolut dalam memori; representasi dari ingatan tidak hanya berisi generalisasi abstrak dari lagu tersebut tetapi juga rincian kinerja tertentu. Selain bernyanyi dengan nada yang tepat, nuansa kinerja lain ikut merasuk di mana reproduksi subjek sangat kaya dengan efek vokal penyanyi aslinya. Misalnya, mereka memproduksi ulang “ee-ee” Michael Jackson yang bernada tinggi pada

“*Billie Jean*”, atau antusiasme “Hei!” dari Madonna dalam “*Like a Virgin*”; sinkopasi Karen Carpenter di “*Top of the World*”, serta suara serak Bruce Springsteen pada kata pertama “*Born in the USA*”.

Saya membuat kaset rekaman dari subjek pada satu saluran sinyal stereo dan rekaman asli di sisi lain; kedengarannya seolah-olah subjeknya bernyanyi menggunakan not — tetapi kami tidak memutar rekaman itu, mereka bernyanyi bersama dengan representasi melalui ingatan dan ternyata ingatan dapat direpresentasikan secara akurat.

Perry dan saya juga menemukan bahwa mayoritas subjek bernyanyi dalambiasanya tempo yang tepat. Kami memeriksa untuk melihat apakah semua lagu hanya dinyanyikan pada tempo yang sama ketika mulai, dalam artian orang-orang hanya menyandikan dalam memori tempo tunggal yang populer saja. Tapi bukan itu masalahnya, terdapat sejumlah besar tempo. Selain itu, dalam laporan subjektif dari eksperimen, subjek mengatakan kepada kami bahwa mereka “bernyanyi bersama dengan gambar” atau “merekam” di dalam kepala mereka. Bagaimana cara ini cocok dengan tanggung jawab tentang temuan pada saraf?

Sekarang saya masih di sekolah pascasarjana dengan Mike Posner dan Doug Hintzman. Posner, yang selalu memperhatikan kemungkinan logis, memberi tahu saya tentang karya terbaru Petr Janata. Petr baru saja menyelesaikan penelitian di mana ia melacak gelombang otak orang-orang ketika mereka sedang mendengarkan dan membayangkan musik. Ia menggunakan EEG, menempatkan sensor untuk mengukur aktivitas listrik yang berasal dari otak saat melintasi permukaan kulit kepala.

Baik Petr maupun saya terkejut melihat bahwa hampir tidak mungkin untuk mengetahui dari data apakah orang-orang tersebut mendengarkan atau membayangkan musik. Pola aktivitas otak mereka hampir tidak bisa dibedakan. Ini menunjukkan bahwa orang menggunakan daerah otak yang sama untuk mengingat, seperti yang mereka lakukan untuk memahami.

Apa arti ini sebenarnya? Ketika kita merasakan sesuatu maka, pola neuron akan merespons dengan cara khusus untuk stimulus tertentu. Meskipun mencium bau mawar dan telur busuk, keduanya mendorong sistem penciuman dengan menggunakan sirkuit saraf yang berbeda. Ingat, neuron dapat terhubung satu sama lain dengan jutaan cara yang berbeda. Satu konfigurasi dari sekelompok neuron penciuman dapat menandakan “naik” dan lainnya juga kemungkinan akan menandakan “telur busuk”.

Untuk menambah kompleksitas sistem, bahkan neuron yang sama, mungkin memiliki pengaturan berbeda terkait dengan peristiwa yang berlainan. Tindakan mengamati kemudian mensyaratkan bahwa serangkaian neuron yang saling berhubungan akan menjadi aktif dengan cara tertentu, sehingga menimbulkan representasi mental terhadap objek yang ada di luar sana. Mengingat mungkin hanyalah proses merekrut kelompok neuron yang sama.

Selama ini kami menggunakan persepsi untuk membantu pembentukan citra mental selama pemusatan perhatian. Kita mengingat bahwa neuron, dipersatukan kembali dari lokasi berbeda untuk menjadi anggota kelompok neuron asli yang aktif selama persepsi.

Mekanisme saraf umum yang mendasari persepsi dan memori untuk musik

membantu menjelaskan bagaimana lagu-lagu itu tersangkut di kepala kita. Ilmuwan menyebut pemetaan telinga ini, dari bahasa Jerman *Ohrwurm* atau sindrom lagu yang menempel. Ada sedikit kinerja ilmiah yang dilakukan pada topik ini. Kita tahu bahwa musisi lebih cenderung melakukan pemetaan telinga dari pada nonmusisi dan bahwa orang-orang dengan gangguan obsesif-kompulsif (OCD) lebih cenderung melaporkan masalah pemetaan telinga — dalam beberapa kasus obat-obatan bagi OCD dapat meminimalkan efek.

Penjelasan terbaik adalah bahwa sirkuit saraf yang mewakili lagu, terjebak dalam “mode pemutaran ulang”, dan lagu — atau lebih buruk, sebagian saja — diputar berulang-ulang. Survei telah membuktikan bahwa jarang terjadi seluruh lagu mengalami kemacetan, biasanya hanya sepotong lagu yang kurang dari atau sama dalam durasi sekitar 15 hingga 30 detik dengan kapasitas memori auditori jangka pendek (“*echoic*”).

Lagu-lagu sederhana dan *jingle* komersial tampaknya lebih sering macet dari pada potongan musik yang rumit. Kecenderungan untuk kesederhanaan ini memiliki padanan dalam pembentukan preferensi musikal yang nanti akan saya bahas dalam Bab 8.

Temuan dari penelitian saya tentang orang-orang yang menyanyikan lagu-lagu favorit mereka dengan nada dan tempo akurat telah direplikasi oleh laboratorium lain, jadi kami yakin bahwa itu bukan hanya hasil kebetulan. Glenn Schellenberg dari University of Toronto — kebetulan, anggota grup New Wave Martha dan Muffins — melanjutkan penelitian saya di mana ia menggunakan cuplikan lagu-lagu Top 40 yang diperdengarkan selama sepersepuluh detik, durasi

yang sama dengan jentikan jari.

Subjek diberi daftar nama lagu dan harus mencocokkannya dengan potongan yang mereka dengar. Dengan potongan singkat seperti itu, mereka tidak bisa mengandalkan melodi atau ritme untuk mengidentifikasi lagu — dalam setiap kasus, potongannya lebih kurang dari satu atau dua nada. Subjek hanya bisa mengandalkan warna suara atau keseluruhan suara dari lagu tersebut. Dalam pengantar, sudah saya sampaikan pentingnya menguasai warna suara bagi komponis, penulis lagu, dan produser.

Paul Simon berpikir dalam konteks warna suara; itu adalah hal pertama yang ia dengarkan dalam musiknya dan musik orang lain. Warna suara juga tampaknya memegang posisi istimewa bagi kita semua; nonmusisi dalam penelitian Schellenberg mampu mengidentifikasi lagu hanya menggunakan isyarat nada dengan waktu sekian persen saja. Bahkan ketika potongan lagu diperdengarkan secara terbalik yang terang-terangan akan mengganggu tetapi ternyata mereka masih mengenali lagu-lagunya.

Jika kamu memikirkan lagu-lagu yang dikenal dan disukai, ini akan menimbulkan perasaan intuitif. Terlepas dari melodi, *pitch*, dan ritme khusus, beberapa lagu hanya memiliki suara secara keseluruhan yaitu warna sonik. Ini serupa dengan kualitas yang membuat dataran Kansas dan Nebraska terlihat seolah sama, hutan pesisir California Utara, Oregon, dan Washington yang berbeda dengan pegunungan Colorado dan Utah.

Sebelum mengenali detail tempat-tempat tersebut melalui gambar, kamu harus menyepakati keseluruhan peristiwa, pemandangan, cara melihat benda-benda

tersebut secara bersama. Lanskap pendengaran, suara lingkungan, juga memiliki presentasi yang unik dalam berbagai jenis musik yang kita dengar. Kadang-kadang itu bukan lagu khusus. Inilah yang memungkinkan kami untuk mengidentifikasi kelompok musik bahkan ketika sama sekali tidak mampu mengenali lagu tertentu.

Album Early Beatles memiliki kualitas nada dengan warna suara tertentu sehingga banyak orang dapat mengidentifikasi sebagai *The Beatles* jika mereka tidak dengan cepat mengenali lagu tersebut — bahkan jika lagu yang belum pernah mereka dengar sebelumnya. Kualitas yang sama ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi tiruan dari *The Beatles*, ketika Eric Idle dan rekan-rekannya dari Monty Python membentuk kelompok imitasi *The Rutles* sebagai band satir *Beatles*, misalnya. Dengan memasukkan banyak elemen warna nada khas suara lingkungan Beatles, mereka mampu menciptakan satir realistik yang terdengar seolah seperti *The Beatles*.

Presentasi nada suara secara keseluruhan, suara lingkungan juga dapat diterapkan untuk seluruh genre dan era musik. Rekaman klasik dari era 1930-an dan awal 1940-an memiliki suara khusus sesuai dengan teknologi rekaman saat itu. Pada sembilan belas delapan puluhan, musik *rock*, *heavy metal*, musik dansa 1940-an, dan akhir 1950-an *rock and roll* merupakan era atau genre yang cukup homogen. Produser rekaman dapat merekam ulang suara-suara ini di studio dengan memperhatikan detail suara lingkungan: mikrofon yang mereka gunakan, cara mencampur instrumen, dan sebagainya.

Kemudian juga banyak dari kita dapat mendengar lagu-lagu tersebut dan dengan tepat menebak dari mana ia berasal. Satu petunjuk sering berupa gema, atau

gaung yang digunakan dalam suara. Elvis Presley dan Gene Vincent memiliki gema “cengkok” yang sangat khas, di mana kita mendengar semacam pengulangan instan suku kata yang dinyanyikan oleh vokalis.

Dapat kita dengar dalam “*Be-Bop-A-Lula*” oleh Gene Vincent dan oleh Ricky Nelson, atau “*Heartbreak Hotel*” oleh Elvis, dan “*Instant Karma*” oleh John Lennon. Lalu ada gema yang kaya dan hangat dihasilkan oleh lantai ruangan besar dalam studio rekaman Everly Brothers, seperti “*Cathy's Clown*” dan “*Wake Up Little Susie*”. Ada banyak elemen khas dalam warna secara keseluruhan dari nada-nada ini yang kami identifikasi sesuai era di mana itu diproduksi.

Secara keseluruhan, temuan dari memori untuk lagu-lagu populer memberikan bukti kuat bahwa fitur absolut musik dikodekan dalam memori. Dan tidak ada alasan untuk mengatakan bahwa fungsi memori musikal berbeda dari visual, penciuman, taktil atau memori pengecap. Tampaknya, hipotesis mengenai rekaman not memiliki dukungan yang cukup bagi kita untuk mengadopsinya untuk mencari tahu bagaimana model kinerja memori. Tetapi sebelum kita melakukannya, apa yang kita hasilkan dengan bukti sesuai dukungan teori konstruktivis?

Karena orang dapat dengan mudah mengenali lagu dalam transposisi sehingga kita perlu memperhitungkan bagaimana informasi ini disimpan dan diabstraksi. Lalu, ada ciri musik lain yang akrab bagi kita semua dan dapat dijelaskan melalui teori memori: Kita dapat memindai lagu-lagu melalui telinga ke dalam pikiran kita dan dapat membayangkan transformasi mereka. Ini adalah sebuah contoh, berdasarkan eksperimen yang dilakukan Andrea Halpern: Apakah kata tersebut muncul dalam lagu kebangsaan Amerika (“*The Star-Spangled*

Banner”)? Pikirkan sebelum Anda membaca.

Jika Anda seperti kebanyakan orang maka, akan “memindai” melalui lagu di kepala dan menyanyikannya sendiri dengan kecepatan tinggi hingga mencapai frasa, “Apa yang dengan bangga kami sambut, di akhir kilauan senja”. Sekarang, sejumlah hal menarik terjadi di sini. Pertama, Anda mungkin menyanyikan lagu itu untuk diri sendiri secara lebih cepat dari yang pernah didengar. Tetapi bila kita hanya dapat memutar versi tertentu yang tersimpan dalam memori maka, tidak akan dapat melakukan ini.

Kedua, ingatan kita tidak seperti *tape recorder*; jika ingin mempercepat *tape recorder* atau video atau film atau membuat lagu berjalan lebih cepat maka, juga harus menaikkan nadanya. Tetapi dalam pikiran, kita dapat membuat variasi nada dan tempo secara bebas. Ketiga, ketika akhirnya kata itu mencapai dalam benak kita — “target” untuk menjawab pertanyaan yang diajukan — kita mungkin tidak bisa menahan diri untuk melanjutkan, menarik sisa frasa, “berkilauan di akhir senja”. Ini menunjukkan bahwa musik melibatkan pengodean hirarkis — tidak semua kata sama-sama menonjol dan tidak semua bagian frasa memiliki status yang sama. Kita memiliki titik masuk dan keluar tertentu yang sesuai dengan frasa khusus dalam musik — sekali lagi, tidak seperti *tape recorder*.

Eksperimen pada musisi dengan cara lain telah memperumit gagasan pengodean hierarkis ini. Sebagian besar musisi tidak dapat memainkan musik yang mereka tahu secara bebas karena mereka belajar musik sesuai dengan struktur frasa hierarkis. Sekelompok not membentuk unit praktik, unit yang lebih kecil ini digabungkan menjadi lebih besar dan pada akhirnya menjadi frasa; frasa

digabungkan ke dalam struktur seperti ayat dan paduan suara atau gerakan, yang pada akhirnya dirangkai menjadi satu karya musik. Minta seorang pemain untuk mulai bermain dari beberapa not sebelum atau setelah batas frasa dan biasanya ia tidak bisa melakukannya, bahkan ketika membaca dari sekor sekalipun.

Eksperimen lain menunjukkan bahwa musisi lebih cepat dan akurat dalam mengingat apakah nada tertentu muncul dalam sebuah karya musik, jika itu di awal atau akhir frasa bukan berada di tengah frasa atau pada ketukan lemah. Bahkan not-not musik tampak masuk dalam kategori, apakah itu not-not “penting” dari sebuah karya atau tidak. Banyak penyanyi hebat yang tidak menyimpan setiap not karya musik dalam memorinya. Alih-alih, menyimpan nada “pasti” — bahkan tanpa pelatihan musik apa pun, kita semua memiliki perasaan yang akurat dan intuitif tentang hal itu — dan menyimpan kontur musik. Kemudian, ketika tiba saatnya untuk bernyanyi, sang amatir tahu bahwa ia perlu beralih dari nada ini ke nada itu dan mengisi nada-nada yang hilang secara langsung tanpa eksplisit menghafal. Ini secara substansial mengurangi beban memori dan membuat efisiensi yang lebih besar.

Dari semua fenomena ini, kita dapat melihat bahwa perkembangan utama dalam teori memori selama seratus tahun terakhir adalah konvergensi dengan penelitian tentang konsep dan kategori. Satu hal yang sekarang dapat dipastikan adalah: keputusan tentang teori ingatan mana yang benar — teori konstruktivis atau pencatat kaset/perekam — akan memiliki implikasi bagi teori kategorisasi.

Ketika mendengar versi baru dari lagu favorit, kami menyadari bahwa itu pada dasarnya adalah lagu yang sama meskipun dalam presentasi yang berbeda;

otak menempatkan versi baru dalam kategori yang anggotanya menyertakan semua versi lagu-lagu yang pernah didengar.

Jika penggemar musik yang sesungguhnya, bahkan mungkin akan mengganti prototipe demi yang lain berdasarkan pengetahuan yang diperoleh. Misalnya, lagu "*Twist and Shout*". Kamu mungkin telah mendengarnya berkali-kali dimainkan oleh band-band di berbagai bar dan hotel termasuk mungkin pernah mendengar rekaman oleh The Beatles dan Mamas dan Papas.

Salah satu dari dua versi terakhir lagu tersebut bahkan mungkin merupakan prototipe kamu. Tetapi jika saya memberi tahu bahwa Isley Brothers juga sukses dengan lagu itu dua tahun sebelum Beatles merekamnya, mungkin kamu akan mengatur ulang kategori untuk mengakomodasi informasi baru ini. Bahwa kamu dapat menyelesaikan reorganisasi semacam itu berdasarkan proses atas-bawah menunjukkan bahwa, sebenarnya terdapat lebih banyak kategori dari pada yang dinyatakan oleh teori prototipe Rosch.

Teori prototipe memiliki hubungan dekat dengan teori memori konstruktivis, di mana rincian kasus individu dibuang dan inti atau abstrak generalisasi disimpan - baik dalam arti apa yang disimpan sebagai jejak memori atau apa yang disimpan sebagai kategori memori utama. Tempat penyimpanan memori memiliki korelasi dengan teori kategorisasi juga dan itu disebut teori eksemplar.

Sama pentingnya dengan teori prototipe dan juga menjelaskan intuisi serta data pengalaman kita tentang pembentukan kategori. Para ilmuwan mulai menemukan masalah ini pada 1980-an. Dipimpin oleh Edward Smith, Douglas

Medin, dan Brian Ross, mereka mengidentifikasi beberapa kelemahan teori prototipe. Pertama, ketika kategorinya luas dan anggota kategorinya sangat berbeda, bagaimana mungkin ada prototipe? Bayangkan misalnya, kategori “alat”. Apa prototipe untuk alat itu? Atau untuk kategori “furnitur”? Apa lagu khas proto oleh artis pop wanita?

Smith, Medin, Ross, dan rekan-rekan mereka juga memperhatikan bahwa dalam kategori heterogen semacam ini, konteks bisa memiliki dampak besar pada apa yang kita anggap sebagai prototipe. Alat prototipikal dalam garasi perbaikan mobil lebih cenderung sebagai kunci pas daripada palu, tetapi di lokasi perbaikan rumah yang sebaliknya akan benar. Apa instrumen prototipikal dalam orkestra simfoni? Saya berani bertaruh bahwa kita tidak bisa mengatakan “gitar” atau “harmonika”, tetapi mengajukan pertanyaan yang sama secara terbuka karena saya ragu kamu akan mengatakan “*French horn*” atau “biolin”.

Informasi kontekstual adalah bagian dari pengetahuan kita tentang kategori dan anggota kategori terlebih teori prototipe tidak menjelaskan hal ini. Kita tahu, misalnya, bahwa dalam kategori “burung” yang bernyanyi cenderung kecil. Dalam kategori “teman-teman saya”, ada beberapa yang saya izinkan mengendarai mobil saya dan ada yang tidak (berdasarkan pada pengalaman kecelakaan mereka dan apakah mereka memiliki lisensi atau tidak).

Dalam kategori “lagu-lagu Fleet-wood Mac”, beberapa dinyanyikan oleh Christine McVie, sebagian oleh Lindsey Buckingham, dan lainnya oleh Stevie Nicks. Lalu ada pengetahuan tentang tiga era yang berbeda dari Fleetwood Mac: tahun-tahun *blues* dengan Peter Green pada gitar, tahun-tahun pop dengan Danny

Kirwan, Christine McVie, dan Bob Welch sebagai penulis lagu, dan tahun-tahun berikutnya setelah Buckingham-Nicks bergabung.

Jika saya meminta prototipikal lagu-lagu dari *Fleetwood Mac*, konteksnya penting. Jika saya meminta kamu sebagai prototipe anggota *Fleetwood Mac*, tentu akan angkat tangan dan memberi tahu bahwa ada yang salah dengan pertanyaan itu! Meskipun Mick Fleetwood dan John McVie, pemain drum dan basis, merupakan satu-satunya anggota yang telah bergabung dengan grup tersebut sejak awal, tampaknya tidak tepat untuk mengatakan bahwa anggota prototipe *Fleetwood Mac* adalah pemain drum atau basis karena tak seorangpun di antara mereka menyanyikan atau menulis lagu-lagu utama.

Bandingkan ini dengan *Police*, yang bisa kita katakan bahwa Sting adalah anggota prototipikal sebagai penulis lagu, penyanyi, dan sekaligus basis. Tetapi jika seseorang mengatakan hal itu, kamu bisa berpendapat bahwa dia salah karena Sting bukan anggota prototipikal, ia hanya anggota yang paling terkenal dan penting, ini adalah hal yang berbeda. Trio yang kita kenal sebagai *Police* adalah kategori kecil tapi heterogen dan untuk berbicara tentang anggota prototipe tampaknya tidak sesuai dengan pemahaman mengenai apa prototipe itu — kecenderungan utama rata-rata, objek terlihat atau tidak yang paling khas dari kategori. Sting bukan ciri khas *Police* dalam arti segala jenis, ia agak tipikal karena jauh lebih dikenal dari pada dua lainnya, Andy Summers dan Stewart Copeland serta sejarahnya sejak *Police* mengambil jalan yang berbeda.

Masalah lain adalah bahwa, meskipun Rosch tidak secara eksplisit menyatakan hal ini, kategori tampaknya membutuhkan waktu untuk dibentuk.

Meskipun dia secara eksplisit memungkinkan untuk batas yang tidak jelas dan kemungkinan bahwa objek tertentu dapat menempati lebih dari satu kategori (“ayam” dapat menempati kategori “burung”, “unggas”, “hewan lumbung”, dan “hal-hal untuk dimakan”), tidak ada ketentuan yang pasti untuk dapat membuat kategori baru. Dan kami melakukan ini sepanjang waktu.

Contoh yang paling jelas adalah ketika kita membuat daftar lagu untuk pemutar MP3, atau memasang CD di mobil kita untuk didengarkan dalam perjalanan jauh. Kategori “musik yang ingin saya dengarkan sekarang” tentu saja merupakan musik baru dan dinamis. Atau pertimbangkan ini: Apa kesamaan barang-barang berikut: anak-anak, dompet, anjing saya, foto-foto keluarga, dan kunci mobil? Bagi banyak orang, ini adalah hal-hal yang harus saya bawa jika terjadi kebakaran. Koleksi benda semacam itu membentuk kategori khusus dan kami cukup terampil membuatnya. Kami membentuk mereka bukan dari pengalaman perseptual dengan hal-hal riil tetapi dari latihan konseptual di atas.

Saya dapat membentuk kategori khusus lainnya dengan cerita berikut: “Carol dalam kesulitan. Ia telah menghabiskan semua uangnya dan tidak akan mendapatkan gaji selama tiga hari lagi. Tidak ada makanan di rumah.” Ini mengarah ke kategori fungsional khusus, “cara untuk mendapatkan makanan untuk tiga hari ke depan” yang mungkin termasuk “pergi ke rumah teman”, “tulis cek palsu”, “pinjam uang dari seseorang”, atau “jual karya tulis *This Is Your Brain on Music*”. Jadi, kategori dibentuk tidak hanya dengan cara mencocokkan properti tetapi juga menggunakan teori tentang bagaimana segala sesuatu saling terkait.

Kita memerlukan teori pembentukan kategori yang akan menjelaskan: (a)

kategori yang tidak memiliki prototipe jelas, (b) informasi kontekstual, dan (c) fakta bahwa kita membentuk kategori baru setiap saat secara langsung. Untuk mencapai hal ini tampaknya kami harus menyimpan beberapa informasi asli dari barang-barang tersebut karena Anda tidak pernah tahu kapan akan membutuhkannya.

Jika (menurut konstruktivis) saya hanya menyimpan informasi intisari yang umum dan abstrak, bagaimana bisa membangun kategori seperti “lagu yang memiliki kata cinta di dalamnya tanpa ada kata cinta di judul”? Misalnya, “*There and Everywhere*” (The Beatles), “*Don't Fear the Reaper*” (Blue Öys-ter Cult), “*Something Stupid*” (Frank dan Nancy Sinatra), “*Cheek to Cheek*” (Ella Fitzgerald dan Louis Armstrong), “*Hello Trouble (Come On In)*” (Buck Owens), “*Can You Hear Me Callin'*” (Ricky Skaggs).

Teori prototipe memberikan pandangan konstruktivis, bahwa generalisasi abstrak dari stimuli yang kita temui membuatnya tersimpan. Smith dan Medin mengusulkan teori eksemplar sebagai alternatif. Ciri yang membedakan dari teori eksemplar adalah bahwa setiap pengalaman, setiap kata yang didengar, setiap ciuman yang dibagikan, setiap objek yang dilihat, setiap lagu yang pernah didengar, dikodekan sebagai jejak dalam memori. Ini adalah keturunan intelektual dari apa yang disebut teori memori residu seperti diusulkan oleh psikolog Gestalt.

Teori Eksemplar menjelaskan bagaimana kita dapat mempertahankan begitu banyak rincian dengan akurasi seperti itu. Di bawahnya, detil dan konteks disimpan dalam sistem memori konseptual. Sesuatu dinilai sebagai anggota kategori jika lebih menyerupai anggota lain dari kategori itu, lebih dari pada hanya mirip anggota kategori alternatif yang berlawanan. Secara tidak langsung, teori

eksemplar juga dapat menjelaskan hasil eksperimen yang menyatakan bahwa prototipe disimpan dalam memori.

Kami memutuskan apakah tanda adalah anggota kategori dengan membandingkannya pada semua anggota kategori lainnya — ingatan tentang semua yang kami temui merupakan anggota kategori dan setiap kali kami menjumpainya. Jika kita dihadapkan dengan prototipe yang sebelumnya tidak terlihat - seperti dalam percobaan Posner dan Keele - kita mengkategorisasikannya dengan tepat dan cepat karena memiliki kemiripan maksimum dengan semua contoh lainnya.

Prototipe akan mirip dengan contoh-contoh dari kategorinya sendiri dan tidak mirip dengan contoh-contoh dari kategori-kategori alternatif, jadi itu mengingatkan kita pada contoh-contoh dari kategori yang benar. Itu membuat lebih banyak kecocokan pada contoh yang terlihat sebelumnya karena menurut definisi, prototipe adalah kecenderungan utama, anggota kategori rata-rata. Ini memiliki implikasi yang kuat untuk bagaimana kita bisa menikmati musik baru yang belum pernah didengar sebelumnya dan bagaimana bisa menyukai lagu baru secara instan — topik dalam Bab 6.

Konvergensi teori eksemplar dan memori datang dalam bentuk kelompok teori yang relatif baru dan secara kolektif disebut “model memori multi-jejak”. Dalam kelas model ini, setiap pengalaman yang kita miliki dipertahankan dengan kesetiaan tinggi pada sistem memori jangka panjang. Distorsi memori dan konfigurasi terjadi ketika dalam proses pengambilan memori kita mengalami gangguan dari jejak lain yang bersaing untuk mendapatkan perhatian — jejak dengan detail yang sedikit berbeda — atau beberapa detail dari jejak memori asli

telah terdegradasi karena proses neurobiologis yang terjadi secara normal.

Pengujian sebenarnya dari model-model tersebut adalah apakah mereka dapat menjelaskan dan memprediksi data prototipe, memori konstruktif, dan pembentukan serta penyimpanan informasi abstrak — seperti ketika kita mengenali sebuah lagu dalam transposisi. Kami dapat menguji logika model neural ini melalui studi *neuroimaging*.

Direktur laboratorium otak AS NIH (*National Institutes of Health*), Leslie Ungerleider dan rekan-rekannya melakukan studi fMRI yang menunjukkan bahwa representasi kategori terletak di bagian otak tertentu. Wajah, hewan, kendaraan, makanan, dan sebagainya, telah terbukti menempati daerah korteks tertentu. Dan berdasarkan penelitian tentang cedera, kami menemukan pasien yang kehilangan kemampuan untuk menyebutkan nama anggota dari beberapa kategori, sementara kategori lain tetap utuh. Data-data ini berbicara dengan realitas struktur konseptual dan memori konseptual di otak; tetapi bagaimana dengan kemampuan untuk menyimpan informasi terperinci dan berakhir dengan sistem saraf yang bertindak menyimpan abstraksi?

Dalam ilmu kognitif ketika data neurofisiologis kurang maka, model jaringan saraf sering digunakan untuk menguji sebuah teori. Ini pada dasarnya sama seperti simulasi otak yang dijalankan pada komputer dengan model neuron, koneksi neuron, dan cetusan neuronal. Model mereplikasi sifat paralel otak yang sering disebut sebagai pemrosesan paralel atau model PDP.

David Rumelhardt dari Stanford dan Jay Mc-Clelland dari Carnegie Mellon University berada di garda depan pada penelitian jenis ini. Ini bukan program

komputer biasa. Model PDP beroperasi secara paralel (seperti otak asli), mereka memiliki beberapa lapisan unit proses (seperti halnya lapisan korteks), neuron yang disimulasikan untuk dihubungkan dengan berbagai cara yang berbeda (seperti neuron riil), dan neuron yang disimulasikan dapat dipangkas keluar dari jaringan atau ditambahkan ke dalam jaringan seperlunya (seperti otak mengkonfigurasi ulang jaringan saraf sebagai informasi yang masuk).

Dengan memberikan masalah pada model PDP untuk dipecahkan — seperti kategorisasi atau penyimpanan memori dan perolehan kembali — kita dapat mempelajari apakah teori yang dimaksud masuk akal; jika model PDP bertindak seperti yang dilakukan manusia, kita menganggap itu sebagai bukti bahwa segala sesuatunya juga dapat bekerja pada manusia.

Douglas Hintzman membangun model PDP paling berpengaruh yang menunjukkan logika neural dari model memori multi-jejak. Modelnya, dinamai MINERVA dari nama dewi ilmu pengetahuan Romawi, diperkenalkan pada 1986. Dia menyimpan contoh-contoh individual dari stimuli yang dilakukan dan berhasil memperoleh berbagai jenis perilaku yang kita harapkan dapat dilihat pada sistem yang menyimpan prototipe dan generalisasi abstrak. Dia melakukan ini seperti cara yang digambarkan oleh Smith dan Medin dengan membandingkan contoh baru dengan contoh yang disimpan. Stephen Goldinger menemukan bukti lebih lanjut bahwa model multi-jejak dapat menghasilkan abstraksi melalui stimuli pendengaran tetapi secara khusus melalui kata-kata yang diucapkan dengan jenis suara tertentu.

Sekarang ada konsensus yang muncul di antara para peneliti memori bahwa,

baik pencatatan maupun pandangan konstruktivis dianggap benar, tetapi pandangan ketiga yaitu jenis hibrida, adalah teori yang lebih meyakinkan yaitu: model memori multi-jejak. Eksperimen pada akurasi memori untuk atribut musik, konsisten dengan model multi-jejak dari Hintzman/Goldinger. Ini adalah model yang paling mirip dengan model kategorisasi eksemplar di mana pun ada konsensus yang muncul.

Bagaimana model memori multi-jejak menjelaskan fakta bahwa kita mengekstrak properti melodi yang tidak berubah ketika mendengarkannya? Saat mendengarkan melodi, kita harus melakukan perhitungannya; selain mencatat nilai absolut, merinci penyajiannya — seperti nada, ritme, tempo, dan warna suara — kita juga harus menghitung interval melodi dan informasi ritme tempo yang bebas. Penelitian *Neuroimaging* dari Robert Zatorre dan rekan-rekannya di McGill telah membuktikan hal ini.

“Pusat kalkulasi” melodik di lobus temporal dorsal (atas) — tepat di atas telinga — tampaknya memperhatikan ukuran interval dan jarak antar nada ketika mendengarkan musik, menciptakan wadah bebas nada dari nilai-nilai melodik yang diinginkan. Perlu untuk mengenali lagu dalam transposisi. Penelitian *Neuroimaging* saya sendiri telah menunjukkan bahwa musik yang akrab mengaktifkan kedua daerah ini dan *hippocampus*, sebuah struktur di pusat otak yang sangat penting untuk pengkodean memori dan mengingat.

Bersama dengan temuan ini menunjukkan bahwa kita menyimpan informasi abstrak dan spesifik yang terkandung dalam melodi. Ini mungkin terjadi untuk semua jenis stimuli sensorik. Karena mempertahankan konteks, model memori

multi-jejak juga dapat menjelaskan bagaimana kita kadang-kadang mengambil memori lama yang hampir terlupakan. Pernahkah Anda ketika sedang berjalan dan tiba-tiba mencium bau yang tidak pernah dicitum dalam waktu lama dan itu memicu ingatan akan peristiwa yang sudah lama terjadi? Atau mendengar lagu lama dari radio yang secara instan memanggil kembali ingatan terkubur terkait dengan ketika lagu itu pertama kali populer?

Fenomena ini sampai ke inti dari apa makna dari memiliki kenangan. Sebagian besar dari kita memiliki serangkaian kenangan yang diperlakukan seperti album foto atau lembar memo. Kisah-kisah tertentu yang biasa kita ceritakan kepada teman-teman dan keluarga, pengalaman-pengalaman masa lalu tertentu yang diingat untuk diri kita sendiri selama masa-masa perjuangan, kesedihan, kegembiraan, atau stres, untuk mengingatkan tentang siapa kita dan di mana kita berada. Kita dapat menganggap ini sebagai repertoar dari ingatan yaitu, ingatan yang biasa dimainkan seperti repertoar seorang musisi dan potongan-potongan yang dia tahu bagaimana cara memainkannya.

Menurut model memori multi-jejak, setiap pengalaman berpotensi dikodekan dalam memori. Bukan di tempat tertentu di otak, karena otak tidak seperti gudang; alih-alih, ingatan dikodekan dalam kelompok neuron diatur ke dalam nilai yang tepat dan dikonfigurasi dengan cara tertentu akan menyebabkan ingatan dapat diambil dan diputar ulang di teater pikiran kita.

Hambatan untuk dapat mengingat kembali segala sesuatu yang kita inginkan bukanlah bahwa itu tidak “disimpan” dalam memori, tetapi masalahnya adalah menemukan isyarat yang tepat untuk mengakses memori dan dengan tepat

menyesuaikan sirkuit saraf kita. Semakin sering kita mengakses memori, semakin aktif sirkuit pengambilan dan pemusatan perhatian maka semakin mudah kita mendapatkan memori melalui isyarat yang diperlukan. Secara teoretis, jika memiliki isyarat yang tepat maka, kita dapat mengakses pengalaman masa lalu. Pikirkan sejenak guru kelas tiga Anda — ini mungkin sesuatu yang Anda tidak pikirkan dalam jangka waktu lama, tetapi itu ada — memori instan.

Jika kamu terus memikirkan gurumu, ruang kelasmu, mungkin dapat mengingat beberapa hal lain tentang kelas tiga seperti meja di ruang kelas, lorong-lorong sekolah, teman bermain. Isyarat ini agak generik dan tidak terlalu jelas. Namun, jika saya dapat menunjukkan foto kelas tiga, kamu mungkin tiba-tiba mulai mengingat semua hal yang telah dilupakan — nama teman sekelas, mata pelajaran yang disenangi, permainan yang dimainkan saat makan siang.

Memainkan lagu terdiri dari serangkaian isyarat memori yang sangat spesifik dan jelas. Karena model memori multi-jejak mengasumsikan bahwa teks dikodekan bersama dengan jejak memori maka, musik yang telah didengarkan pada berbagai waktu sepanjang kehidupan dikodekan secara silang dengan peristiwa-peristiwa pada masa itu. Artinya, musik terkait dengan kejadian pada waktu itu dan peristiwa tersebut terkait dengan musik.

Sebuah pepatah dari teori memori mengatakan bahwa, isyarat unik adalah yang paling efektif dalam memunculkan memori; semakin banyak aitem atau konteks yang dikaitkan dengan isyarat tertentu maka semakin tidak efektif untuk memunculkan memori tertentu. Inilah sebabnya, meskipun lagu-lagu khusus dapat dikaitkan dengan waktu-waktu tertentu dalam hidup kita, itu bukan isyarat yang

sangat efektif untuk memanggil ingatan dari masa-masa itu jika lagu-lagu tersebut terus dimainkan sepanjang waktu dan kita terbiasa mendengarnya — seperti yang sering terjadi pada radio *rock* klasik atau stasiun radio klasik mengandalkan repertoar lagu klasik “populer” yang agak terbatas.

Tetapi segera setelah kita mendengar lagu yang belum pernah didengar selama waktu tertentu dalam hidup maka, gerbang memori terbuka dan akan tenggelam dalam kenangan. Lagu telah bertindak menjadi semacam isyarat unik yaitu, kunci pembuka semua pengalaman yang terkait dengan memori lagu, waktu, dan tempat. Karena memori dan kategorisasi saling terhubung maka sebuah lagu dapat mengakses tidak hanya memo spesifik tetapi juga memori kategorikal yang lebih umum.

Itu sebabnya jika Anda mendengar satu lagu disko era 1970— “YMCA” oleh Village People, misalnya — mungkin akan menemukan lagu lain dari genre yang diputar di kepala, seperti “*I Love the Nightlife*” oleh Alicia Bridges dan “*The Hustle*” oleh Van McCoy. Memori memengaruhi pengalaman mendengarkan musik dengan sangat mendalam sehingga tidak akan menjadi hiperbola untuk mengatakan bahwa tanpa memori tidak akan ada musik.

Seperti yang dicatat oleh sejumlah teoretikus dan filsuf, serta penulis lagu John Hartford dalam lagunya “*Tryin' to Do Something to Get Your Attention*”, bahwa musik didasarkan pada repetisi. Musik bekerja karena kita mengingat nada yang baru saja didengar dan menghubungkannya dengan nada yang baru saja diputar. Kelompok-kelompok nada itu — frasa — mungkin nanti akan hadir dalam bagian variasi atau transposisi yang menggelitik sistem memori pada saat

bersamaan ketika kita mengaktifkan pusat-pusat emosi.

Dalam sepuluh tahun terakhir, ahli saraf menunjukkan betapa erat kaitan sistem memori dengan sistem emosional. Amigdala, yang sebelumnya sebagai pusat emosi pada mamalia di sebelah *hippocampus*, dianggap sebagai struktur penting untuk penyimpanan memori, jika bukan pemanggilan memori. Sekarang kita tahu bahwa amigdala terlibat dalam ingatan; khususnya, diaktifkan oleh pengalaman atau komponen emosional yang kuat. Setiap penelitian *neuroimaging* yang dilakukan laboratorium menunjukkan aktivasi amigdala dari musik tetapi tidak pada kumpulan suara atau nada musik yang acak. Repetisi, ketika dilakukan dengan terampil oleh komponis maka secara emosional akan memuaskan otak dan membuat pengalaman mendengarkan jadi menyenangkan.

6. Setelah Badai, Crick Masih Berjarak

Musik, Emosi, dan Otak Reptil

Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa, sebagian besar musik ada pada irama ketukan kaki. Kita mendengarkan musik yang memiliki denyut nadi, sesuatu yang dapat dirasakan atau setidaknya ada ketukan dalam pikiran. Denyut nadi dengan beberapa pengecualian, teratur dan memiliki jarak waktu secara merata. Denyut nadi yang teratur ini menyebabkan kita mengharapkan terjadi sesuatu pada waktu tertentu. Seperti klik-klak dari jalur kereta api, yang memberi tahu kita bahwa terus bergerak maju dan semuanya baik-baik saja.

Komponis kadang-kadang menunda indera denyut nadi, seperti beberapa bagian pertama dari *Beethoven's Fifth Symphony*. Kita mendengar "bump-bump-bump-baaaah" dan musik berhenti. Kita tidak yakin kapan akan mendengar suara yang sama lagi. Komponis mengulangi frasa — menggunakan nada berbeda — tetapi setelah istirahat kedua itu, kita dapat mulai bergerak dan berlari dengan hitungan yang dapat dirasakan oleh kaki secara teratur.

Di lain waktu, komponis memberi kita denyut nadi secara eksplisit, tetapi kemudian dengan sengaja melemahkan kehadirannya sebelum datangnya artikulasi berat sebagai efek dramatis. "*Honky Tonk Women*" dari *Rolling Stones* dimulai dengan *cowbell*, diikuti oleh drum, lalu gitar listrik; hitungan tetap sama, demikian pula perasaan kita tentang ketukan, tetapi intensitas pukulan yang kuat sangat dominan. (Dan ketika kita mendengarkan melalui *headphone*, suara *cowbell* hanya terdengar dari satu telinga terutama untuk efek yang dramatis.) Ini adalah ciri khas

dari musik-musik *heavy metal* dan lagu *rock*.

“*Back in Black*” oleh AC/DC dimulai dengan suara *hi-hat* dan akor gitar yang terdengar seperti *snare drum* dalam delapan ketukan sampai masuknya suara gitar listrik. Jimi Hendrix melakukan hal yang sama dalam pembukaan “*Purple Haze*” - seperempat not pendek pada gitar dan *bass*, satu not yang secara eksplisit mengatur ketukan sebelum suara drum Mitch Mitchell masuk. Kadang-kadang komponis menggoda kita dengan menyiapkan ekspektasi terukur dan kemudian membawanya pergi sebelum diselesaikan dengan ketukan kuat —Sebuah lelucon musik yang mereka lakukan agar bisa kita ikuti.

Stevie Wonder “*Golden Lady*” dan Fleetwood Mac “*Hypnotized*” menggunakan hitungan yang berbeda ketika instrumen lain masuk. Frank Zappa termasuk ahli dalam hal ini. Tentu saja ada beberapa jenis musik tampaknya lebih menstimulasi secara ritmis dari pada lainnya. Meskipun “*Eine Kleine Nachtmusik*” dan “*Stayin' Alive*” keduanya memiliki ketukan yang jelas tetapi, yang kedua lebih cenderung membuat orang berdiri dan menari (setidaknya itulah yang dirasakan pada masa 1970-an).

Untuk dapat dipengaruhi oleh musik (secara fisik dan emosional) sangat membantu bila mendengar pola irama yang mudah diprediksi. Komponis menyelesaikan ini dengan cara membagi irama melalui teknik yang berbeda dan memberi aksen beberapa not agar berbeda dari lainnya; hal ini terkait dengan pertunjukan. Ketika berbicara tentang alur besar dalam musik, kita tidak berbicara dalam dekade enam puluhan seperti Austin Powers. Sayangnya kita berbicara tentang cara pembagian ketukan ini menciptakan momentum yang kuat. *Groove*

adalah kualitas untuk menggerakkan lagu ke depan, musik setara dengan buku yang tidak bisa diletakkan begitu saja.

Ketika sebuah lagu memiliki alur yang baik maka, ia mengundang ke dunia sonik yang tidak ingin kita tinggalkan. Meskipun kita menyadari ketukan lagu, tetapi waktu eksternal sepertinya tidak bergerak dan kita tidak ingin lagu itu berakhir. *Groove* berhubungan dengan kinerja pemain tertentu bukan dengan apa yang tertulis di atas kertas.

Groove dapat menjadi aspek penting dari penampilan yang datang dan pergi dari hari ke hari, bahkan dengan kelompok musisi yang sama. Dan, tentu saja para pendengar tidak setuju tentang apakah musiknya memiliki alur baik atau tidak tetapi untuk membangun landasan bersama, kebanyakan orang merasa bahwa “teriakan” oleh Isley Brothers dan “*Super Freak*” oleh Rick James memiliki pengaruh besar. *Groove*, seperti halnya “*Sledgehammer*” oleh Peter Gabriel. “*I’m On Fire*” oleh Bruce Springsteen, “*Superstition*” oleh Stevie Wonder, dan “*Ohio*” oleh Pretenders semua memiliki alur yang hebat dan sangat berbeda satu sama lain.

Tetapi tidak ada formula untuk membuatnya hebat, seperti dilakukan oleh musisi R&B yang mencoba menyadur alur lagu-lagu klasik pada Temptations dan Ray Charles. Fakta bahwa kita dapat menunjuk ke sedikit keterkaitan dengan lagu aslinya adalah bukti bahwa menyalin itu tidak mudah. Salah satu elemen yang menjadikan alur “*Superstition*” luar biasa adalah drum Stevie Wonder. Pada detik awal pembukaan “*Superstition*”, yaitu saat *hi-hat* Stevie berjalan sendiri, kita dapat mendengar bagian misterius dari alur lagunya.

Pemain drum menganggap *hi-hat* sebagai penjaga tempo mereka. Bahkan

jika pendengar tidak dapat mendengarnya dengan keras, pemain drum menggunakannya sebagai titik tolak untuk dirinya sendiri. Ketukan yang dimainkan Stevie pada *hi-hat* tidak pernah persis sama dua kali; dia menggunakan sedikit ketukan, pukulan, dan perpanjangan istirahat. Selain itu, setiap nada yang ia mainkan di *hi-hat* memiliki volume sedikit berbeda — nuansa dalam penampilannya menambah rasa tegang. *Snare drum* dimulai dengan bum- (istirahat) -bum-bum-pa dan kita dibawa masuk ke pola *hi-hat*:

DOOT-doot-doot-dootah DOOtah-doot-doot-dootah DOOT-daat-doot-dootah DOOT-dootah-dootah-doot

Kejeniusan dari permainannya adalah bahwa ia membuat kita terus berusaha mengubah aspek-aspek dari pola setiap kali dimainkannya, berpegang pada jumlah yang sama untuk membuat kita tetap bergairah dan memiliki orientasi. Di sini, ia memainkan ritme yang sama di awal setiap baris tetapi mengubah pola ritme di baris kedua ke dalam pola “panggil dan respons”. Ia juga menggunakan keahliannya sebagai drummer untuk mengubah warna suara *hi-hat* di salah satu kunci: untuk nada kedua dari baris kedua, ia menjaga ritme agar tetap sama dan membuatnya memukul *hi-hat* secara berbeda seperti “berbicara” dengan suara yang terpisah; jika *hi-hat* adalah suara maka, ia seolah-olah mengubah suara vokal orang yang sedang berbicara. Musisi pada umumnya setuju bahwa alur paling baik adalah ketika tidak sepenuhnya metronomik — yaitu, tidak sempurna seperti mesin.

Meskipun beberapa lagu memancing suatu gerakan yang dibuat dengan mekanisme drum (Michael Jackson “*Billie Jean*” dan “*Straight Up*” karya Paula Abdul, misalnya), standar alur utama biasanya drummer yang mengubah sedikit

tempo sesuai dengan estetika dan emosional nuansa musik; kemudian kita katakan bahwa irama drumnya, “bernafas”. Steely Dan menghabiskan berbulan-bulan mencoba untuk mengedit, mengedit ulang, menggeser, menaikkan, dan menarik bagian-bagian dari drum di album mereka *Two Against Nature* untuk membuatnya bernyanyi. Seolah-olah seperti manusia memainkannya dengan menyeimbangkan sesuai alur helaan napas.

Tetapi mengubah bagian lokal sebagai lawan dari global, tempo seperti ini tidak mengubah struktur dasar dari ketukan, karena hanya mengubah ketepatan momen yang akan terjadi dalam ketukan bukan mengelompokkan ke dalam dua, tiga, atau empat, dan juga bukan kecepatan global lagu tersebut. Kita biasanya tidak berbicara tentang alur dalam konteks musik klasik tetapi sebagian besar opera, simfoni, sonata, konserto, dan kuartet gesek memiliki ketukan dan denyut yang dapat ditentukan serta umumnya sesuai dengan aba-aba konduktor. Tugas konduktor menunjukkan kepada musisi di mana ketukannya kadang-kadang direntangkan atau dipersempit untuk komunikasi emosional.

Percakapan riil antara orang-orang seperti permintaan maaf yang sesungguhnya, ekspresi kemarahan, pacaran, bercerita, merencanakan, dan bahkan pengasuhan anak tidak dapat terjadi seperti mesin yang selalu tepat. Sejauh musik mencerminkan dinamika kehidupan emosional dan interaksi antar pribadi kita maka, musik perlu berkembang dan berkontraksi untuk mempercepat dan memperlambat, berhenti, dan berefleksi.

Satu-satunya cara kita dapat merasakan atau mengetahui variasi tempo ini adalah jika sistem komputasi di otak telah mengekstraksi informasi tentang kapan

ketukan seharusnya terjadi. Otak perlu membuat model pulsa konstan — skema — sehingga kita tahu, kapan musisi menyimpang darinya. Ini mirip dengan variasi melodi: Kita perlu memiliki representasi mental tentang melodi apa yang seharusnya untuk diketahui — dan dihargai — ketika musisi melakukan kebebasan nada-nada.

Ekstraksi ketukan, mengetahui denyut nadi dan kapan mengharapkannya terjadi adalah bagian penting dari emosi musikal. Musik berkomunikasi dengan kita secara emosional melalui pelanggaran harapan secara sistematis. Pelanggaran ini dapat terjadi di domain apa pun — domain nada, warna suara, kontur, ritme, tempo, dan sebagainya — tetapi mereka harus melakukannya.

Musik adalah suara yang terorganisir tetapi keteraturan itu harus melibatkan beberapa elemen yang tidak terduga atau secara emosi datar dan seperti robot. Terlalu banyak organisasi mungkin secara teknis masih bisa dianggap musik tetapi biasanya itu adalah musik yang tidak ingin didengarkan orang. Tangga nada, misalnya, teratur, tetapi sebagian besar orang tua bosan mendengar anak-anak mereka memainkannya setelah lima menit.

Apa dasar saraf untuk mengekstraksi metrik ini? Dari studi lesi kita tahu bahwa ritme dan ekstraksi metrik dalam konteks saraf, satu sama lain sama sekali tidak saling berhubungan. Pasien dengan kerusakan pada otak belahan kiri dapat kehilangan kemampuan untuk melihat dan menghasilkan ritme tetapi mereka masih dapat mengekstraksi meter dan pasien dengan kerusakan pada belahan kanan bahkan menunjukkan pola yang berlawanan.

Keduanya secara saraf terpisah dari pemrosesan melodi: Robert Zatorre

menemukan bahwa lesi pada lobus temporal kanan lebih banyak memengaruhi persepsi melodi dari pada lesi di kiri; Isabelle Peretz juga menemukan bahwa belahan kanan otak mengandung prosesor kontur yang pada dasarnya menarik garis besar sebuah melodi dan menganalisisnya untuk kemudian dikenali lagi dan ini tidak dapat dipisahkan dari ritme serta pengukur meter di otak.

Seperti yang kita ketahui dengan memori, di mana model komputer dapat membantu kita memahami cara kerja otak. Peter Design dan Henkjan Honing of the Netherland mengembangkan model komputer yang dapat mengekstraksi irama musik. Ini terutama bergantung pada amplitudo, fakta bahwa meter didefinisikan oleh ketukan keras versus ketukan yang terjadi pada berbagai interval secara teratur. Untuk menunjukkan efektivitas sistemnya — dan karena mereka mengenali nilai keterampilan pada pertunjukan bahkan dalam sains — mereka menghubungkan sistem keluaran ke motor listrik kecil yang dipasang di dalam sepatu.

Demonstrasi ketukan-ekstraksi mereka benar-benar dengan cara mengetuk-ngetukkan kakinya (atau setidaknya sepatu di atas batang logam) pada potongan musik secara riil. Saya melihat ini ditunjukkan di CCRMA pada pertengahan tahun sembilan puluhan. Itu cukup mengesankan. Penonton (saya mengatakan bahwa kami melihat ujung sayap sepatu pria warna hitam dengan ukuran sembilan yang tergantung di batang logam dan dihubungkan melalui rangkaian kabel ke komputer, cukup menarik) cukup memberikan CD ke Design dan Honing, dan kemudian setelah beberapa detik suara sepatu mulai “terdengar”, mengetuk sepotong kayu lapis. (Ketika demonstrasi itu selesai, Perry Cook mendatangi mereka dan berkata, “Kerja yang sangat bagus ... tetapi apakah warnanya coklat?”)

Yang menarik adalah bahwa, sistem Design dan Honing memiliki beberapa kelemahan sama dengan manusia hidup sebenarnya: Sistem itu kadang-kadang mengetuk kakinya separuh atau dua kali lipat dibandingkan dengan musisi profesional yang merasakan irama itu. Kalau amatir melakukan ini sepanjang waktu. Ketika model komputer membuat kesalahan yang serupa dengan manusia, itu adalah bukti yang baik bahwa program kami mereplikasi pemikiran manusia atau setidaknya jenis proses komputasi yang didasari oleh pikiran.

Otak kecil adalah bagian otak yang terlibat erat dengan pengaturan waktu dan gerakan koordinasi tubuh. Kata *cerebellum* dari bahasa Latin untuk menyebut “otak kecil”, dan pada kenyataannya memang tampak seperti otak kecil yang menggantung di bawah otak manusia (bagian otak yang lebih besar dan utama), tepat di belakang leher. Otak kecil memiliki dua sisi, sama seperti otak kecil dan masing-masing dibagi menjadi subkawasan.

Dari kajian filogenetik — studi tentang otak hewan memiliki rangkaian genetik yang berbeda — kami telah belajar bahwa secara evolutif, otak kecil adalah salah satu bagian otak tertua. Dalam bahasa populer, kadang-kadang juga disebut sebagai otak reptil. Meskipun beratnya hanya 10 persen dari keseluruhan otak, ia mengandung 50 hingga 80 persen dari jumlah total seluruh neuron. Fungsi elemen bagian dari otak tertua ini adalah sesuatu yang sangat penting untuk musik yaitu elemen: waktu.

Otak kecil secara tradisional dianggap sebagai bagian otak yang memandu gerakan. Sebagian besar gerakan yang dilakukan oleh kebanyakan hewan memiliki kualitas berulang dan beresilasi. Ketika kita berjalan atau berlari, kita cenderung

melakukannya dengan kecepatan yang kurang lebih konstan; tubuh mengendap dalam gaya berjalan dan kita mempertahankannya. Ketika ikan berenang atau burung terbang, mereka cenderung melipat sirip atau mengepakkan sayapnya dengan laju yang kurang lebih konstan. Otak kecil terlibat dalam mempertahankan laju ini atau gaya berjalan.

Salah satu persoalan penting dari penyakit Parkinson adalah kesulitan berjalan dan kita sekarang tahu bahwa degenerasi serebelar menyertai penyakit ini. Tetapi bagaimana dengan musik dan otak kecil? Di dalam laboratorium, kami menemukan aktivasi kuat di otak kecil ketika meminta orang untuk mendengarkan musik tetapi tidak ketika meminta mereka untuk mendengarkan suara. Otak kecil tampaknya terlibat untuk melacak irama. Dan otak kecil telah muncul pada penelitian kami dalam konteks lain: ketika kami meminta orang-orang untuk mendengarkan musik yang mereka sukai versus musik yang tidak disukai, atau musik yang akrab dengan yang tidak dikenal.

Banyak orang termasuk kita, bertanya-tanya apakah kegiatan otak kecil untuk menyukai dan familiaritas ini jangan-jangan salah. Kemudian pada musim panas 2003, Vinod Menon bercerita tentang karya Profesor Harvard, Jeremy Schmahmann. Schmahmann telah berenang dari hulu melawan gelombang pada umumnya dan mengatakan bahwa otak kecil hanya untuk persoalan waktu dan gerakan, serta tidak ada yang lain. Tetapi melalui otopsi, *neuroimaging*, studi kasus, dan studi spesies lain, Schmahmann dan para pengikutnya secara persuasif membuktikan bahwa otak kecil juga terlibat dalam emosi. Ini akan menjelaskan mengapa itu menjadi aktif ketika orang mendengarkan musik yang mereka sukai.

Ia mencatat bahwa otak kecil mengandung koneksi masif ke pusat-pusat emosi otak — amigdala, yang terlibat dalam mengingat peristiwa-peristiwa emosional dan lobus frontal merupakan bagian otak yang terlibat dengan perencanaan dan kontrol impuls. Apa hubungan antara emosi dan gerakan, dan mengapa mereka berdua dilayani oleh wilayah otak yang sama, wilayah yang juga ditemukan bahkan pada ular dan kadal? Kami tidak tahu pasti, tetapi ada beberapa spekulasi yang diinformasikan melalui sumber terpercaya dari pencipta kode struktur DNA, James Watson dan Francis Crick.

Cold Spring Harbor Laboratory adalah lembaga teknologi tinggi yang cangguh di Long Island, mengkhususkan diri dalam penelitian tentang ilmu saraf, neurobiologi, kanker, dan — sebagaimana sebelumnya, lembaga yang direktornya adalah peraih Nobel genetika, James Watson. Melalui SUNY Stony Brook, CSHL menawarkan pelatihan lanjutan dalam bidang ini.

Salah satu rekan saya, Amandine Penel seorang peneliti posdoktoral, berada di sana selama beberapa tahun. Ia memperoleh gelar Ph.D. dalam kognisi musik di Paris ketika saya masih bekerja di *University of Oregon*; kami saling kenal melalui konferensi tahunan tentang kognisi musik. Seringkali, CSHL mensponsori lokakarya, pertemuan intensif para ilmuwan yang spesialis pada topik tertentu. Lokakarya ini berlangsung beberapa hari, semua orang makan dan tidur di laboratorium serta menghabiskan sepanjang hari bersama-sama menyusun makalah ilmiah yang dipilih.

Gagasan di balik pertemuan semacam itu adalah bahwa jika orang-orang yang ahli di dunia tentang topik itu — sering dengan sengit berpegang pada

pandangan yang berlawanan — dapat mencapai semacam kesepakatan aspek-aspek tertentu dari masalah tersebut sehingga ilmu pengetahuan dapat bergerak maju lebih cepat. Tokoh-tokoh CSHL terkenal dalam bidang genomik, genetika tanaman, dan neurobiologi.

Saya terkejut ketika pada suatu hari, mendapat email tentang komite kurikulum sarjana dan jadwal ujian akhir di McGill, saya diundang untuk berpartisipasi dalam lokakarya empat hari di *Cold Spring Harbor*. Inilah yang saya temukan dalam kotak surel saya:

Representasi Neural dan Pemrosesan Pola Temporal

Bagaimana waktu direpresentasikan dalam otak? Bagaimana pola temporal yang kompleks dirasakan atau diproduksi? Pemrosesan pola temporal adalah komponen fundamental dari fungsi sensorik dan motorik. Mengingat sifat temporal yang melekat pada interaksi kita dengan lingkungan, memahami bagaimana otak memproses waktu adalah langkah yang diperlukan untuk memahami otak. Kami bertujuan untuk mempertemukan para psikolog hebat, ahli saraf, dan ahli teori di dunia yang meneliti masalah ini. Tujuan kami ada dua: Pertama, kami ingin menyatukan para peneliti dari berbagai bidang dengan berbagi fokus yang sama dan mendapat banyak manfaat dari silang gagasan. Kedua, hingga saat ini banyak hasil yang signifikan telah ditemukan dalam pemrosesan interval-temporal tunggal. Melihat ke masa depan, kami ingin belajar dari studi ini sambil memperluas diskusi pemrosesan pola temporal yang terdiri dari beberapa interval. Persepsi pola temporal berkembang sebagai bidang multi-disiplin; kami berharap pertemuan ini dapat membantu untuk membahas dan menetapkan agenda penelitian lintas disiplin.

Awalnya, saya berpikir bahwa penyelenggara telah melakukan kesalahan dengan memasukkan nama saya di daftar. Saya tahu semua nama peserta yang diundang itu

berdasarkan email. Mereka adalah para raksasa di bidang saya — George Martins dan Paul McCartneys, Seiji Ozawas dan Yo-Yo Mas dalam dunia penelitian. Paula Tallal dengan kolaboratornya Mike Merzenich dari UC San Francisco, menemukan bahwa disleksia terkait dengan ketidak tepatan waktu dalam sistem pendengaran anak-anak. Dia juga telah menerbitkan beberapa kajian fMRI yang paling berpengaruh tentang bicara dan otak serta menunjukkan di mana dalam otak terjadi proses fonetik.

Rich Ivry adalah sepupu intelektual saya, salah satu ahli saraf kognitif paling cerdas dari generasi saya yang telah memperoleh gelar Ph.D. dari Steve Keele di *University of Oregon* dan telah melakukan banyak penelitian tentang otak kecil serta aspek kognitif dari kontrol motorik. Rich memiliki sikap rendah hati dan ia selalu dapat memecahkan inti masalah ilmiah dengan ketelitian pisau analisisnya.

Randy Gallistel adalah seorang psikolog matematika hebat yang membuat model memori dan proses pembelajaran pada manusia dan tikus; Saya telah berulang kali membaca tulisannya. Bruno Repp adalah pembimbing posdoktoral Amandine Penel dan telah menjadi *reviewer* dua makalah pertama yang pernah saya terbitkan (eksperimen orang-orang yang menyanyikan lagu-lagu pop ternyata sangat dekat dengan nada dan tempo yang benar).

Pakar dunia lainnya tentang waktu dalam musik, Mari Reiss Jones juga diundang. Ia telah melakukan penelitian paling penting terhadap peran perhatian dalam kognisi musik dan memiliki model yang berpengaruh tentang bagaimana aksent musik, meter, ritme, dan harapan bertemu untuk menciptakan pemahaman orang tentang struktur musik. Dan John Hopfield, penemu jaringan saraf

merupakan salah satu bagian paling penting dari model jaringan saraf PDP juga akan hadir di sana! Ketika tiba di *Cold Spring Harbor*, saya merasa seperti seorang gadis di belakang panggung pada konser Elvis tahun 1957.

Konferensi itu berlangsung intens. Para peneliti di sana tidak bisa menyepakati masalah mendasar, seperti bagaimana membedakan osilator dari pencatat waktu atau apakah proses saraf yang berbeda terlibat dalam memperkirakan panjang interval versus panjang rentang waktu yang diisi dengan pulsa reguler.

Sebagai sebuah kelompok, kami menyadari — persis seperti yang diharapkan oleh penyelenggara — bahwa sebenarnya di lapangan, banyak hal yang menghambat kemajuan yaitu kami menggunakan terminologi berbeda untuk mengartikan hal yang sama dan dalam banyak kasus bahkan menggunakan satu kata (seperti waktu) dapat memiliki arti sangat berbeda bila mengikuti asumsi dasar yang berbeda. Ketika kita mendengar seseorang menggunakan kata seperti *planum temporale* (struktur saraf), mungkin kita berpikir bahwa ia menggunakannya dengan cara yang sama dengan kita. Tetapi dalam sains seperti halnya musik, asumsi mematikan kita. Ada yang beranggapan bahwa *planum temporale* harus didefinisikan secara anatomis sementara yang lain, harus didefinisikan secara fungsional. Kami berdebat tentang pentingnya materi abu-abu versus putih, tentang apa artinya memiliki dua peristiwa yang sinkron — apakah hal itu benar-benar harus terjadi pada waktu yang persis sama atau hanya pada apa yang tampak secara bersamaan dan dianggap sebagai waktu yang sama?

Pada malam hari, kami menghadiri makan malam dengan banyak bir dan

anggur merah, lalu kami melanjutkan diskusi sambil makan dan minum. Mahasiswa doktoral saya Bradley Vines menjadi pengamat dan ia memainkan saksofon untuk semua orang. Saya bermain gitar dengan beberapa kelompok musisi dan Amandine bernyanyi. Karena pertemuan itu mengenai waktu maka, sebagian besar orang di sana tidak memperhatikan pekerjaan Schmahmann atau kemungkinan hubungan antara emosi dan otak kecil. Tapi tidak demikian dengan Irvy karena ia tahu penelitian Schmahmann dan tergelitik karenanya.

Dalam diskusi kami, ia menyoroti kesamaan antara persepsi musik dan perencanaan aksi motor yang tidak dapat diperlihatkan dalam eksperimen saya sendiri. Ia setuju bahwa inti dari misteri musikal harus melibatkan otak kecil. Ketika saya bertemu Watson, ia mengatakan kepada bahwa ia juga merasa ada koneksi yang masuk akal antara otak kecil, waktu, musik, dan emosi. Tapi hubungan apakah itu? Apa dasar evolusinya? Beberapa bulan kemudian, saya mengunjungi kolaborator dekat saya Ursula Bellugi di *Salk Institute*, La Jolla, California.

Salk Institute terletak di atas sebidang tanah sederhana yang menghadap ke Samudra Pasifik. Bellugi, seorang siswa dari Roger Brown di Harvard pada 1960-an, menjalankan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Kognitif di sana. Di antara banyak “temuan pertama” dan peristiwa penting dalam karirnya, ia adalah orang pertama yang menunjukkan bahwa bahasa isyarat adalah benar-benar bahasa (dengan struktur sintaksis, itu bukan hanya aktivitas sementara atau tidak teratur), dan dengan demikian menunjukkan bahwa modul linguistik Chomsky bukan hanya untuk bahasa lisan. Dia juga telah melakukan pelanggaran pada kerja spasial kognisi, gerakan, gangguan perkembangan saraf, dan kemampuan neuron untuk

mengubah fungsi-neuroplastisitas.

Ursula dan saya telah bekerja sama selama sepuluh tahun untuk mengungkap dasar genetik musikalitas. Tempat yang paling baik untuk penelitian berdasarkan lembaga yang dipimpin oleh Francis Crick, yaitu orang yang bersama dengan Watson menemukan struktur DNA. Saya telah ke sana dan bahkan rutin setiap tahun sehingga kami dapat melihat data secara bersama-sama dan bekerja mempersiapkan artikel untuk dipublikasikan.

Ursula dan saya sering duduk bersama di ruangan serta melihat layar komputer yang sama di mana kita bisa mengamati diagram kromosom, melihat aktivasi otak, dan membicarakan apa artinya bagi hipotesis kami. Sekali seminggu, *Salk Institute* mengadakan “makan siang bagi profesor”, di mana para ilmuwan yang terhormat duduk mengelilingi meja persegi besar bersama Francis Crick, Direktur Institut. Pengunjung luar jarang diizinkan bergabung karena ini adalah forum pribadi tempat para ilmuwan bebas untuk berdiskusi. Saya pernah mendengar tentang ruang suci ini dan bermimpi mengunjunginya.

Dalam buku *Crick The Astonishing Hypothesis*, ia mengatakan bahwa kesadaran muncul dari otak serta jumlah total dari pikiran, kepercayaan, keinginan, dan perasaan kita berasal dari aktivitas neuron, sel glial, dan molekul serta atom yang mereka ciptakan. Ini menarik, tetapi seperti yang saya katakan agak bias dengan pemetaan pikiran itu sendiri juga membelokkan pemahaman akan bagaimana mesin menghasilkan pengalaman manusia.

Apa yang benar-benar membuat Crick menarik bagi saya adalah bukan karyanya yang brilian pada DNA atau kepengurusannya di *Salk Institute* atau *The*

Astonishing Hypothesis, tetapi justru bukunya *What Mad Pursuit*, tentang tahun-tahun awalnya dalam sains. Sebenarnya, bagian ini memiliki kemiripan dengan saya yang juga memulai karir ilmiah agak terlambat dalam hidup. Ketika perang berakhir, saya bingung apa yang harus dilakukan. Saya memikirkan tentang kualifikasi pribadi saya. Gelar yang tidak terlalu baik telah ditebus melalui prestasi saya di Admiralty.

Sebuah pengetahuan tentang bagian-bagian tertentu yang terbatas dari magnetisme dan hidro-dinamika, tidak satu pun dari semua subjek tersebut yang setidaknya membuat saya antusias. Tidak ada makalah yang diterbitkan sama sekali. Lalu sedikit demi sedikit saya menyadari bahwa kurangnya kualifikasi ini juga bisa menjadi keberuntungan. Pada saat sebagian besar ilmuwan telah mencapai usia tiga puluh tahun, mereka terjebak oleh keahliannya sendiri.

Mereka telah menginvestasikan begitu banyak upaya dalam satu bidang tertentu sehingga seringkali sangat sulit dalam karier mereka untuk melakukan perubahan radikal. Saya, di sisi lain, tidak tahu apa-apa, kecuali pelatihan dasar dalam fisika dan matematika yang agak kuno dan kemampuan untuk mengalihkan tangan saya ke hal-hal baru. Karena saya pada dasarnya tidak tahu apa-apa sehingga saya punya pilihan yang hampir sepenuhnya bebas.

Pencarian Crick sendiri telah mendorong saya belajar dari kurangnya pengalaman menjadi semacam lisensi untuk berpikir tentang ilmu saraf kognitif yang berbeda dari orang lain dan itu mengilhami saya untuk melampaui apa yang tampaknya merupakan batas terendah dari kemampuan saya sendiri.

Suatu pagi, saya berangkat ke lab Ursula dari hotel untuk memulai lebih

awal. “Awal” bagi saya adalah jam tujuh pagi, tetapi Ursula sudah berada di lab sejak jam enam. Ketika kami bekerja bersama di kantornya, mengetik di kibor komputer, Ursula meletakkan kopinya dan menatapku dengan binar seperti mata berkelip di matanya. “Apakah Anda ingin bertemu Francis hari ini?” Kebetulan saya bertemu dengan Watson saudara kembar penerima Nobel Crick hanya beberapa bulan sebelumnya, tentu sangat mengejutkan.

Saya merasakan panik karena ingatan lama menghantui saya. Ketika saya baru saja mulai sebagai produser rekaman, Michelle Zarin, manajer studio rekaman top di San Francisco, Automatt mengadakan acara kumpul-kumpul dengan jamuan anggur dan keju pada Jumat sore dalam pertemuan yang hanya dihadiri oleh tamu undangan yaitu orang lingkaran dalam. Selama berbulan-bulan ketika saya bekerja dengan band-band yang tidak dikenal seperti Afflicted and Dimes, saya melihat *file* mengenai royalti di kantornya pada Jumat sore: Carlos Santana, Huey Lewis, produser Jim Gaines dan Bob Johnston.

Pada suatu hari Jumat ia memberi tahu saya bahwa, Ron Nevison akan berada di kota — yang telah merekayasa notasi Zeppelin salah satu favorit saya dan pernah bekerja dengan Who. Michelle mengajakku ke kantornya dan menunjukkan di mana harus berdiri dalam posisi setengah lingkaran. Orang-orang minum dan mengobrol dan saya mendengarkan dengan hormat. Tapi Ron Nevison sepertinya tidak menyadari kalau saya benar-benar ingin bertemu dengannya.

Saya melihat ke arloji — lima belas menit berlalu. Boz Scaggs (klien lain) ada di sudut ruangan. “*Lowdown.*” “*Lido.*” Dua puluh menit telah berlalu. Apakah saya akan bertemu Nevison? “Kita Semua Sendirian” hadir, dan — seperti yang

bisa dilakukan musik — liriknya masuk ke dalam kulitku. Saya harus menangani sendiri. Saya berjalan ke arah Nevison dan memperkenalkan diri. Ia menjabat tangan saya dan kembali melanjutkan percakapan yang sedang dilakukannya. “Itu dia,” kemudian Michelle menegurku — hal semacam itu sama sekali tidak boleh dilakukan. Jika saya menunggu sampai ia memperkenalkan saya maka, justru akan mengingatkan bahwa saya adalah produser muda yang akan dia ajak bicara, seorang calon magang, pemuda yang penuh hormat dan bijaksana yang ingin dia temui. Sejak saat itu saya tidak pernah melihat Nevison lagi.

Saat makan siang, Ursula dan saya berjalan dalam udara musim semi yang hangat di San Diego. Aku bisa mendengar burung camar berbunyi melintas di atas kepala. Kami berjalan ke sudut kampus Salk dengan pemandangan terbaik ke arah Pasifik dan menaiki tiga tangga menuju ruang makan siang para profesor. Saya langsung mengenali Crick, meskipun terlihat sangat lemah — ia berusia akhir delapan puluhan yang sudah mendekati sembilan puluh. Ursula mengarahkanku ke sebuah kursi yang berjarak sekitar empat orang darinya di sebelah kanannya.

Percakapan makan siang agak hiruk-pikuk. Saya mendengar potongan-potongan percakapan tentang gen kanker yang baru saja diidentifikasi oleh salah satu profesor dan penguraian kode genetika dari sistem visual pada cumi-cumi. Beberapa orang lain berdiskusi mengenai intervensi farmasi untuk memperlambat hilangnya memori yang terkait dengan *Alzheimer*. Crick kebanyakan hanya mendengarkan, tetapi sesekali berbicara dengan suara yang begitu lembut sehingga saya tidak dapat mendengar sepele kata pun. Ruang makan siang mulai sepi saat para profesor selesai makan siang.

Setelah hidangan penutup, Crick yang berjarak empat kursi dariku dengan bersemangat berbicara kepada seseorang di sebelah kirinya menghadap jauh dari kami. Saya ingin bertemu dengannya berdiskusi tentang hipotesis yang mengagumkan sambil mencari tahu apa yang dia pikirkan tentang hubungan antara kognisi, emosi, dan kontrol motorik. Dan apa yang dikatakan penemu kode struktur DNA tentang kemungkinan dasar genetik untuk musik? Ursula dapat merasakan ketidaksabaran saya dan mengatakan bahwa ia akan memperkenalkan saya kepada Francis saat kami keluar. Saya kecewa, kalau harus mengantisipasi “halo, selamat tinggal”.

Ursula memegang sikuku; dia hanya beberapa langkah dan harus meraih siku saya. Ia membawa saya ke Crick, yang berbicara tentang lepton dan muon dengan salah seorang rekannya. Ia memotongnya “Francis,” katanya, “aku hanya ingin memperkenalkanmu dengan kolega saya, Dan Levitin dari McGill yang bekerja di Williams dan musik bersamaku.” Sebelum Crick sempat mengatakan sesuatu, Ursula menarik tanganku ke arah pintu. Mata Crick berbinar. Ia duduk tegak di kursinya. “Musik,” katanya kemudian, ia menyingkirkan rekan diskusi lepton-nya. “Aku ingin membicarakan hal itu denganmu kapan-kapan,” katanya. “Yah,” kata Ursula dengan segera, “kita punya waktu sekarang.”

Crick ingin tahu apakah kami telah melakukan studi tentang *neuroimaging* musik; saya memberi tahu dia penelitian kami tentang musik dan otak kecil. Ia sangat tertarik dengan hasil kami dan pada kemungkinan bahwa otak kecil terlibat dengan emosi musikal. Peran *cerebellum* dalam membantu para pemain dan konduktor untuk melacak musik serta mempertahankan tempo yang konstan sudah

dikenal luas. Banyak yang menganggap keterlibatannya juga dalam melacak waktu pada pendengar. Tetapi di manakah emosi itu? Apa yang mungkin menjadi hubungan evolusi antara emosi, waktu, dan gerak?

Untuk mulai dengan apa yang mungkin menjadi dasar evolusi emosi? Para ilmuwan bahkan tidak setuju tentang apa itu emosi. Kami membedakan antara emosi (keadaan sementara yang biasanya merupakan efek dari beberapa peristiwa eksternal, baik hadir, diingat, atau diantisipasi), suasana hati (tidak begitu temporer, tahan lama yang mungkin atau tidak memiliki penyebab eksternal), dan ciri-ciri (kecenderungan untuk menampilkan keadaan tertentu), seperti (“ia umumnya orang yang bahagia,” atau “ia tampaknya tidak pernah puas”).

Beberapa ilmuwan menggunakan kata afek untuk merujuk pada valensi (positif atau negatif) dari keadaan internal seseorang dan cadangan kata emosi untuk merujuk pada keadaan tertentu. Dengan demikian, pengaruhnya dapat memperoleh dua nilai (atau nilai ketiga jika kita menggunakan “tidak ada kondisi afektif”), dan di dalam diri kita masing-masing memiliki serangkaian emosi: Emosi positif akan mencakup kebahagiaan dan rasa kenyang, negatif akan mencakup rasa takut dan kemarahan. Crick dan saya berbicara tentang bagaimana sejarah evolusi emosi terkait erat dengan motivasi. Crick mengingatkan saya bahwa emosi leluhur hominid kuno adalah keadaan neurokimia yang berfungsi memotivasi kita untuk bertindak dan umumnya untuk tujuan bertahan hidup.

Bila kita melihat seekor singa dan hal itu secara instan menimbulkan rasa takut, suatu kondisi internal — emosi — yang muncul ketika campuran neurotransmitter dan laju cetusan saraf tertentu. Keadaan yang kita sebut “takut” ini

memotivasi untuk menghentikan apa yang dilakukan dan — tanpa memikirkannya — lari. Kami makan sepotong makanan yang buruk dan merasakan emosi jijik; secara refleks fisiologis tertentu terjadi seperti mengerutkan hidung (untuk menghindari kemungkinan bau beracun) dan lidah mencuat keluar (untuk mengeluarkan makanan yang sedang dimakan); kita juga mengerutkan tenggorokan untuk membatasi jumlah makanan yang masuk ke dalam perut.

Kita melihat ada air setelah mencari selama berjam-jam dan gembira — lalu minum hingga rasa kenyang membuat kita merasa sehat dan puas, emosi yang menyebabkan kita mengingat kembali tempat air di lain kali. Tidak semua kegiatan emosional mengarah pada gerakan motorik tetapi banyak yang melakukannya dan berlari adalah hal utama di antaranya. Kita dapat berlari lebih cepat dan efisien jika melakukannya dengan gaya berjalan yang teratur — kita kadang cenderung tersandung atau kehilangan keseimbangan.

Peran otak kecil jelas di sini. Dan gagasan bahwa emosi mungkin terikat dengan neuron serebelar juga masuk akal. Kegiatan bertahan hidup yang paling penting sering melibatkan lari — menjauh dari pemangsa atau melarikan diri dari mangsa — dan leluhur bereaksi dengan cepat, seketika, tanpa menganalisis situasi dan mempelajari tindakan terbaik. Singkatnya, leluhur kita yang diberkahi dengan sistem emosional secara langsung terhubung ke sistem motorik mereka sehingga dapat bereaksi lebih cepat dan dengan demikian hidup untuk bereproduksi dan mewariskan gen-gen itu ke generasi berikutnya.

Apa yang benar-benar menarik perhatian Crick bukanlah asal usul data perilaku. Crick telah membaca karya Schmahmann yang berusaha menghidupkan

kembali banyak ide lama yang tidak disukai atau hanya dilupakan, seperti salah satu makalah tahun 1934 yang menyatakan bahwa *cerebellum* terlibat dalam modulasi gairah, perhatian, dan tidur. Selama 1970-an kami belajar bahwa lesi ke daerah tertentu di otak kecil dapat menyebabkan perubahan dramatis dalam gairah. Monyet dengan lesi pada salah satu bagian otak kecilnya akan mengalami amarah - yang oleh para ilmuwan disebut amarah palsu karena tidak ada stimuli apapun di lingkungan yang menyebabkan reaksi ini. (Tentu saja, monyet punya alasan untuk marah karena beberapa ahli bedah baru saja melukai bagian otak mereka, tetapi eksperimen menunjukkan bahwa mereka hanya menunjukkan kemarahan setelah lesi serebelar ini - tidak yang lainnya).

Lesi ke bagian lain dari otak kecil menyebabkan ketenangan dan telah digunakan secara klinis untuk menenangkan penderita *skizofrenia*. Stimulasi listrik pada potongan tipis jaringan di pusat otak kecil yang disebut vermis, dapat menyebabkan agresi pada manusia dan pada wilayah yang berbeda akan mengurangi kecemasan dan depresi.

Piring penutup makanan Crick masih di depannya dan ia mendorongnya menjauh. Dia memegang segelas air es di tangannya. Aku bisa melihat urat-urat tangannya menembus kulitnya. Sejenak kupikir aku benar-benar bisa melihat nadinya. Dia terdiam menatap sesaat, berpikir. Ruangan itu sekarang benar-benar tenang tetapi melalui jendela yang terbuka kita bisa mendengar deburan ombak di luar sana.

Kami membahas karya ahli neurobiologi era 1970-an bahwa telinga bagian dalam tidak mengirim semua hubungannya ke korteks pendengaran seperti yang

diyakini sebelumnya. Pada kucing dan tikus, hewan yang sistem pendengarannya tajam dan memiliki kemiripan riil dengan kita, ada proyeksi langsung dari telinga bagian dalam ke otak kecil — koneksi yang masuk ke otak kecil—mengkoordinasi gerakan yang terlibat dalam mengarahkan hewan ke stimulus pendengaran di ruang bebas. Bahkan ada neuron yang peka-lokasi di dalam *cerebellum*, suatu cara yang efisien untuk mengarahkan dan menggerakkan kepala atau tubuh dengan cepat ke arah sumber suara.

Area-area ini pada gilirannya mengirimkan proyeksi ke wilayah di lobus frontal yang menurut penelitian saya, Vinod Menon, dan Ursula, aktif dalam memproses bahasa serta musik — wilayah di korteks frontal dan orbitofrontal yang inferior. Apa yang sedang terjadi di sini? Mengapa koneksi dari telinga memotong korteks pendengaran, area penerima pusat untuk mendengar dan mengirim massa kaki ke otak kecil, pusat kendali motor (dan mungkin, kita sedang belajar, tentang emosi)?

Redundansi dan distribusi fungsi adalah prinsip penting dari neuroanatomi. Nama permainannya adalah bahwa suatu organisme harus hidup cukup lama untuk dapat mewariskan gennya melalui reproduksi. Hidup itu berbahaya; ada banyak peluang untuk cedera dan berpotensi kehilangan beberapa fungsi otak. Untuk dapat berfungsi setelah cedera otak mengharuskan perbaikan pada salah satu bagian otak tanpa mematikan seluruh sistem.

Sistem otak yang penting berevolusi sebagai jalur tambahan. Sistem perseptual kita ditata dengan indah untuk mendeteksi perubahan lingkungan karena perubahan dapat menjadi sinyal bahwa bahaya sudah dekat. Kami melihat ini pada

masing-masing pancaindera. Sistem visual kita, walaupun memiliki kemampuan untuk melihat jutaan warna dan dalam gelap ketika iluminasi redup seperti satu foton dalam sejuta, tetap paling peka terhadap perubahan mendadak.

Seluruh wilayah korteks visual, area MT terspesialisasi mendeteksi gerak; neuron-neuron di sana menyala ketika sebuah objek di sudut penglihatan kita bergerak. Kita semua memiliki pengalaman dihinggapi serangga di leher dan secara naluriah menamparnya — sistem sentuh memperhatikan perubahan tekanan yang sangat halus pada kulit. Dan meskipun sekarang menjadi mainan kartun anak-anak, kekuatan perubahan bau — bau yang melayang di udara dari pai apel dingin melalui jendela tetangga — dapat menyebabkan reaksi siaga yang berorientasi pada kita. Tetapi suara biasanya memicu reaksi kejutan terbesar. Kebisingan yang tiba-tiba menyebabkan kita melompat dari tempat duduk, memutar kepala, merunduk atau menutupi telinga.

Kejutan pendengaran adalah yang tercepat dan bisa dibilang paling penting dari respons kejut. Ini masuk akal: Di dunia tempat kita hidup, diselimuti oleh atmosfer, gerakan tiba-tiba suatu objek — terutama yang besar — akan menyebabkan gangguan udara. Pergerakan molekul udara ini dianggap oleh kita sebagai suara. Prinsip redundansi menentukan bahwa sistem saraf perlu bereaksi terhadap masukan suara walau dapat menjadikan sebagian rusak. Semakin kita melihat ke dalam otak, makin banyak menemukan jalur yang amat banyak, sirkuit laten dan koneksi antara sistem yang tidak kita sadari sebelumnya.

Sistem sekunder ini penting untuk melayani fungsi bertahan hidup. Literatur ilmiah baru-baru ini mempublikasikan artikel tentang orang-orang yang jalur

visualnya terputus, tetapi masih bisa “melihat”. Meskipun mereka tidak sadar melihat sesuatu — bahkan mengaku buta — mereka masih bisa berorientasi ke objek dan dalam beberapa kasus bahkan dapat mengidentifikasi.

Sebuah sistem pendengaran vestigial atau tambahan juga tampaknya ada di tempat yang melibatkan otak kecil. Ini menjaga kemampuan kita untuk bereaksi dengan cepat — secara emosional dan dengan gerakan — terhadap suara yang berpotensi berbahaya. Terkait dengan refleks kejut dan sensitivitas luar biasa pada sistem pendengaran untuk berubah, adalah sirkuit pembiasaan.

Jika kulkas berbunyi, Anda terbiasa dengannya sehingga tidak lagi menyadarinya — itu adalah pembiasaan. Seekor tikus tidur di lubang bawah tanah mendengar suara keras di atas. Ini bisa menjadi langkah kaki pemangsa dan dia seharusnya terkejut. Tapi itu juga bisa suara ranting yang tertiuip angin menghantam tanah di atasnya lebih atau kurang berirama. Jika, setelah satu atau dua lusin jatuhnya ranting ke atap rumahnya maka, ia mendapati dirinya tidak dalam bahaya dan akan mengabaikan suara-suara ini karena menyadari bahwa itu bukan ancaman. Jika intensitas atau frekuensinya berubah, ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan telah berubah dan ia harus mulai memerhatikan. Mungkin angin sudah mulai kencang dan kecepatannya bertambah sehingga akan menyebabkan dahan mencuat menembus kediamannya. Mungkin angin sudah mereda dan aman untuk keluar serta mencari makanan dan teman hidup tanpa takut diterbangkan angin kencang. Habituaasi adalah proses yang penting dan perlu untuk memisahkan ancaman dari yang tidak mengancam. Otak kecil bertindak semacam pencatat waktu, jadi ketika itu rusak, kemampuannya untuk melacak keteraturan stimulasi sensorik akan

terganggu dan pembiasaan keluar jendela.

Ursula mengatakan kepada Crick tentang penemuan Albert Galaburda, di Harvard, bahwa individu dengan sindrom Williams (WS) memiliki kecacatan terkait dengan cara terbentuknya otak kecil mereka. Williams terjadi ketika sekitar dua puluh gen muncul dan terjadi kehilangan pada satu kromosom (kromosom 7). Ini terjadi pada satu dari dua puluh ribu kelahiran dan demikian pula sekitar seperempat dari kelainan perkembangan yang lebih dikenal sebagai *down syndrome*. Seperti *Down Syndrome*, Williams merupakan hasil dari kesalahan transkripsi genetik yang terjadi pada tahap awal perkembangan janin.

Dari dua puluh lima ribu gen yang kita miliki, kehilangan kedua puluh ini sangat menghancurkan. Orang dengan gangguan Williams dapat berakhir dengan gangguan intelektual yang mendalam. Hanya sedikit dari mereka yang dapat belajar berhitung, menyebutkan waktu atau membaca. Namun, mereka memiliki keterampilan bahasa yang kurang lebih utuh, sangat musikal, dan luar biasa ramah serta menyenangkan; jika ada, mereka lebih emosional dari pada kita semua dan tentu saja tetap lebih ramah serta suka berteman seperti umumnya orang kebanyakan. Bermain musik dan bertemu orang-orang baru cenderung menjadi dua hal favorit untuk dilakukan. Schmahmann menemukan bahwa lesi pada otak kecil dapat mengakibatkan gejala Williams, di mana orang tiba-tiba menjadi terlalu terbuka dan bertindak sangat akrab dengan orang asing.

Beberapa tahun yang lalu saya diminta untuk mengunjungi seorang remaja laki-laki WS. Kenny yang ramah, ceria, dan menyukai musik tetapi memiliki IQ kurang dari lima puluh. Berarti bahwa pada usia empat belas tahun ia memiliki

kapasitas mental anak berusia tujuh tahun. Selain itu, seperti kebanyakan orang yang terkena sindrom Williams, ia memiliki koordinasi mata-tangan yang sangat buruk dan kesulitan mengancingkan kemejanya (ibunya harus membantunya), mengikat sepatu sendiri (ia menggunakan velcro sebagai pengganti tali), dan dia bahkan kesulitan menaiki tangga atau menyuap makanan dari piring ke mulut. Tapi dia dapat memainkan klarinet.

Ada beberapa bagian yang telah dipelajarinya dan mampu melakukan banyak gerakan rumit untuk memainkannya. Ia tidak bisa menyebutkan nama nada dan tidak bisa memberi tahu saya apa yang dilakukan pada satu bagian dari potongan lagu, seolah-olah jari-jarinya memiliki pikiran sendiri. Tiba-tiba koordinasi tangan-mata hilang! Tetapi setelah berhenti bermain, dia membutuhkan bantuan untuk membuka tas dan mengembalikan klarinet pada tempatnya.

Allan Reiss dari *Stanford University Medical School* telah menunjukkan bahwa *neocerebellum*, bagian terbaru dari otak kecil, berukuran lebih besar pada mereka yang memiliki WS. Sesuatu hal tentang gerakan ketika bisa disinkronisasikan untuk musik berbeda pada orang-orang penyandang WS dibandingkan gerakan lainnya. Ia mengatakan bahwa morfometri *cerebellar* mereka berbeda dari yang lain maka, diperkirakan bahwa otak kecil mungkin memiliki “pikiran sendiri” dan dapat memberi tahu kita tentang bagaimana otak kecil biasanya memengaruhi pemrosesan musik pada orang tanpa WS. Otak kecil adalah pusat dari emosi yang mengejutkan, ketakutan, kemarahan, ketenangan, suka berteman. Itu sekarang terlibat dalam pemrosesan pendengaran.

Masih duduk dengan saya, lama setelah piring makan siang dibersihkan,

Crick menyebutkan “masalah yang mengikat”, yaitu salah satu persoalan paling sulit dalam ilmu saraf kognitif. Kebanyakan objek memiliki sejumlah fitur berbeda yang diproses oleh subsistem saraf terpisah dalam kasus objek visual, baik warna, bentuk, gerakan, kontras, ukuran, dan sebagainya. Entah bagaimana otak harus “menyatukan” komponen-komponen persepsi yang berbeda ini menjadi satu kesatuan yang koheren. Saya menggambarkan bagaimana para ilmuwan kognitif percaya bahwa persepsi adalah proses yang konstruktif, tetapi apa yang sebenarnya dilakukan neuron untuk menyatukan semuanya?

Kami tahu ini adalah masalah dari penelitian pasien lesi atau penyakit neuropatik tertentu seperti sindrom Balint, di mana orang hanya dapat mengenali satu atau dua ciri dari suatu objek tetapi tidak dapat menyatukannya. Beberapa pasien dapat memberi tahu di mana suatu objek berada dalam penglihatan mereka tetapi bukan warna atau sebaliknya. Pasien lain dapat mendengar nada dan irama tetapi tidak melodi atau sebaliknya. Isabelle Peretz menemukan seorang pasien yang memiliki nada mutlak tetapi tuli nada! Dia bisa menyebutkan nama not dengan sempurna tetapi dia tidak bisa bernyanyi untuk menyelamatkan hidupnya.

Salah satu solusi untuk masalah yang terikat, Crick mengusulkan, penembakan neuron sinonim ke seluruh korteks. Bagian “hipotesis menakjubkan” dari buku Crick adalah bahwa kesadaran muncul dari penembakan serentak pada neuron di otak yaitu, pada kekuatan 40 Hz. Ilmuwan saraf umumnya menganggap bahwa operasi otak kecil terjadi pada tingkat “pra-sadar” karena mengoordinasikan hal-hal seperti berlari, berjalan, menggenggam, dan mencapai yang biasanya tidak di bawah kendali sadar.

Katanya, tidak ada alasan bahwa neuron serebelar tidak dapat menembak pada kekerasan 40 Hz untuk berkontribusi pada kesadaran, meskipun kami tidak memahami kesadaran pada organisme yang hanya memiliki otak kecil, seperti reptil. “Lihatlah koneksinya,” kata Crick. Crick belajar sendiri tentang neuroanatomi selama di Salk dan dia memperhatikan bahwa banyak peneliti dalam ilmu saraf kognitif tidak mengikuti prinsip dasarnya sendiri yang menganggap otak sebagai kendala untuk hipotesis; Crick memiliki sedikit kesabaran terhadap orang-orang seperti itu dan yakin bahwa kemajuan sejati hanya akan dibuat oleh orang-orang yang mempelajari dengan cermat dan detil tentang struktur serta fungsi otak. Rekan lepton itu sekarang sudah kembali, mengingatkan Crick tentang janji berikutnya. Kami semua pamit untuk pergi dan Crick menoleh ke saya untuk terakhir kalinya lalu mengulangi, “Lihatlah koneksi-koneksi.” Dan saya tidak pernah bertemu dia lagi. Ia meninggal beberapa bulan kemudian.

Koneksi antara otak kecil dan musik tidak terlalu sulit untuk dilihat. Peserta *Cold Spring Harbor* sedang berdiskusi tentang bagaimana lobus frontal yaitu pusat kognisi paling maju pada manusia terhubung langsung ke otak kecil, bagian paling primitif dari otak manusia. Koneksi berjalan di kedua arah, dengan masing-masing struktur saling memengaruhi yang lain. Daerah di korteks frontal yang sedang dipelajari Paula Tallal membantu kita membedakan secara jelas dalam suara bicara yang terhubung ke otak kecil. Penelitian Ivry pada kontrol motor menunjukkan hubungan antara *lobus frontal*, korteks oksipital (dan strip motor), dan otak kecil. Tetapi ada pemain lain dalam simfoni saraf ini yakni, sebuah struktur jauh di dalam korteks.

Dalam sebuah penelitian penting pada 1999, Anne Blood, seorang rekan posdoktoral yang bekerja dengan Robert Zatorre di *Montreal Neurological Institute*, telah menunjukkan bahwa emosi musikal secara intens digambarkan oleh subjeknya sebagai “sensasi dan mencekam” dikaitkan dengan daerah otak yang diduga terlibat dengan imbalan, motivasi, dan gairah: *ventral striatum*, amigdala, otak tengah, dan daerah korteks frontal.

Saya secara khusus tertarik pada *ventral striatum* — suatu struktur yang mencakup *nucleus accumbens* — karena *nucleus accumbens* (NAc) adalah pusat dari sistem penghargaan pada otak, memainkan peran penting dalam hal kesenangan dan kecanduan. NAc aktif ketika penjudi memenangkan taruhan atau pengguna narkoba mengonsumsi obat favorit mereka. Ia juga terlibat erat dengan transmisi opioid di otak melalui kemampuannya untuk melepaskan neurotransmitter dopamin.

Avram Goldstein menunjukkan pada 1980 bahwa kesenangan mendengarkan musik dapat dihalangi dengan memberikan obat *nalaxone* yang diyakini mengganggu dopamin dalam *nucleus accumbens*. Tetapi jenis pemindaian otak tertentu yang digunakan oleh Blood dan Zatorre, *positron emission tomography*, tidak memiliki resolusi spasial yang cukup tinggi untuk mendeteksi apakah nukleus kecil *accumbens* terlibat. Vinod Menon dan saya memiliki banyak data yang dikumpulkan dari fMRI beresolusi lebih tinggi dan kami tahu kekuatan penyelesaian untuk menentukan *nucleus accumbens* terlibat/tidak dalam mendengarkan musik. Tetapi untuk benar-benar memahami bagaimana kesenangan di otak terjadi dalam menanggapi musik, kami harus menunjukkan bahwa *nucleus accumbens* terlibat pada waktu yang tepat sesuai urutan struktur saraf yang digunakan selama mendengarkan musik.

Nucleus accumbens harus terlibat setelah aktivasi struktur di lobus frontal memproses struktur dan makna musikal. Dan untuk mengetahui bahwa itu adalah peran *nucleus accumbens* sebagai modulator dopamin maka, kita harus mencari cara untuk menunjukkan bahwa aktivasi terjadi bersamaan dengan aktivasi struktur otak lain yang terlibat dalam produksi dan transmisi. Kalau bukan dari dopamin maka kita tidak dapat berargumentasi bahwa keterlibatan inti nukleus sebenarnya lebih dari kebetulan. Akhirnya, karena begitu banyak bukti menunjuk pada otak kecil yang kita tahu juga memiliki reseptor dopamin maka, itu harus muncul dalam analisis ini juga.

Menon baru saja membaca beberapa makalah Karl Friston dan rekan-rekannya tentang teknik matematika baru, yang disebut analisis konektivitas

fungsional dan efektif, serta memungkinkan kami untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dengan mengungkapkan cara berbagai wilayah otak berinteraksi selama operasi kognitif. Analisis konektivitas baru ini akan memungkinkan untuk mendeteksi asosiasi antara daerah saraf dalam pemrosesan musik yang melalui teknik konvensional tidak dapat dijelaskan. Dengan mengukur interaksi dari satu daerah otak dengan daerah lain yang dibatasi oleh pengetahuan kita tentang koneksi anatomi di antara mereka, teknik tersebut memungkinkan untuk melakukan pemeriksaan jaringan saraf yang diinduksi oleh musik.

Ini pasti yang ingin dilihat Crick. Tugas itu tidak mudah; eksperimen pemindaian otak menghasilkan jutaan titik data; satu sesi dapat mengambil seluruh *hard drive* di komputer biasa. Menganalisis data dengan cara standar hanya untuk melihat area mana yang diaktifkan, bukan jenis analisis baru yang diusulkan karena memakan waktu berbulan-bulan. Dan tidak ada program statistik “tanpa paparan” yang akan melakukan analisis baru untuk kami. Menon menghabiskan dua bulan mengerjakan persamaan yang diperlukan untuk melakukan analisis ini dan ketika selesai, kami menganalisis kembali data orang-orang yang mendengarkan musik klasik. Kami menemukan apa yang diharapkan.

Mendengarkan musik menyebabkan wadah sekitar otak menjadi diaktifkan dalam urutan tertentu: pertama, korteks pendengaran untuk pemrosesan awal komponen suara. Kemudian daerah frontal, seperti BA44 dan BA47, yang kita miliki. Sebelumnya, diidentifikasi keterlibatan dalam pemrosesan struktur dan ekspektasi musik. Akhirnya, daerah jaringan — sistem mesolimbik yang terlibat dalam gairah, kesenangan, dan transmisi opioid serta produksi dopamin, yang

berpuncak pada aktivasi di *nucleus accumbens*. Dan ganglia otak kecil serabasal selama aktif, mungkin mendukung pemrosesan ritme dan meter.

Aspek yang menguntungkan dan menguatkan dari mendengarkan musik tampaknya, kemudian dimediasi dengan meningkatkan kadar dopamin dalam *nucleus accumbens* dan oleh kontribusi otak kecil untuk mengatur emosi melalui koneksi ke lobus frontal serta sistem limbik. Teori neuropsikologis saat ini mengaitkan suasana hati yang positif akan mempengaruhi peningkatan kadar dopamin, salah satu alasan mengapa banyak antidepresan baru bekerja pada sistem dopaminergik. Musik jelas merupakan sarana untuk meningkatkan suasana hati orang. Sekarang kami kira sudah tahu sebabnya.

Musik meniru beberapa ciri bahasa dan mengkomunikasikan beberapa emosi yang sama dengan komunikasi vokal, tetapi dengan cara yang tidak referensial serta tidak spesifik. Ini juga mengundang beberapa bagian saraf yang sama dengan bahasa tetapi jauh lebih dari bahasa, musik menyentuh struktur otak primitif yang terlibat dengan motivasi, penghargaan, dan emosi. Contoh beberapa hit pertama Cowbell pada "*Honky Tonk Women*", atau beberapa not pertama "*Sheherazade*", ketika sistem komputasi di otak menyinkronkan osilator saraf dengan denyut nadi musik dan mulai memprediksi kapan ketukan berat berikutnya akan terjadi.

Ketika musik dimulai, otak secara konstan memperbarui perkiraan kapan ketukan baru akan terjadi dan merasa puas dalam mencocokkan denyut mental dengan kenyataan, juga senang ketika musisi yang terampil melanggar harapan itu dengan cara menarik. Cara — semacam lelucon musikal yang sedang kita alami.

Musik bernapas, mempercepat, dan melambat persis seperti dunia riil, dan otak kecil kita menemukan kesenangan dalam menyesuaikan diri agar tetap sinkron.

Alur musik yang efektif melibatkan pelanggaran waktu yang halus. Sama seperti tikus memiliki respons emosional terhadap pelanggaran cabang ritme yang mengenai sarangnya, kami juga memiliki respons emosional terhadap pelanggaran waktu dalam musik yang sedang diputar. Tikus, tanpa konteks pelanggaran waktu, mengalaminya sebagai ketakutan. Kita tahu melalui budaya dan pengalaman bahwa musik tidak mengancam dan sistem kognitif kita menafsirkan pelanggaran ini sebagai sumber kesenangan dan hiburan.

Respons emosional terhadap *groove* ini terjadi melalui *nucleus cerebellum* telinga yang membentuk sirkuit limbik bukan melalui sirkuit korteks pendengaran di telinga. Respons kita terhadap *groove* sebagian besar pra atau tidak sadar, karena bergerak lebih melalui otak kecil dari pada lobus frontal. Yang luar biasa adalah bahwa semua jalur berbeda ini terintegrasi ke dalam pengalaman kita tentang suatu lagu. Kisah otak Anda tentang musik adalah orkestrasi sangat indah dari daerah otak yang melibatkan bagian otak manusia tertua dan terbaru serta daerah-daerah yang terpisah sejauh otak kecil di belakang kepala dan lobus frontal tepat di belakang mata. Ini melibatkan koreografi presisi pelepasan dan penyerapan neurokimia antara sistem prediksi logis dan sistem penghargaan emosional. Ketika kita menyukai sepotong musik, itu mengingatkan kita pada musik lain yang pernah kita dengar dan itu mengaktifkan jejak memori dari masa emosional dalam hidup kita. Otak tentang musik adalah semua hal, seperti Francis Crick mengulangi ketika kami meninggalkan ruang makan yaitu, koneksi.

7. Apa Yang Menjadikan Seseorang Itu Musisi

Membongkar Keahlian

Pada album *Songs for Swinging Lovers*, Frank Sinatra secara luar biasa mengendalikan ekspresi emosional, ritme, dan nada. Sekarang, saya bukan fanatik Sinatra. Saya hanya memiliki sekitar setengah lusin dari lebih dua ratus album yang dirilisnya dan saya termasuk tidak suka film-filmnya. Terus terang, saya menemukan sebagian besar repertoarnya benar-benar jorok dalam segala hal pasca-1980, ia sepertinya terlalu sombong. Bertahun-tahun lalu Billboard mempekerjakan saya untuk meninjau album terakhir yang dihasilkannya, duet dengan penyanyi populer seperti Bono dan Gloria Estefan. Saya memberi komentar bahwa Frank “bernyanyi dengan segala kepuasan seorang laki-laki yang baru saja melakukan pembunuhan terhadap seseorang”.

Tetapi pada *Swinging Lovers*, setiap nada dan tempo yang dinyanyikan dilakukan dengan sempurna. Maksud saya bukan “sempurna” dalam artian ketat seperti definisi teoretis; ritme dan temponya benar-benar salah, tidak seperti musik yang ditulis di atas partitur namun sempurna dalam mengekspresikan emosi bahkan melampaui deskripsi. Ungkapannya mengandung nuansa yang sangat tidak terperinci dan memerhatikan banyak detail, memang tidak terbayangkan bagaimana sulitnya untuk mengendalikan. Cobalah bernyanyi bersama dengan lagu apa saja dalam *Swinging Lovers*. Saya belum pernah menemukan orang yang dapat menyelaraskan ungkapannya, begitu bernuansa, unik dan istimewa.

Bagaimana seseorang dapat menjadi musisi ahli? Dan mengapa jutaan orang memberi pelajaran musik kepada anak-anak yang relatif sedikit agar terus bermain musik hingga dewasa? Ketika mereka mencari tahu apa yang saya lakukan untuk mencari nafkah, banyak orang mengatakan bahwa mereka suka mendengarkan musik tetapi “tidak mengikuti” pelajaran musik. Saya pikir mungkin mereka terlalu keras pada diri mereka sendiri.

Jurang antara ahli musik dan musisi sehari-hari yang berkembang begitu luas dalam budaya kita, membuat orang merasa kecil hati dan untuk beberapa alasan mengatakan bahwa musik adalah unik. Meskipun sebagian besar dari kita tidak bisa bermain bola basket seperti Shaquille O'Neal atau memasak seperti Julia Child tapi, kita masih bisa menikmati bermain di halaman belakang atau memasak makanan ketika piknik untuk teman dan keluarga. Jurang kinerja ini tampaknya bersifat kultural dan spesifik bagi masyarakat Barat kontemporer.

Dan meskipun banyak orang mengatakan bahwa mereka tidak mengikuti pelajaran musik tetapi ahli saraf kognitif menemukan bukti sebaliknya dalam penelitian di laboratorium. Bahkan pelajaran musik hanya dengan latihan kecil saja maka, seorang anak telah menciptakan sirkuit saraf pemrosesan musik yang dapat ditingkatkan secara lebih efisien dibandingkan bagi mereka yang kurang mendapat pelatihan musik. Pelajaran musik mengajarkan untuk dapat mendengarkan dengan lebih baik dan mempercepat kemampuan kita dalam melihat struktur serta bentuk musik, sehingga memudahkan untuk mengatakan musik apa yang kita sukai dan apa yang tidak disukai.

Tetapi bagaimana dengan kelompok orang-orang yang kita semua kenal

sebagai ahli musik sejati, Alfred Brendels, Sarah Changs, Wynton Marsalises, dan Tori Amoses? Bagaimana mereka memperoleh apa yang kebanyakan dari kita tidak miliki, fasilitas luar biasa untuk bermain dan tampil? Apakah mereka memiliki seperangkat kemampuan atau struktur saraf dengan jenis yang sama sekali berbeda dari kita semua (perbedaan jenis) atau apakah mereka memiliki lebih banyak hal-hal dasar yang sama dengan kita semua (perbedaan: gelar)? Dan apakah komponis serta penulis lagu memiliki serangkaian keterampilan yang berbeda secara fundamental dari seorang pemain musik?

Kajian ilmiah tentang keahlian telah menjadi topik utama dalam sains kognitif selama tiga puluh tahun terakhir dan keterampilan bermusik cenderung dipelajari dari konteks keahlian umum. Dalam hampir semua kasus, keahlian musik telah didefinisikan sebagai penguasaan pencapaian teknis terhadap suatu instrumen atau keterampilan komposisi. Almarhum Michael Howe dan kolaboratornya Jane Davidson serta John Sloboda, menyelenggarakan debat internasional ketika mereka bertanya apakah pemahaman awam tentang “bakat” dapat dipertahankan secara ilmiah. Mereka mengasumsikan dikotomi berikut: Prestasi musik tingkat tinggi didasarkan pada struktur otak bawaan (apa yang kita sebut sebagai bakat) atau mereka hanyalah hasil dari pelatihan semata.

Mereka mendefinisikan bakat sebagai sesuatu yang (1) berasal dari struktur genetik; (2) dapat diidentifikasi pada tahap awal oleh ahli dan dapat dikenali bahkan sebelum mencapai tingkat kinerja yang luar biasa; (3) dapat digunakan untuk memprediksi siapa yang cenderung unggul; dan (4) hanya minoritas dapat diidentifikasi memiliki karena jika semua orang “berbakat” maka, konsep tersebut

akan kehilangan makna. Penekanan pada identifikasi awal mensyaratkan bahwa kita mulai mempelajari pengembangan keterampilan pada anak-anak. Mereka menambahkan bahwa dalam domain seperti musik, “bakat” dapat dimanifestasikan secara berlainan pada anak yang berbeda.

Jelaslah bahwa beberapa anak memperoleh keterampilan lebih cepat dari pada yang lain: Usia mulai untuk berjalan, berbicara, dan pelatihan *toilet* sangat bervariasi dari satu anak ke anak lainnya, bahkan di dalam rumah tangga yang sama. Mungkin ada faktor genetik yang bekerja tetapi sulit untuk memisahkan faktor pendukung dengan komponen lingkungan seperti motivasi, kepribadian, dan dinamika di dalam keluarga.

Faktor serupa dapat memengaruhi perkembangan musik dan menghalangi kontribusi genetika terhadap kemampuan bermusik. Penelitian tentang otak sejauh ini, belum banyak bermanfaat dalam memilah masalah tersebut karena sulit untuk memisahkan sebab dari akibat. Gottfried Schlaug di Harvard, mengumpulkan pemindaian otak individu dengan nada absolut (AP) dan menunjukkan bahwa suatu wilayah di korteks pendengaran terdapat *planum temporale* yang lebih besar pada orang AP daripada non-AP.

Ini menunjukkan bahwa *planum* terlibat dalam AP tetapi tidak jelas apakah itu menjadi lebih besar pada orang yang akhirnya memperoleh AP atau lebih tepatnya, akuisisi AP dapat menyebabkan *planum* bertambah besar. Kisah ini lebih jelas pada area otak yang terlibat dalam gerakan motorik terampil. Penelitian terhadap pemain biola oleh Thomas Elbert menunjukkan bahwa wilayah otak yang bertanggung jawab untuk menggerakkan tangan kiri yang membutuhkan ketelitian

paling tinggi saat bermain biola, terjadi peningkatan dalam ukurannya sebagai hasil dari latihan. Kami belum tahu apakah kecenderungan untuk peningkatan tersebut terjadi pada beberapa orang dan tidak pada lainnya. Bukti terkuat untuk posisi bakat adalah bahwa hanya beberapa orang yang memperoleh keterampilan musik lebih cepat dibandingkan lainnya.

Bukti yang menentang konsep bakat atau lebih tepatnya, mendukung pandangan bahwa latihan membuat sempurna berasal dari penelitian tentang sebenarnya berapa banyak pelatihan yang diperoleh oleh para ahli atau orang-orang berprestasi. Seperti ahli matematika, catur, atau olahraga, pakar musik membutuhkan periode pengajaran dan latihan panjang untuk mendapatkan keterampilan yang diperlukan agar benar-benar unggul. Dalam beberapa penelitian ditemukan bahwa, siswa konservatori terbaik adalah yang paling banyak berlatih, kadang-kadang dua kali lipat dari mereka yang kurang baik.

Pada penelitian lainnya, siswa diam-diam dibagi menjadi dua kelompok (tidak diungkapkan kepada siswa agar tidak bias) berdasarkan evaluasi guru tentang kemampuan mereka atau persepsi bakat. Beberapa tahun kemudian, para siswa yang mencapai peringkat kinerja tertinggi adalah mereka yang paling banyak berlatih terlepas dari kelompok “bakat” mana mereka ditugaskan sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa praktik menghasilkan sebuah pencapaian, bukan hanya sesuatu yang berkorelasi dengannya. Lebih lanjut dikatakan bahwa bakat adalah label yang kita gunakan secara siklis: Ketika mengatakan bahwa seseorang itu berbakat, kita berpikir atau bermaksud bahwa mereka memiliki beberapa kecenderungan untuk unggul tetapi pada akhirnya kita hanya gunakan istilah ini

secara retrospektif setelah mereka mencapai prestasi yang signifikan.

Anders Ericsson, dari *Florida State University* dan rekan-rekannya meneliti topik keahlian musik seperti permasalahan umum dalam psikologi kognitif yang mempertanyakan bagaimana seseorang dapat menjadi ahli. Dengan kata lain ia berasumsi sejak awal bahwa, ada masalah tertentu yang terlibat untuk menjadi ahli dalam hal apa pun; bahwa kita dapat belajar tentang keahlian musik dengan meneliti para penulis ahli, pemain catur, atlet, seniman, ahli matematika, selain musisi.

Pertama, apa yang kita maksud dengan “pakar”? Secara umum yang dimaksudkan adalah seseorang yang telah memiliki tingkat pencapaian relatif tinggi dibandingkan dengan orang lain. Dengan demikian, keahlian adalah penilaian sosial; kami membuat pernyataan tentang beberapa anggota masyarakat dari populasi yang lebih besar. Selain itu, prestasi biasanya dianggap berada di tempat yang kita peduli saja. Seperti yang dikatakan Sloboda, saya mungkin ahli dalam melipat tangan atau mengucapkan nama sendiri, tetapi ini umumnya tidak dianggap seperti katakanlah, seorang ahli catur memperbaiki mobil Porsche, atau mampu mencuri perhiasan mahkota Inggris tanpa tertangkap.

Gambaran yang muncul dari kajian tersebut adalah bahwa sepuluh ribu jam latihan diperlukan untuk mencapai tingkat penguasaan yang terkait dengan menjadi ahli kelas dunia dalam hal apa pun. Dalam beberapa penelitian, komponis, pemain bola basket, penulis fiksi, pemain ski, pianis konser, pemain catur, penjahat ulung, dan apa pun yang dimiliki, angka ini muncul berulang kali. Sepuluh ribu jam setara dengan kira-kira tiga jam sehari, atau dua puluh jam seminggu dan praktik selama sepuluh tahun. Tentu saja, disini tidak membahas mengapa beberapa orang

tampaknya tidak mendapatkan apa pun ketika mereka berlatih dan mengapa beberapa orang mendapatkan lebih banyak dari sesi latihan dari pada yang lain. Tetapi belum ditemukan kasus di mana keahlian kelas dunia yang sebenarnya dicapai dalam waktu lebih singkat. Tampaknya butuh waktu lama bagi otak untuk mengasimilasi semua yang diperlukan agar dapat mencapai penguasaan secara benar.

Teori sepuluh ribu jam ini konsisten dengan apa yang diketahui tentang bagaimana otak belajar. Belajar membutuhkan asimilasi dan konsolidasi informasi dalam jaringan saraf. Semakin banyak pengalaman yang kita miliki dengan sesuatu, semakin kuat jejak memori/pembelajaran atas pengalaman itu. Meskipun orang berbeda dalam berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengkonsolidasikan informasi secara neurologis, tetapi benar bahwa peningkatan praktik mengarah ke sejumlah besar jejak saraf yang bergabung untuk menciptakan representasi memori lebih kuat. Ini benar, apakah Anda percaya beberapa teori jejak atau sejumlah varian teori dalam neuroanatomi memori bahwa, kekuatan memori terkait dengan berapa kali stimulus asli telah dialami.

Kekuatan memori juga merupakan fungsi dari seberapa besar kita peduli dengan pengalaman. Label neurokimia yang terkait dengan memori menandai pentingnya dan kecenderungan kita memberi kode sebagai hal yang membawa banyak emosi, baik positif maupun negatif. Saya memberi tahu kepada siswa, jika mereka ingin mengerjakan tes dengan baik maka, harus benar-benar peduli tentang materi saat mereka mempelajarinya. Mungkin kepedulian dapat menjelaskan beberapa perbedaan awal yang kita lihat pada seberapa cepat orang memperoleh

keterampilan baru.

Jika benar-benar menyukai musik tertentu maka, saya ingin mempraktikkannya dan karena peduli kemudian saya akan menempelkan label neurokimiawi pada masing-masing sebagai bagian dari memori yang menyebutnya penting. Bunyi potongan itu dihasilkan dari cara saya menggerakkan jari-jari, ketika memainkan alat musik tiup dengan cara dihirup maka, semua ini menjadi bagian dari jejak ingatan yang saya anggap penting.

Demikian pula, jika saya memainkan alat musik yang disukai dan suaranya menyenangkan diri sendiri maka, ada kecenderungan untuk memerhatikan perbedaan nada yang halus dan cara-cara di mana agar dapat memoderasi serta memengaruhi hasil nada dari instrumen saya. Mustahil untuk melebih-lebihkan pentingnya faktor ini; kepedulian mengarah pada perhatian dan secara bersamaan menyebabkan perubahan neurokimia yang terukur. Dopamin, neurotransmiter yang terkait dengan regulasi emosional, kewaspadaan, dan suasana hati, dilepaskan dan sistem dopaminergik akan membantu untuk pengkodean jejak memori.

Karena berbagai faktor maka, beberapa orang yang mengambil pelajaran musik kurang termotivasi untuk berlatih; latihan mereka kurang efektif karena faktor motivasi dan perhatian. Argumen sepuluh ribu jam meyakinkan karena muncul dalam berbagai penelitian di berbagai domain. Ilmuwan menyukai keteraturan dan kesederhanaan, jadi jika kita melihat angka atau formula yang muncul dalam konteks berbeda maka, kita cenderung menggunakannya sebagai penjelasan. Tetapi seperti banyak teori ilmiah lainnya, teori sepuluh-ribu-jam ini memiliki celah di dalamnya dan teori ini masih perlu terus memperhatikan berbagai

argumen dan sanggahan.

Sanggahan klasik terhadap argumen sepuluh ribu jam berbunyi seperti ini: “Baiklah, bagaimana dengan Mozart? Saya mendengar bahwa dia telah menyusun simfoni pada usia empat tahun! Dan bahkan jika dia berlatih empat puluh jam seminggu sejak dia dilahirkan, itu tidak mencapai sepuluh ribu jam.” Pertama, ada kesalahan faktual dalam hal ini: Mozart tidak mulai menyusun sampai dia berusia enam tahun dan tidak menulis simfoni pertamanya sampai berusia delapan tahun. Tetap saja, menulis simfoni pada usia delapan tahun dapat dikatakan merupakan prestasi yang tidak biasa.

Mozart di awal kehidupannya menunjukkan kedewasaan sebelum waktunya. Tapi itu tidak sama dengan menjadi seorang ahli. Banyak anak-anak menulis musik dan beberapa bahkan menulis karya berskala besar ketika mereka berusia delapan tahun. Dan Mozart mendapat pelatihan intensif dari ayahnya yang secara umum dianggap sebagai guru musik terbesar di seluruh Eropa pada saat itu. Kita tidak tahu seberapa banyak Mozart berlatih, tetapi jika dia mulai pada usia dua tahun dan bekerja tiga puluh dua jam seminggu di sana (sangat mungkin, mengingat reputasi ayahnya sebagai pendidik musik yang tegas) dia akan membuat sepuluh ribu jam pada usia delapan.

Sekalipun Mozart tidak banyak berlatih, argumen sepuluh ribu jam itu tidak mengatakan bahwa butuh sepuluh ribu jam untuk menulis simfoni. Jelas Mozart akhirnya menjadi seorang ahli, tetapi apakah penulisan simfoni pertama itu memenuhi syarat disebut sebagai seorang ahli atau apakah ia mencapai tingkat keahlian musiknya beberapa waktu kemudian?

John Hayes dari *Carnegie Mellon* menanyakan hal ini. Apakah *Symphony no. 1 Mozart* memenuhi syarat sebagai karya seorang ahli musik? Dengan kata lain, jika Mozart tidak menulis apa pun, akankah simfoni ini mengejutkan kita sebagai karya seorang jenius musik? Mungkin itu benar-benar tidak bagus dan satu-satunya alasan kita tahu tentang hal itu adalah karena anak yang menulisnya kemudian tumbuh menjadi Mozart. Kita memiliki minat historis terhadap kisah tersebut tetapi bukan yang estetis.

Hayes mempelajari program pertunjukan orkestra terkemuka dan katalog rekaman komersial dengan asumsi bahwa karya musik yang baik lebih mungkin dimainkan dan direkam dari pada karya jelek. Dia menemukan bahwa karya-karya awal Mozart tidak dimainkan atau sering direkam. Para ahli musik sebagian besar hanya menganggapnya sebagai keingin tahuan, komposisinya sama sekali tidak dianggap sebagai karya ahli yang akan menjadi panutan. Komposisi Mozart yang dianggap benar-benar hebat adalah karya yang ditulis dengan baik setelah ia menghabiskan aktivitas musik selama sepuluh ribu jam.

Seperti yang telah kita baca dari diskusi tentang memori dan kategorisasi, kebenaran terletak di antara kedua ekstrem yaitu gabungan dari dua hipotesis yang saling berhadapan dalam debat tentang pengasuhan. Untuk memahami bagaimana sintesis khusus ini terjadi dan memprediksi apa yang dihasilkannya, kita perlu melihat lebih dekat apa pendapat para ahli genetika. Para ahli genetika berusaha menemukan sekelompok gen terkait dengan sifat-sifat tertentu yang dapat diamati.

Mereka berasumsi bahwa, jika ada kontribusi genetik pada musik maka itu akan muncul dalam keluarga karena saudara dan saudari berbagi 50 persen gen

mereka satu sama lain. Tetapi dalam pendekatan ini sulit untuk memisahkan pengaruh gen dari lingkungan. Lingkungan termasuk lingkungan rahim: makanan yang dimakan ibu, apakah dia merokok atau minum dan faktor-faktor lain ikut memengaruhi jumlah nutrisi serta oksigen yang diterima janin. Bahkan kembar identik dapat mengalami lingkungan sangat berbeda satu sama lain di dalam rahim, berdasarkan jumlah ruang yang dimiliki, ruang gerak, dan posisi mereka.

Membedakan genetik dari pengaruh lingkungan pada keterampilan yang memiliki komponen tertentu untuk dipelajari seperti musik memang sulit. Musik cenderung berkembang dalam keluarga. Tetapi seorang anak dengan orang tua musisi lebih mungkin memperoleh dorongan awal untuk kecenderungan memilih musik dibandingkan dengan anak dalam rumah tangga nonmusik. Dan saudara kandung dari anak yang dibesarkan secara musikal, cenderung memperoleh tingkat dukungan yang sama.

Dengan analogi, orang tua yang berbicara bahasa Prancis cenderung membesarkan anak-anak untuk berbicara dalam bahasa Perancis dan orang tua yang tidak berbahasa Perancis tidak mungkin melakukannya. Kita dapat mengatakan bahwa bahasa Prancis “berkembang dalam keluarga”, tetapi saya belum tahu siapa yang mengklaim bahwa berbahasa Perancis adalah genetika.

Salah satu cara yang dilakukan para ilmuwan untuk menentukan dasar genetik dari sifat atau keterampilan adalah dengan mempelajari kembar identik, terutama mereka yang dibesarkan terpisah. Register anak kembar dari Minnesota, sebuah *database* yang disimpan oleh psikolog David Lykken, Thomas Bouchard, dan rekan-rekan mereka, telah meneliti kembar identik dan fraternal yang dipelihara

terpisah dan dibesarkan bersama.

Karena saudara kembar berbagi 50 persen dari materi genetik mereka dan kembar identik berbagi 100 persen, ini memungkinkan para ilmuwan untuk memisahkan pengaruh relatif dari alam versus pengasuhan. Jika memiliki komponen genetik maka, kami berharap itu akan muncul lebih sering pada setiap individu kembar identik dari pada pada mereka yang merupakan saudara kembar. Terlebih lagi, kita akan berharap kemampuan itu muncul bahkan ketika kembar identik dibesarkan di lingkungan yang benar-benar terpisah. Para ahli genetika perilaku mencari pola-pola semacam itu dan membentuk teori-teori tentang heritabilitas sifat-sifat tertentu.

Pendekatan terbaru mengamati hubungan gen menyebutkan jika suatu sifat tampaknya diwariskan maka, kita dapat mencoba mengisolasi gen terkait dengan sifat itu. (Saya tidak mengatakan “bertanggung jawab atas sifat itu”, karena interaksi antar gen sangat rumit dan kita tidak dapat mengatakan dengan pasti bahwa satu gen akan “menyebabkan” suatu sifat.) Ini fakta rumit ketika kita memiliki gen untuk sesuatu yang tidak aktif. Tidak semua gen yang kita miliki “dihidupkan” atau diekspresikan setiap saat.

Dengan menggunakan ekspresi serpihan gen, kita dapat menentukan gen mana dan yang tidak diekspresikan pada waktu tertentu. Apa artinya ini? Kira-kira dua puluh lima ribu gen kita mengendalikan sintesis protein yang digunakan tubuh dan otak untuk melakukan semua fungsi biologis. Mereka mengendalikan pertumbuhan rambut, warna rambut, penciptaan cairan pencernaan dan air liur, apakah kita akhirnya setinggi enam kaki atau lima kaki. Selama tumbuhnya

perkembangan kita di sekitar masa pubertas, sesuatu perlu memberi tahu tubuh kita untuk mulai tumbuh dan enam tahun kemudian, sesuatu harus disuruh berhenti. Ini adalah gen, membawa instruksi tentang apa yang harus dilakukan dan bagaimana melakukannya.

Dengan menggunakan ekspresi serpihan gen, saya dapat menganalisis sampel RNA dan jika tahu apa yang dicari maka, dapat diketahui apakah gen pertumbuhannya aktif serta mulai terlihat sejak saat itu. Pada titik ini, analisis ekspresi gen di otak tidak praktis karena teknik saat ini (dan dapat diperkirakan) mengharuskan kita menganalisis sepotong jaringan otak. Kebanyakan orang akan merasa proses seperti itu tidak menyenangkan.

Para ilmuwan mempelajari kembar identik yang dibesarkan terpisah telah menemukan kesamaan luar biasa. Dalam beberapa kasus, si kembar dipisahkan saat lahir dan bahkan tidak diberi tahu tentang keberadaan satu sama lain. Mereka mungkin dibesarkan dalam lingkungan yang berbeda secara geografis (Maine versus Texas, Nebraska versus New York), dalam masalah keuangan dan nilai-nilai agama atau budaya lainnya. Ketika dilacak dua puluh tahun atau lebih kemudian, didapati sejumlah kesamaan yang mencengangkan.

Seorang wanita suka pergi ke pantai dan sering melakukannya yaitu, ia menyukai air; saudara kembarnya (yang belum pernah dia temui) melakukan hal yang persis sama. Seorang pria penjual asuransi jiwa sebagai mata pencaharian, bernyanyi di paduan suara gereja dan mengenakan sabuk bir *Lone Star*; begitu pula kembarnya yang sama sekali terpisah dari tempat kelahiran kembar identik. Penelitian seperti ini menunjukkan bahwa musikalitas, religiusitas, dan kriminalitas

memiliki komponen genetik yang kuat. Bagaimana lagi Anda bisa menjelaskan peristiwa kebetulan seperti itu?

Satu penjelasan alternatif adalah statistik dan dapat dinyatakan seperti ini: “Jika kamu terlihat cukup gigih dan membuat perbandingan memadai maka, akan menemukan beberapa kebetulan yang benar-benar aneh tetapi tidak benar-benar berarti apa pun.” Sama seperti kita mengamati dua orang di jalanan secara acak yang tidak memiliki hubungan satu sama lain, selain mungkin nenek moyang mereka sama yaitu, Adam dan Hawa.

Jika kamu melihat cukup banyak ciri maka, pasti akan menemukan beberapa kesamaan yang tidak terlihat jelas. Saya tidak berbicara tentang hal-hal seperti, “Ya ampun! Anda menghirup atmosfer juga!!” tetapi hal-hal seperti “Saya mencuci rambut pada hari Selasa dan Jumat dengan menggunakan sampo herbal, pada hari Selasa menggosok hanya dengan tangan kiri dan tidak menggunakan kondisioner. Pada hari Jumat saya menggunakan sampo Australia yang memiliki kondisioner. Setelah itu, saya membaca *The New Yorker* sambil mendengarkan Puccini.” Cerita-cerita seperti ini menunjukkan bahwa ada hubungan mendasar antara orang-orang ini terlepas dari jaminan para ilmuwan bahwa gen mereka dan lingkungan benar-benar berbeda.

Tetapi kita semua berbeda satu sama lain dalam ribuan cara yang berlainan dan kita semua memiliki kebiasaan sendiri. Sekali waktu kami menemukan kejadian bersama dan terkejut. Tetapi dari sudut pandang statistik, hal itu tidak terlalu mengejutkan dibandingkan jika saya memikirkan angka antara satu hingga seratus dan kamu dapat menebaknya. Kamu mungkin tidak dapat menebaknya

pertama kali tetapi jika kami memainkan permainan cukup sering maka, sesekali dapat ditebak (tepatnya, kemungkinan satu persen).

Penjelasan alternatif kedua adalah melalui psikologi sosial di mana cara seseorang terlihat dipengaruhi oleh cara orang lain memperlakukannya (dengan “penampilan” yang dianggap genetik); secara umum, suatu organisme ditindak lanjuti oleh dunia dengan cara-cara tertentu sebagai fungsi dari penampilannya. Gagasan intuitif ini memiliki tradisi yang kaya dalam sastra, mulai dari *Cyrano de Bergerac* hingga *Shrek*: dijauhi oleh orang-orang yang jijik melihat penampilan luar mereka karena jarang memiliki kesempatan untuk menunjukkan mental dan sifat sejati mereka.

Dalam budaya kita, banyak meromantisasi kisah-kisah seperti ini dan merasakan tragedy di mana orang baik menderita karena sesuatu yang tidak ada hubungan dengan: penampilannya. Ini juga berlaku sebaliknya: orang yang berpenampilan baik cenderung menghasilkan lebih banyak uang, mendapatkan pekerjaan lebih baik dan dilaporkan bahwa mereka lebih bahagia. Bahkan terlepas dari apakah seseorang dianggap menarik atau tidak, penampilan akan memengaruhi cara kita berhubungan dengannya.

Seseorang terlahir dengan ciri wajah yang dikaitkan dengan mata besar lebih dapat dipercaya, misalnya, alis terangkat — adalah seseorang yang cenderung dipercayai oleh orang. Seseorang yang tinggi mungkin lebih dihormati dari pada orang pendek. Serangkaian pertemuan yang dialami sepanjang hidup dibentuk sampai batas tertentu oleh cara orang lain melihat kita. Maka, tidak mengherankan bahwa kembar identik mungkin pada akhirnya akan mengembangkan kepribadian,

sifat, kebiasaan, atau kebiasaan yang serupa.

Seseorang dengan alis mata yang menurun mungkin selalu terlihat marah dan orang akan memperlakukan mereka seperti itu. Seseorang yang terlihat tidak berdaya akan dimanfaatkan; seseorang yang terlihat seperti pelaku intimidasi dapat menghabiskan seumur hidup untuk ditantang dan pada akhirnya akan mengembangkan kepribadian agresif. Kami melihat prinsip ini bekerja pada aktor-aktor tertentu. Hugh Grant, Hakim Reinhold, Tom Hanks, dan Adrien Brody memiliki wajah tanpa dosa; tanpa melakukan apapun, Grant memiliki tampilan “awww, memperdaya”, wajah yang menunjukkan ia tidak memiliki akal muslihat atau dusta. Garis pemikiran ini mengatakan bahwa beberapa orang dilahirkan dengan ciri-ciri tertentu dan kepribadian mereka berkembang sebagian besar sebagai cerminan dari bagaimana penampilannya. Gen di sini memengaruhi kepribadian tetapi hanya secara tidak langsung dan sekunder.

Tidak sulit membayangkan argumen yang sama berlaku untuk musisi dan khususnya vokalis. Suara Doc Watson terdengar sangat tulus dan polos; Saya tidak tahu apakah dia seperti itu sebenarnya dan pada satu tingkat tertentu tidak masalah. Mungkin saja ia menjadi artis yang sukses karena bagaimana orang bereaksi terhadap suara yang dihasilkannya. Saya tidak berbicara tentang terlahir dengan (atau mendapatkan) suara “hebat”, seperti Ella Fitzgerald atau Placido Domingo, saya berbicara tentang ekspresif terlepas dari apakah suara itu sendiri sebenarnya merupakan instrumen yang hebat.

Kadang-kadang ketika Aimee Mann bernyanyi, saya mendengar jejak suara seorang gadis kecil, ketidak-bersalahan yang rentan menggerakkan saya karena

merasa bahwa ia menjangkau jauh ke dalam hati dan mengalami perasaan yang biasanya hanya bisa diungkapkan kepada seorang teman dekat. Apakah dia bermaksud menyampaikan ini atau benar-benar merasakan ini, saya tidak tahu ia mungkin dilahirkan dengan kualitas vokal yang membuat pendengar dapat mengalami perasaan itu, apakah ia mengalaminya atau tidak.

Pada akhirnya, esensi dari kinerja musik adalah ia mampu menyampaikan emosi. Apakah artis itu merasakannya atau dilahirkan dengan kemampuan untuk terdengar seolah-olah ia merasa itu mungkin, tidaklah penting. Saya tidak bermaksud mengatakan bahwa aktor dan musisi yang saya sebutkan tidak harus bekerja pada apa yang mereka lakukan. Saya tidak tahu ada musisi sukses tanpa kerja keras untuk mencapai hal itu; Saya juga tidak tahu siapa yang tiba-tiba sukses begitu saja. Saya kenal banyak seniman yang oleh pers disebut “sensasi semalam”, tetapi menghabiskan lima atau sepuluh tahun untuk mencapai itu!

Genetika adalah titik awal yang dapat memengaruhi kepribadian atau karier atau pilihan spesifik dibuat seseorang dalam kariernya. Tom Hanks adalah aktor hebat, tetapi ia tidak akan mendapatkan peran yang sama dengan Arnold Schwarzenegger, sebagian besar karena perbedaan dalam kemampuan genetik mereka. Schwarzenegger tidak dilahirkan dengan tubuh binaragawan; ia bekerja sangat keras dalam hal itu tetapi dia memiliki kecenderungan genetik tersebut. Demikian pula, ketika usia enam mulai memiliki kecenderungan yang lebih tertuju ke pemain basket dari pada joki. Tetapi itu tidak cukup bagi seseorang yang berusia enam atau sepuluh tahun hanya berdiri di lapangan, ia perlu belajar permainan dan berlatih selama bertahun-tahun untuk menjadi seorang ahli. Jenis tubuh, yang

sebagian besar (meskipun tidak secara eksklusif) genetik, menciptakan pula kecenderungan untuk menjadi pemain bola basket seperti halnya keterampilan pada akting, menari, dan musik.

Musisi, seperti atlet, aktor, penari, pemahat dan pelukis, menggunakan tubuh serta pikiran mereka. Peran tubuh dalam memainkan alat musik atau bernyanyi (kurang begitu, tentu saja, dalam menyusun dan mengatur) berarti bahwa kecenderungan genetik dapat berkontribusi kuat pada pilihan instrumen yang dapat dimainkan oleh musisi dengan baik dan terlepas apakah seseorang itu memilih untuk menjadi seorang musisi atau tidak.

Ketika berusia enam tahun, melihat The Beatles di *The Ed Sullivan Show* dan apa yang telah menjadi klise bagi orang-orang dari generasi saya waktu itu, kemudian memutuskan bahwa saya ingin bermain gitar. Orang tua saya, yang berasal dari sekolah jaman kuno tidak melihat gitar sebagai “instrumen serius” dan menyuruh saya memainkan piano sebagai gantinya. Tapi saya sangat ingin bermain gitar.

Saya memotong gambar gitaris klasik seperti Andrés Segovia dari majalah dan dengan santai menempelkannya di dalam kamar. Pada usia enam tahun itu masih berbicara dengan cadel saja seolah-olah telah memiliki seluruh kehidupan ini. Saya tidak menunggu sampai usia sepuluh tahun ketika di kelas empat dengan malu-malu dipanggil oleh ahli terapi wicara yang menghabiskan dua tahun melelahkan (tiga jam seminggu) mengajari saya untuk mengubah cara menyebut huruf “s”. Saya katakan bahwa The Beatles harus berbagi panggung dengan *The Ed Sullivan Show* dan para seniman yang penuh semangat seperti Beverly Hills,

Rodgers dan Hammerstein serta John Gielgud. Saya tidak berbelas kasihan.

Pada 1965, ketika saya berusia delapan tahun, gitar ada di mana-mana. Ada gejolak dengan San Francisco yang hanya lima belas mil jauhnya, saya bisa merasakan terjadinya revolusi budaya dan musik serta gitar waktu itu. Orang tua saya masih tidak antusias tentang belajar gitar mungkin karena hubungannya dengan *hippies* dan obat-obatan atau mungkin karena kegagalan saya tahun sebelumnya untuk berlatih piano dengan rajin.

Saya menunjukkan bahwa sekarang, The Beatles sudah berada di *The Ed Sullivan Show* empat kali dan orang tua saya akhirnya menyerah, setuju untuk meminta saran dari teman mereka. “Jack King pemain gitar,” kata ibuku saat makan malam pada suatu malam kepada ayahku. “Kita bisa bertanya kepadanya apakah menurutnya Danny cukup umur untuk memulai pelajaran gitar.” Jack, teman lama kuliah orang tuaku, suatu hari mampir ke rumah dalam perjalanan pulang dari kerja.

Gitarnya terdengar berbeda dari yang memikat saya di televisi dan radio; itu adalah gitar klasik, tidak dibuat untuk akor *rock and roll*. Jack adalah pria besar dengan tangan besar dan potongan rambut hitam pendek. Dia memegang gitar di lengannya seperti orang menggendong bayi. Saya bisa melihat pola rumit pada kayu di sekitar lengkungan gitarnya. Ia memainkan sesuatu untuk kami. Ia tidak membiarkan saya menyentuh gitar sebaliknya meminta saya untuk memegang tangan saya dan ia menekankan telapak tangannya ke tangan saya. Dia tidak berbicara kepada saya ataupun memandang tetapi apa yang dia katakan kepada ibu saya, terdengar jelas: “Tangannya terlalu kecil untuk gitar.”

Saya sekarang tahu tentang gitar ukuran tiga perempat dan ukuran setengah

(saya bahkan memilikinya), dan tentang Django Reinhardt, salah satu gitaris terhebat sepanjang masa yang hanya memiliki dua jari di tangan kirinya. Tetapi bagi seorang anak berusia delapan tahun, kata-kata orang dewasa bisa terasa tidak dapat dilanggar. Pada 1966, ketika saya telah mulai tumbuh dan The Beatles memengaruhi saya dengan alunan gitar “tolong”, saya memainkan klarinet dan senang, setidaknya bisa bermain musik.

Saya akhirnya membeli gitar pertama ketika berusia enam belas tahun dan mulai latihan, belajar bermain dengan cukup baik; musik *rock dan jazz* yang saya mainkan tidak membutuhkan jangkauan panjang seperti gitar klasik. Lagu pertama yang saya pelajari adalah klise bagi generasi saya yaitu *Led Stairway to Heaven* karya Led Zeppelin (hei, itu adalah tahun tujuh puluhan).

Beberapa bagian musik dimainkan oleh gitaris dengan tangan yang berbeda akan selalu sulit bagi saya, tetapi itu selalu terjadi pada setiap instrumen. Di *Hollywood Boulevard* di Hollywood, California, termasuk beberapa musisi *rock* hebat telah mencetak tangan mereka di semen. Saya terkejut ketika musim panas lalu juga meletakkan tangan di cetakan yang ditinggalkan oleh Jimmy Page (Led Zeppelin), salah satu gitaris favorit saya, ternyata tangannya tidak lebih besar dari milik saya.

Beberapa tahun yang lalu saya berjabat tangan dengan Oscar Peterson, seorang penyanyi jazz hebat. Tangannya sangat besar; tangan terbesar yang pernah saya jabat setidaknya dua kali ukuran tanganku. Ia memulai karirnya memainkan piano dengan gaya era 1920-an, di mana pianis memainkan *bass* oktaf dengan tangan kiri dan melodi pada tangan kanan. Untuk menjadi pemain yang baik, kamu

harus dapat meraih kunci yang berjauhan dengan gerakan tangan minimal dan Oscar dapat meregangkan satu hingga satu setengah oktaf dengan satu tangan! Gaya Oscar terkait dengan jenis akor yang dimainkannya yaitu, akornya tidak dapat dijangkau oleh seseorang dengan tangan yang lebih kecil. Jika Oscar Peterson terpaksa bermain biola ketika masih sebagai anak, adalah tidak mungkin dengan tangan sebesar itu; jari-jari lebarnya akan membuatnya sulit untuk memainkan *semitone* di leher biola yang relatif kecil.

Beberapa orang memiliki kecenderungan biologis terhadap instrumen tertentu, atau bernyanyi. Mungkin juga ada sekelompok gen bekerja bersama untuk menciptakan komponen keterampilan yang harus dimiliki seseorang untuk menjadi musisi sukses yaitu: koordinasi mata-tangan yang baik, kontrol otot, kontrol motor, keuletan, kesabaran, ingatan untuk jenis-jenis struktur tertentu. Struktur pola, rasa, ritme dan waktu. Untuk menjadi musisi yang baik, seseorang harus memiliki hal-hal ini. Beberapa keterampilan ini terlibat untuk menjadi sesuatu yang hebat, terutama tekad, kepercayaan diri, dan kesabaran.

Kita juga tahu bahwa, rata-rata orang-orang sukses mengalami lebih banyak kegagalan dari pada orang-orang yang tidak berhasil. Ini tampaknya berlawanan dengan intuisi. Bagaimana mungkin orang-orang sukses lebih sering gagal dari pada orang lain? Kegagalan tidak dapat dihindari dan kadang-kadang terjadi secara acak. Itu yang Anda lakukan setelah kegagalan penting. Orang-orang sukses memiliki tongkat untuk bangkit. Mereka tidak berhenti. Dari presiden FedEx hingga novelis Jerzy Kosinsky, dari van Gogh ke Bill Clinton hingga Fleetwood Mac, orang-orang sukses mengalami banyak kegagalan, tetapi mereka belajar dari

itu dan terus maju. Kualitas ini mungkin sebagian bawaan, tetapi faktor lingkungan juga harus berperan.

Saat ini, dugaan terbaik yang dimiliki para ilmuwan tentang peran gen dan lingkungan dalam perilaku kognitif yang kompleks adalah bahwa masing-masing bertanggung jawab sekitar 50 persen dari kisah kehidupan. Gen dapat mentransmisikan kecenderungan untuk bersabar, memiliki koordinasi mata yang baik atau membuat orang bersemangat. Tetapi peristiwa kehidupan tertentu dalam arti luas tidak hanya berarti pengalaman dan ingatan sadar namun makanan yang dikonsumsi serta makanan Ibu saat kita berada dalam rahim dapat memengaruhi apakah kecenderungan genetik akan terwujud atau tidak.

Trauma kehidupan awal, seperti kehilangan orang tua atau pelecehan fisik atau emosional, hanyalah sebagian kecil contoh riil dari pengaruh lingkungan yang menyebabkan kecenderungan genetik menjadi tinggi atau tertekan. Karena dalam interaksi ini, kita hanya dapat membuat prediksi tentang perilaku manusia pada tingkat populasi bukan individu. Dengan kata lain, jika kamu tahu bahwa seseorang memiliki kecenderungan genetik terhadap perilaku kriminal maka, kamu tidak dapat membuat prediksi tentang apakah ia akan berakhir di penjara dalam lima tahun ke depan. Di sisi lain, mengetahui bahwa seratus orang memiliki kecenderungan ini, kita dapat memperkirakan bahwa beberapa persen dari mereka mungkin akan berakhir di penjara; walau kita tidak tahu yang mana. Dan beberapa di antaranya tidak akan pernah mendapat masalah sama sekali.

Hal serupa berlaku untuk gen musik yang mungkin kita temukan suatu hari nanti. Yang bisa kita katakan adalah bahwa sekelompok orang dengan gen-gen itu

lebih mungkin menjadi musisi ahli tetapi kita tidak bisa tahu individu mana yang akan menjadi ahli. Namun, ini mengasumsikan bahwa kita dapat mengidentifikasi korelasi genetik dari keahlian musik dan bahwa dapat menyepakati apa yang membuat seseorang memiliki keahlian musik.

Keahlian musik harus lebih dari hanya sekedar teknik yang ketat. Mendengarkan dan menikmati musik, memori musikal, bagaimana seseorang terlibat dengan musik juga merupakan aspek dari pikiran dan kepribadian musikal. Kita mungkin harus mengambil pendekatan inklusif dalam mengidentifikasi musikalitas agar tidak mengecualikan mereka yang musikal dalam arti luas, mungkin tidak dalam arti teknis yang sempit. Banyak dari pemikir musikal terhebat tidak dianggap ahli dalam konteks teknis. Irving Berlin, salah satu komponis paling sukses di abad kedua puluh adalah seorang pemain musik yang buruk dan bahkan hampir tidak bisa memainkan piano.

Bahkan di antara musisi klasik elit, papan atas, lebih banyak menjadi musisi dari pada hanya memiliki teknik yang sangat baik. Baik Arthur Rubinstein dan Vladimir Horowitz secara luas dianggap sebagai dua pianis terhebat di abad ke-20, tetapi mereka sering membuat kesalahan, sedikit kesalahan teknis yang mengejutkan. Apakah itu memainkan not yang salah, tergesa-gesa, tidak sempurna. Tetapi seperti yang ditulis oleh seorang kritikus, “Rubinstein membuat kesalahan pada beberapa notasi tetapi saya dapat menerima interpretasi penuh semangat oleh seorang jagoan teknis berusia dua puluh dua tahun yang bisa memainkan not tetapi tidak bisa menyampaikan artinya.”

Apa yang membuat sebagian besar dari kita beralih ke musik adalah

pengalaman emosional. Kita tidak mempelajari pertunjukan dari not yang salah dan selama mereka tidak menghilangkan lamunan walau kebanyakan dari kita sama sekali tidak memperhatikannya. Begitu banyak penelitian tentang ahli musik mencapai prestasi pada tempat yang salah karena mereka lebih difasilitasi oleh jari dari pada ekspresi emosi.

Baru-baru ini saya bertanya kepada dekan dari salah satu sekolah musik top di Amerika Utara tentang paradoks ini: Pada bagian mana dalam kurikulum emosi dan ekspresivitas diajarkan? Jawabannya adalah bahwa itu tidak diajarkan. “Ada banyak hal yang harus dibahas dalam kurikulum yang disepakati,” jelasnya, “repertoar, ansambel, latihan solo, menyanyi langsung, membaca langsung, teori musik sehingga tidak ada waktu untuk mengajarkan ekspresi.”

Jadi bagaimana kita mendapatkan musisi ekspresif? “Beberapa dari mereka sudah tahu cara memengaruhi pendengar. Biasanya mereka menemukan jawabannya sendiri di sepanjang pertunjukan. “Kejutan dan kekecewaan di wajah saya pasti sudah jelas. Kadang-kadang,” tambahnya, hampir berbisik, “jika ada siswa yang luar biasa, ada waktu selama bagian akhir semester di sini untuk melatih emosi mereka. Biasanya ini untuk orang-orang yang sudah tampil sebagai solois di orkestra dan kami membantu mereka untuk mengajarkan lebih banyak ekspresi dalam pertunjukan mereka.” Jadi, di salah satu sekolah musik terbaik yang kami miliki, *raison d'etre* untuk musik diajarkan kepada beberapa orang terpilih dan kemudian hanya pada beberapa minggu terakhir dari jadwal kurikulum selama empat atau lima tahun.

Bahkan yang paling jujur dan analitik di antara kita berharap untuk dapat

digugah oleh Shakespeare dan Bach. Kita dapat mengagumi keterampilan yang telah dikuasai oleh para genius ini, sebuah fasilitas dengan bahasa atau notasi tetapi pada akhirnya fasilitas itu harus disampaikan dengan jenis komunikasi yang berbeda. Penggemar jazz, misalnya, sangat memuja pahlawan era pasca *big band*, dimulai dengan Miles Davis/John Coltrane/Bill Evans. Kami mengatakan sedikit musisi jazz yang dapat lepas dari diri mereka sendiri dan dari emosi permainan yang tidak lain dari “memperdaya dan menyesuaikan diri”, lebih berusaha untuk menyenangkan penonton melalui obsesi musik dari pada jiwa.

Jadi dengan pertanyaan ilmiah mengapa beberapa musisi lebih unggul dari yang lain ketika bicara dimensi emosional (versus teknis) musik? Ini adalah misteri besar dan tidak ada yang tahu pasti. Musisi belum tampil dengan perasaan ketika berada di dalam pemindai otak, karena kesulitan teknis. (Pemindai yang kami gunakan saat ini mengharuskan subjek untuk tetap diam, agar tidak mengaburkan citra otak; ini dapat berubah dalam lima tahun mendatang.) Wawancara dan buku harian musisi mulai dari Beethoven dan Tchaikovsky hingga Rubinstein dan Bernstein, BB King, dan Stevie Wonder menyebutkan bahwa sebagian besar dari komunikasi emosi melibatkan faktor teknis, mekanis, dan melibatkan sesuatu yang masih misterius.

Pianis Alfred Brendel mengatakan ia tidak memikirkan not ketika di atas panggung; ia hanya berpikir tentang menciptakan pengalaman. Stevie Wonder memberi tahu saya pada tahun 1996 bahwa ketika tampil, ia mencoba untuk meleburkan dirinya ke dalam kerangka pikiran dan “kerangka hati” yang sama dengan ketika dia menulis lagu; ia mencoba menangkap perasaan dan sentimen

yang sama dan itu membantunya melakukan pertunjukan. Artinya, bagaimana ia bernyanyi atau bermain secara berbeda adalah tidak ada yang tahu.

Dari sudut pandang *neuroscientific*, ini masuk akal. Seperti yang telah kita lihat, mengingat musik melibatkan pengaturan neuron yang aktif dalam persepsi sepotong musik kembali ke keadaan semula untuk mengaktifkan lagi pola konektivitas khusus dan membuat laju cetusan sedekat mungkin dengan tingkat sebenarnya. Ini berarti bahwa, perekrutan neuron di *hippocampus*, amigdala, dan lobus temporal dalam simfoni saraf diatur oleh pusat-pusat perhatian dan perencanaan di lobus depan.

Neuroanatomist Andrew Arthur Abbie pada 1934 berspekulasi mengenai hubungan antara gerakan, otak, dan musik yang baru terbukti sekarang. Ia menulis bahwa, jalur dari batang otak dan otak kecil ke lobus frontal mampu menenun semua pengalaman sensorik dan secara akurat mengoordinasikan gerakan otot menjadi “tenunan homogeni” dan ketika ini terjadi maka, hasilnya adalah “kekuatan tertinggi manusia seperti yang diungkapkan ... dalam seni”. Gagasannya tentang jalur saraf ini adalah bahwa ia didedikasikan untuk gerakan motor yang menggabungkan atau mencerminkan tujuan kreatif.

Penelitian oleh Marcelo Wanderley dari McGill dan mantan mahasiswa doktoral saya Bradley Vines (sekarang di Harvard) telah menunjukkan bahwa, pendengar nonmusik sangat peka terhadap gerakan fisik yang dilakukan musisi. Melalui menyaksikan pertunjukan musik dengan suara yang dimatikan dan memperhatikan hal-hal seperti gerakan lengan, bahu, tubuh musisi, pendengar biasa dapat mendeteksi banyak maksud ekspresif dari musisi. Tambahan suara dan

kualitas yang muncul adalah pemahaman tentang bagaimana maksud ekspresif musisi melampaui apa yang tersedia melalui suara atau gambar visual saja.

Jika musik berfungsi untuk menyampaikan perasaan melalui interaksi gerakan fisik dan suara maka, musisi membutuhkan kondisi otak untuk mencocokkan keadaan emosional yang coba diekspresikan. Meskipun penelitian belum dilakukan, saya berani bertaruh bahwa ketika B.B sedang memainkan *blues* dan merasakan blues sangat mirip dengan kinerja saraf. (Tentu saja akan ada perbedaan pada bagian kendala ilmiah yang akan mengurangi proses keterlibatan dalam menghasilkan perintah motor serta mendengarkan musik, dibandingkan hanya duduk di kursi dengan kepala di tangan dan merasa sedih.) Dan sebagai pendengar, ada banyak alasan untuk percaya bahwa sebagian dari keadaan otak kita cocok dengan musisi yang kita dengarkan. Apa yang sering kali dikatakan terkait dengan tema pada otak tentang musik adalah bahwa kita yang tidak memiliki pelatihan eksplisit dalam teori dan kinerja musik sekalipun, tetap memiliki otak musikal dan merupakan pendengar ahli.

Untuk memahami dasar *neurobehavioral* keahlian musik dan mengapa beberapa orang menjadi pemain yang lebih baik dari pada lainnya, kita perlu mempertimbangkan bahwa keterampilan musik memiliki banyak bentuk, kadang teknis (melibatkan ketangkasan) dan kadang emosional. Kemampuan untuk menarik perhatian kita ke dalam sebuah pertunjukan hingga melupakan segala hal lain juga termasuk jenis kemampuan khusus. Banyak pemain memiliki daya tarik pribadi atau karisma dan tidak harus tergantung pada kemampuan lain yang mungkin atau bahkan tidak mereka miliki.

Ketika Sting bernyanyi, kita tidak bisa melepaskan telinga darinya. Ketika Miles Davis memainkan trompet atau Eric Clapton pada gitar, kekuatan yang tidak kelihatan tampak menarik kita ke arahnya. Ini tidak harus berhubungan dengan not-not yang sedang dinyanyikan atau dimainkan karena sejumlah musisi dapat memainkan atau menyanyikan not-not itu, mungkin bahkan dengan fasilitas teknis yang lebih baik. Alih-alih, inilah yang oleh eksekutif perusahaan rekaman disebut “kualitas bintang”. Ketika kita mengatakan tentang model bahwa ia fotogenik, ini berbicara tentang bagaimana kualitas bintang memanifestasikan dirinya dalam foto. Hal yang sama berlaku untuk musisi dan bagaimana kualitas mereka muncul pada rekaman itu yang saya sebut fonogenik.

Penting juga untuk membedakan selebriti dari keterampilan. Faktor-faktor yang berkontribusi pada selebriti bisa berbeda dari, mungkin sama sekali tidak terkait dengan yang berkontribusi pada keahlian. Neil Young mengatakan kepada saya bahwa ia tidak menganggap dirinya sangat berbakat sebagai seorang musisi, melainkan ia adalah salah satu yang beruntung berhasil menjadi sukses secara komersial. Hanya sedikit orang yang bisa melewati kerumitan sebuah kesepakatan dengan label rekaman besar dan lebih sedikit lagi yang mempertahankan karier selama beberapa dekade seperti dilakukan Neil. Tetapi Neil, bersama dengan Stevie Wonder dan Eric Clapton, banyak menyumbangkan keberhasilannya bukan pada kemampuan bermusik tetapi memiliki kesempatan yang baik.

Paul Simon setuju, “Saya beruntung bisa bekerja dengan beberapa musisi paling menakjubkan di dunia,” katanya, “dan kebanyakan dari mereka adalah orang-orang yang belum pernah didengar orang.” Francis Crick mengubah

kurangnya pelatihannya menjadi aspek positif dari pekerjaan hidupnya. Tidak terikat oleh dogma ilmiah, bebas sepenuhnya sehingga ia menulis untuk membuka pikiran dan menemukan pengetahuan. Ketika seorang seniman membawa kebebasan, *tabula rasa* ini ke dalam musik, hasilnya bisa sangat mencengangkan.

Banyak musisi terhebat di jaman kita tidak memiliki pendidikan musik formal, termasuk Sinatra, Louis Armstrong, John Coltrane, Eric Clapton, Eddie Van Halen, Stevie Wonder, dan Joni Mitchell. Dan dalam musik klasik, George Gershwin, Mussorgsky, dan David Helfgott adalah di antara mereka yang tidak memiliki pendidikan formal bahkan Beethoven menganggap pendidikannya sendiri buruk seperti yang tertulis dalam buku hariannya.

Joni Mitchell telah bernyanyi dalam paduan suara di sekolah umum tetapi tidak pernah mengambil pelajaran gitar atau pelajaran musik lainnya. Musiknya memiliki kualitas unik yang banyak digambarkan sebagai *avant-garde*, *ethereal*, dan sebagai jembatan klasik, *folk*, *jazz*, dan *rock*. Joni menggunakan banyak laras alternatif; yaitu, alih-alih menyetem gitar dengan cara biasa, ia menyetem senar dengan nada yang dipilihnya sendiri. Ini tidak berarti bahwa ia memainkan notasi yang tidak hanya memiliki dua belas nada dalam tangga nada tetapi karena ia dapat dengan mudah menjangkau kombinasi nada dengan jari-jarinya yang tidak dapat dijangkau oleh gitaris lain (terlepas dari ukuran tangan mereka).

Perbedaan yang lebih penting lagi adalah cara gitar menghasilkan suara. Masing-masing dari enam senar gitar disetel ke nada tertentu. Ketika seorang gitaris menginginkan yang berbeda, tentu saja, ia menekan satu atau lebih senar ke leher gitar; ini membuat senar lebih pendek dan membuatnya bergetar lebih cepat,

menghasilkan nada yang lebih tinggi. Sebuah senar yang ditekan (“tertahan”) memiliki suara berbeda dari yang tidak, karena menekan sedikit senar oleh jari; senar yang tidak terpahat atau “terbuka” memiliki kualitas denting yang lebih jelas, dan akan terus terdengar lebih lama daripada senar yang terpahat.

Ketika dua atau lebih dari senar terbuka ini dibiarkan berbunyi maka, warna suara unik akan muncul. Dengan menala ulang, Joni mengubah konfigurasi not mana saja yang dimainkan ketika senar terbuka sehingga kita mendengar nada denting yang biasanya tidak berbunyi pada gitar dan juga dalam kombinasi yang biasa tidak terdengar. Kita dapat mendengarnya pada lagu-lagunya “Chelsea Morning” dan “Refuge of the Roads” misalnya. Tetapi ada sesuatu lebih dari itu yang digunakan banyak gitaris dengan penalaan mereka sendiri, seperti David Crosby, Ry Cooder, Leo Kottke, dan Jimmy Page.

Suatu malam, ketika saya sedang makan malam dengan Joni di Los Angeles, ia bercerita tentang pemain bas yang pernah bekerja dengannya. Dia telah bekerja sama dengan beberapa yang terbaik dari generasi kita: Jaco Pastorius, Max Bennett, Larry Klein dan merilis seluruh album bersama Charles Mingus. Joni berbicara secara meyakinkan dan bersemangat tentang alternatif penalaan selama berjam-jam seperti membandingkannya dengan warna berbeda yang digunakan van Gogh dalam lukisannya.

Sambil menunggu hidangan utama, ia bercerita tentang bagaimana Jaco Pastorius selalu berdebat dengannya, menantanginya, dan umumnya membuat kekacauan di belakang panggung sebelum mereka pentas. Misalnya, ketika *amplifier Roland Jazz Chorus* pertama diserahkan secara langsung oleh perusahaan

Roland kepada Joni untuk digunakan pada suatu pertunjukan, Jaco mengambil dan memindahkannya ke sudut panggung. “Ini punya aku,” katanya. Ketika Joni mendekatinya, ia balas menatapnya dengan tajam.

Dan itu tadi. Kami sudah menghabiskan dua puluh menit cerita tentang pemain bas. Kebetulan saya penggemar berat Jaco saat ia bermain dengan Weather Report, saya menyela dan bertanya bagaimana rasanya bermain musik bersamanya. Ia mengakui bahwa memang Jaco berbeda dari pemain bas lainnya dan satu-satunya pemain bas hingga saat itu yang dirasa sangat paham apa yang ia coba lakukan. Itu juga sebabnya mengapa ia tahan dengan perilaku agresifnya.

“Ketika saya pertama kali memulai,” katanya, “perusahaan rekaman ingin memberi saya seorang produser yang memiliki pengalaman menciptakan rekor.” Tapi [David] Crosby berkata, “Jangan biarkan, seorang produser akan menghancurkanmu. Beri tahu mereka bahwa saya akan memproduksinya untuk Anda; mereka percaya dengan saya.” Jadi pada dasarnya, Crosby mencantumkan namanya sebagai produser untuk menjaga perusahaan rekaman agar tidak menghalangi untuk membuat musik seperti yang diinginkan. “Tapi kemudian para musisi datang dan semuanya memiliki ide tentang bagaimana mereka ingin bermain. Pada catatan saya! Yang terburuk adalah para pemain bas karena mereka selalu ingin tahu apa dasar dari akor itu.” “Dasar” dari sebuah akor dalam teori musik adalah not untuk menamai sebuah akor dan di sekitarnya. Sebagai contoh, kunci “C mayor” memiliki nada C sebagai dasar dan akor “Es minor” memiliki nada Es sebagai dasarnya.

Sesederhana itu. Tetapi akor yang dimainkan Joni adalah konsekuensi dari

komposisi dan keunikan gaya bermain gitarnya bukan akor yang khas: Joni menggunakan notasi sedemikian rupa sehingga akor tidak dapat dengan mudah diberi label. “Para pemain bas ingin mengetahui dasarnya, karena itulah yang telah diajarkan kepada mereka. Tetapi saya berkata, “Mainkan saja sesuatu yang terdengar bagus jangan khawatir tentang apa dasarnya.” Dan mereka berkata, “Kita tidak bisa melakukan itu — kita harus memainkan dasarnya atau itu tidak akan terdengar benar.”

Karena Joni tidak menguasai teori musik dan tidak tahu cara membaca notasi maka, ia tidak bisa memberi tahu mereka. Ia harus memberi tahu mereka not apa yang dimainkan pada gitar, satu per satu dan mereka harus mencari tahu sendiri dengan susah payah, satu akor pada satu waktu. Tetapi di sinilah teori psiko-akustik dan musik bertabrakan dalam sebuah ledakan: Akor standar yang digunakan kebanyakan komponis adalah C mayor, Es minor, D7, dan sebagainya tidak ambigu.

Tidak ada musisi kompeten yang perlu bertanya seperti apa akor seperti itu karena sudah jelas dan hanya ada satu kemungkinan. Pandainya Joni adalah ia menciptakan akor ambigu yang dapat memiliki dua atau lebih dasar yang berbeda. Ketika bas tidak bermain bersama gitar (seperti di “*Chelsea Morning*” atau “*Sweet Bird*”), pendengar dibiarkan dalam kemungkinan estetika yang luas. Karena setiap akor dapat diinterpretasikan dalam dua atau lebih cara yang berbeda dan setiap prediksi atau harapan yang dimiliki pendengar tentang apa yang terjadi selanjutnya, kurang didasarkan pada kepastian dibandingkan dengan akor konvensional pada umumnya.

Dan ketika Joni merangkai beberapa akor yang ambigu ini maka, kerumitan harmoniknya meningkat pesat; setiap urutan akor dapat diinterpretasikan dalam lusinan cara yang berbeda, tergantung pada bagaimana didengar oleh masing-masing audiens. Karena kita menyimpan dalam memori secara segera apa yang baru saja didengar dan mengintegrasikannya dengan aliran musik baru yang masuk ke telinga serta otak kita.

Pendengar yang penuh perhatian terhadap musik Joni, bahkan bukan musisi, dapat menulis dan menulis ulang dalam pikiran mereka berbagai interpretasi musik sebagai bagian yang terungkap. Dan setiap mendengarkan yang baru maka, mereka juga membawa serangkaian konteks, harapan, dan interpretasi baru. Dalam hal ini, musik Joni sebenarnya sangat sedekat dengan seni visual impresionis seperti yang pernah saya pahami. Begitu pemain bas memainkan not, ia menghadirkan suatu interpretasi musikal tertentu sehingga menutupi ambiguitas halus yang dibangun komponis dengan begitu banyak detilnya.

Semua pemain bas yang bekerja dengan Joni sebelum Jaco, bersikeras memainkan nada dasar atau apa yang mereka anggap sebagai *root*. Kecemerlangan Jaco, kata Joni, adalah bahwa ia secara naluriah tahu untuk berkeliaran di sekitar ruang kemungkinan, memperkuat interpretasi akor yang berbeda melalui penekanan yang sama, secara halus memegang ambiguitas dalam keseimbangan yang halus dan ditanggungkan.

Jaco memungkinkan Joni memainkan gitar dalam lagu-lagunya tanpa merusak salah satu kualitas mereka yang telah disepakati. Kemudian ini, kami temukan saat makan malam, pada malam itu, mengenai salah satu rahasia mengapa

musik Joni terdengar tidak seperti lainnya yang memiliki kompleksitas harmonik. Karena dilahirkan dari dorongan yang kuat sehingga musik tidak dapat dilekatkan pada interpretasi harmonis tunggal.

Tambahan suara fonogeniknya yang meyakinkan, menjadikan kita terbenam dalam dunia pendengaran yaitu, sebuah bunyi latar lain dari yang lain. Memori musikal adalah aspek lain dari keterampilan musik. Banyak dari kita mengenal seseorang yang dapat mengingat semua jenis detail tetapi itu tidak bisa dilakukan oleh semua orang. Ini seperti teman yang mengingat setiap lelucon yang pernah didengar dalam hidupnya sementara beberapa dari kita bahkan tidak bisa menceritakan kembali lelucon yang pernah didengar pada hari yang sama. Rekan saya Richard Parncutt, seorang ahli musik terkenal dan profesor kognisi musik di Universitas Graz di Wina, biasa bermain piano di sebuah kedai minuman untuk memperoleh sekedar uang bagi sekolah pascasarjana. Setiap kali datang ke Montreal untuk mengunjungi saya, ia duduk pada piano di ruang tamu dan menemani saat saya bernyanyi. Kita bisa bermain bersama untuk waktu yang lama: lagu apa pun yang saya sebutkan, dia bisa mainkan dari memori. Dia juga tahu perbedaan versi lagu misal, ketika saya memintanya untuk memainkan “Anything Goes”, dia akan bertanya apakah saya ingin versi Sinatra, Ella Fitzgerald, atau Count Basie! Sekarang, saya mungkin dapat memutar atau menyanyikan seratus lagu dari memori. Itu khas untuk seseorang yang telah bermain di band atau orkestra dan yang telah memiliki jam terbang untuk tampil.

Namun Richard sepertinya tahu ribuan lagu, baik akor maupun liriknya. Bagaimana dia melakukannya? Mungkinkah hanya manusia fana seperti saya dapat

belajar melakukan ini juga? Ketika masih di sekolah musik, *Berklee College of Music* di Boston, saya bertemu seseorang dengan bentuk memori musikal yang luar biasa, tetapi berbeda dengan Richard. Carla bisa mengenali sepotong musik hanya dalam tiga atau empat detik dan memberi nama. Saya benar-benar tidak tahu betapa hebatnya dia dalam menyanyikan lagu-lagu dari memori, karena kami selalu mencoba membuat melodi yang rumit agar ia bingung.

Carla akhirnya bekerja di *American Society of Composers and Publishers* (ASCAP), sebuah organisasi hak komponis yang memantau daftar putar stasiun radio untuk mengumpulkan royalti bagi anggota ASCAP. Pekerja ASCAP duduk di sebuah ruangan di Manhattan sepanjang hari, mendengarkan kutipan dari program radio di seluruh negeri. Agar efisien dalam pekerjaan dan karena bekerja di tempat istimewa maka, mereka harus dapat menyebutkan nama lagu dan pemain hanya dalam tiga hingga lima detik sebelum menuliskannya di log dan pindah ke tugas yang selanjutnya.

Sebelumnya, saya menyebut Kenny, bocah lelaki dengan sindrom Williams yang memainkan klarinet. Suatu ketika, saat Kenny sedang bermain "*The Entertainer*" (lagu tema dari The Sting) karya Scott Joplin, dia mengalami kesulitan pada bagian tertentu. "Bolehkah aku mencobanya lagi?" tanyanya, dengan menyenangkan sebagai tipikal dari sindrom Williams. "Tentu saja," kataku. Namun, alih-alih mencadangkan hanya beberapa not atau beberapa detik, ia malah kembali dari awal! Saya telah melihat ini sebelumnya di studio rekaman, dengan musisi-musisi hebat dari Carlos Santana hingga Clash, kecenderungan untuk kembali jika tidak ke awal keseluruhan lagu maka, ke awal frasa. Seolah-olah

musisi sedang melakukan urutan gerakan otot yang telah dihafal dan urutannya harus dimulai dari awal.

Apa kesamaan ketiga demonstrasi memori untuk musik tersebut? Apa yang terjadi dalam otak seseorang dengan ingatan fisik yang fantastis seperti Richard dan Carla, atau “memori jari” yang dimiliki Kenny? Bagaimana mungkin operasi-operasi itu berbeda dari — atau serupa dengan — proses saraf normal pada seseorang dengan ingatan musikal biasa? Keahlian dalam domain apa pun dicirikan oleh memori superior, tetapi hanya untuk hal-hal terkait keahlian atau keterampilan.

Teman saya Richard tidak memiliki ingatan yang superior untuk segala hal dalam hidup, ia masih sering kehilangan kuncinya sama seperti orang lain. Pemain catur *grandmaster* telah menghafal ribuan konfigurasi papan dan permainan. Namun, memori mereka yang luar biasa untuk catur hanya meluas ke posisi legal dari bidak catur. Diminta untuk menghafal pengaturan acak potongan-potongan di papan tulis, mereka tidak lebih baik dari pemula; dengan kata lain, pengetahuan mereka tentang posisi bidak catur adalah skema dan tergantung pada pengetahuan tentang langkah dan posisi yang dapat dilakukan bidak.

Demikian juga, para ahli musik mengandalkan pengetahuan mereka tentang struktur musik. Musisi ahli unggul dalam mengingat urutan akor yang “legal” atau masuk akal dalam sistem harmonik yang mereka alami, tetapi tidak lebih baik dari pada lainnya dalam mempelajari urutan akor secara acak. Ketika musisi menghafal lagu maka, mereka mengandalkan struktur memori dan detail masuk ke struktur itu. Ini adalah cara yang efisien dan hemat agar otak berfungsi. Daripada menghafal setiap akor atau not maka, kami membangun kerangka di mana banyak lagu yang

berbeda dapat ditemukan, sebuah contoh mental yang dapat menampung sejumlah besar karya musik.

Ketika belajar memainkan *Sonata "Pathétique" Beethoven*, pianis dapat mempelajari delapan langkah pertama dan kemudian, delapan langkah berikutnya, Anda mengetahui bahwa tema yang sama diulang tetapi satu oktaf lebih tinggi. Musisi *rock* mana pun dapat memainkan "*One After 909*" oleh The Beatles bahkan jika dia belum pernah memainkannya sebelumnya, jika hanya diberitahu bahwa itu adalah "perkembangan standar *blues* enambelas-bar". Ungkapan itu adalah kerangka kerja di mana ribuan lagu ditemukan.

"*One After 909*" memiliki nuansa tertentu yang merupakan variasi dari kerangka kerja tersebut. Intinya adalah bahwa musisi biasanya tidak mempelajari not karya baru satu per satu ketika mereka telah mencapai tingkat pengalaman, pengetahuan, dan kecakapan tertentu. Mereka dapat membuat kerangka melalui potongan lagu yang sebelumnya telah mereka ketahui dan cukup hanya mencatat variasi dari skema standarnya saja.

Memori untuk memainkan sebuah karya musik melibatkan proses yang sangat mirip dengan mendengarkan musik seperti yang kita baca dalam Bab 4, dengan membangun skema dan harapan standar. Selain itu, musisi menggunakan potongan besar, cara mengatur informasi yang mirip dengan cara pemain catur, atlet, dan pakar lainnya ketika mereka harus menata informasi.

Potongan besar mengacu pada proses penyatuan unit-unit informasi ke dalam kelompok-kelompok dan mengelompokkan kembali kelompok secara keseluruhan dan bukan pada masing-masing bagian lagi. Kami melakukan ini

sepanjang waktu tanpa banyak kesadaran ketika harus mencatat nomor telepon jarak jauh seseorang. Jika kamu mencoba mengingat nomor telepon seseorang di New York City dan jika tahu nomor telepon NYC lainnya dan mengenalnya — maka kamu tidak harus mengingat kode area sebagai tiga angka individual yang diingat sebagai satu kesatuan: 212 misalnya.

Demikian juga, kamu mungkin tahu bahwa kode Los Angeles adalah 213, Atlanta 404, atau kode negara untuk Inggris adalah 44. Alasan mengapa *chunking* itu penting adalah karena otak kita memiliki batasan pada seberapa banyak informasi yang dapat diikuti secara aktif. Tidak ada batasan praktis bagi memori jangka panjang yang kita ketahui, tetapi ingatan yang bekerja, isi dari kesadaran kita saat ini sangat terbatas, umumnya sampai sembilan informasi.

Pengkodean nomor telepon Amerika Utara sebagai kode area (satu unit informasi) ditambah tujuh digit membantu kita menghindari batas itu. Pemain catur juga menggunakan potongan besar, mengingat konfigurasi papan dalam hal kelompok potongan diatur dalam standar dan mudah untuk menyebutkan pola. Musisi juga menggunakan pola besar demikian dalam beberapa cara.

Pertama, mereka cenderung memasukkan seluruh akor dalam memori, bukan pada akor individu; mereka lebih mengingat “C major 7” daripada nada individual C- E - G - B, dan mereka ingat aturan untuk membuat akor sehingga dapat membuat empat nada di tempat, hanya dari satu entri memori. Kedua, musisi cenderung menyandikan urutan akor bukan akor terisolasi. “Plagal irama”, “irama Aeolian”, “dua belas bar *blues* minor dengan V-I *turnaround*”, atau “perubahan ritme” adalah label steno sering digunakan musisi untuk menggambarkan urutan

panjang yang berbeda-beda. Setelah menyimpan informasi tentang arti label-label ini, musisi dapat mengingat potongan besar informasi cukup hanya dari satu entri memori.

Ketiga, kami memperoleh pengetahuan sebagai pendengar tentang norma-norma gaya dan sebagai pemain tentang bagaimana menghasilkan norma-norma ini. Musisi tahu cara mengambil lagu dan menerapkan skema pengetahuan ini lagi untuk membuat lagunya agar terdengar seperti salsa, atau *grunge*, atau disko, atau *heavy metal*; masing-masing genre dan era memiliki karakteristik gaya atau karakteristik berirama, warna nada, atau elemen harmonik yang dapat dibawa ke mana saja. Kita dapat menyandikannya dalam memori secara holistik dan kemudian mengambil fitur-fitur ini sekaligus.

Tiga bentuk *chunking* inilah yang digunakan Richard Parncutt ketika dia duduk di piano untuk memainkan ribuan lagu. Dia juga cukup tahu teori musik dan mengenal gaya serta genre yang berbeda sehingga bisa berpura-pura melewati bagian yang benar-benar tidak diketahui, seperti halnya seorang aktor bisa mengganti kata-kata yang tidak ada dalam naskah jika tiba-tiba sejenak lupa dengan alur ceritanya. Jika Richard tidak yakin dengan nada yang akan dimainkan maka, ia akan menggantinya dengan nada yang masuk akal.

Memori pengidentifikasi kemampuan sebagian besar dari kita harus mengidentifikasi potongan-potongan musik yang didengar sebelumnya. Mirip dengan memori untuk wajah, foto, bahkan selera, bau dan variabilitas individu dengan beberapa orang agar menjadi lebih baik dari yang lainnya. Hal itu juga merupakan domain spesifik pada beberapa orang seperti teman sekelas saya Carla

sangat pandai musik, sementara yang lain unggul dalam domain sensor lainnya.

Dapat dengan cepat mengambil potongan musik yang sudah dikenal dari memori merupakan satu keterampilan, tetapi juga dengan cepat dan mudah menempelkan label padanya seperti judul lagu, artis, dan tahun rekaman (yang bisa dilakukan Carla). Melibatkan jaringan kortikal terpisah yang sekarang kami yakini yaitu *planum temporale* (struktur yang terkait dengan nada absolut) dan daerah korteks prefrontal inferior yang diperlukan untuk menempelkan label verbal pada kesan sensoris. Mengapa beberapa orang lebih pandai dalam hal ini dan yang lain masih belum mengetahui, kemungkinan ini merupakan hasil dari kecenderungan bawaan atau terprogram ketika cara otak terbentuk dan ini pada gilirannya akan memiliki dasar genetik parsial.

Ketika mempelajari urutan nada dalam karya musik baru, musisi kadang-kadang harus menggunakan pendekatan *brute force* yang sebagian besar kita ambil dari pengalaman anak-anak saat mempelajari urutan suara baru seperti alfabet, *US Pledge of Allegiance*, atau Doa Bapa Kami: Kami melakukan segala yang bisa untuk menghafal informasi itu dengan mengulanginya berulang kali. Tetapi hafalan ini sangat difasilitasi oleh organisasi materi yang hierarkis.

Kata-kata tertentu pada teks atau catatan dalam karya musik (seperti yang kita lihat di Bab 4) lebih penting dari pada yang lain secara struktural dan kami menata pembelajaran di sekitar itu. Jenis hafalan lama inilah yang dilakukan musisi ketika mereka mempelajari gerakan otot untuk memainkan karya tertentu; itu adalah bagian dari alasan mengapa musisi seperti Kenny tidak dapat bermain dengan sembarang not tetapi cenderung mengawali dengan unit-unit yang

bermakna, awal dari potongan-potongan yang tersusun secara hierarkis.

Dengan demikian untuk menjadi seorang musisi ahli menggunakan banyak bentuk: ketangkasan dalam memainkan alat, komunikasi emosional, kreativitas, dan struktur mental khusus untuk mengingat musik. Untuk menjadi pendengar ahli kebanyakan dari kita ketika usia enam tahun dan melibatkan tata bahasa budaya musik kita ke dalam skema mental yang memungkinkan membentuk ekspektasi musikal, inti dari pengalaman estetika musik. Bagaimana berbagai bentuk keahlian ini diperoleh masih merupakan misteri ilmu saraf.

Konsensus yang muncul adalah bahwa keahlian musik bukan hanya satu hal tetapi melibatkan banyak komponen dan tidak semua ahli musik akan diberkahi dengan komponen-komponen yang berbeda ini. Ada beberapa seperti Irving Berlin, mungkin kekurangan apa yang kita anggap sebagai fundamental. Aspek bermusik, bisa memainkan alat musik dengan baik. Tampaknya tidak mungkin dari apa yang sekarang kita ketahui bahwa keahlian musik sepenuhnya berbeda dari keahlian di domain lain. Meskipun musik tentu saja menggunakan struktur otak dan sirkuit saraf yang tidak dimiliki aktivitas lain tetapi proses menjadi ahli musik baik komponis atau pemain membutuhkan banyak ciri kepribadian yang sama seperti menjadi ahli dalam domain lain terutama ketekunan, kesabaran, motivasi, dan kekuatan kuno sederhana.

Menjadi seorang musisi terkenal adalah masalah lain sepenuhnya dan mungkin tidak ada hubungannya dengan faktor intrinsik atau kemampuan seperti karisma, peluang, dan keberuntungan. Namun, suatu hal yang sangat penting untuk diingat: kita semua adalah pendengar musik yang ahli, mampu membuat keputusan sangat rinci tentang apa yang disukai dan tidak disukai bahkan ketika kita tidak dapat

mengartikulasikan alasan mengapa itu terjadi. Ilmu pengetahuan memang memiliki sesuatu informasi untuk mengatakan tentang mengapa kita menyukai musik dan cerita sebagai aspek lain yang sangat menarik dari interaksi antara neuron dengan not.

8. Hal Yang Saya Suka

Mengapa Kita Suka Musik yang Disenangi

Kita bangun dari tidur yang lelap dan membuka mata. Gelap, ketukan teratur yang jauh di pinggiran pendengaran masih ada. Mulai menggosok mata dengan tangan, tetapi tidak bisa melihat bentuk apapun. Waktu berlalu, tetapi berapa lama? Setengah jam? Satu jam? Kemudian kita mendengar suara yang berbeda tetapi dikenali sebagai suara amorf, bergerak dengan ketukan cepat, hentakan yang dapat dirasakan di kaki. Suara mulai dan berhenti tanpa definisi.

Secara bertahap bangun dan mati, mereka menenun bersama tanpa awal atau akhir yang jelas. Suara akrab ini menghibur, kita pernah mendengar sebelumnya. Saat mendengarkan, kita memiliki gagasan tidak jelas tentang apa yang akan terjadi selanjutnya dan itu terjadi, bahkan ketika suara-suara itu tetap terpeleceh dan kacau, seolah-olah kita mendengarkan di bawah air.

Di dalam rahim, dikelilingi oleh cairan ketuban, janin mendengar suara. Ia mendengar detak jantung ibunya, pada suatu waktu cepat dan saat lain melambat. Dan janin mendengar musik, seperti yang baru-baru ini ditemukan oleh Alexandra Lamont dari *Keele University* di Inggris. Dia menemukan bahwa, setahun setelah mereka lahir, anak-anak mengenali dan lebih suka musik yang pernah mereka alami ketika berada di dalam rahim.

Sistem pendengaran janin berfungsi penuh sekitar dua puluh minggu setelah pembuahan. Dalam percobaan Lamont, para ibu memainkan satu lagu untuk bayi mereka berulang kali selama tiga bulan terakhir kehamilan. Tentu saja, bayi-bayi

itu juga mendengar melalui saringan udara seperti cairan ketuban di dalam rahim di mana semua suara kehidupan sehari-hari ibu termasuk musik, percakapan, termasuk semua suara bising di lingkungannya.

Tetapi setiap bayi akan memilih satu potongan musik khusus untuk didengar secara teratur. Potongan-potongan yang dipilih termasuk klasik (Mozart, Vivaldi), Top 40 (Lima, Backstreet Boys), *reggae* (UB40, Ken Boothe) dan *world music* (Spirit of Nature). Setelah lahir, para ibu tidak diizinkan memainkan lagu eksperimental untuk bayi mereka. Satu tahun kemudian, Lamont memperdengarkan pada bayi musik yang mereka dengar di dalam rahim, bersama sepotong musik pilihan dengan gaya dan tempo yang sesuai. Misalnya, seorang bayi yang pernah mendengar lagu *reggae* UB40 "*Many Rivers to Cross*" lalu diperdengarkan lagi setahun kemudian, bersama dengan "*Stop Loving You*" oleh artis *reggae* Freddie McGregor. Lamont kemudian menentukan lagu mana yang lebih disukai bayi.

Bagaimana kita tahu stimuli mana yang lebih disukai bayi praverbal? Sebagian besar peneliti bayi menggunakan teknik yang dikenal dengan prosedur kepala berputar, dikembangkan oleh Robert Fantz pada 1960-an dan disempurnakan oleh John Colombo, Anne Fernald, almarhum Peter Jusczyk, serta rekan-rekan mereka. Dua pengeras suara dipasang di laboratorium dan bayi ditempatkan (biasanya di pangkuan ibunya) di antara kedua pengeras suara.

Ketika bayi melihat ke salah satu pembicara, ia mulai memperdengarkan musik atau suara lain dan saat ia melihat ke pembicara lainnya, juga diperdengarkan musik atau suara yang berbeda. Bayi itu dengan cepat merespons bahwa ia dapat mengendalikan apa yang sedang diperdengarkan melalui pandangannya; ia belajar

yaitu, bahwa kondisi eksperimen tersebut berada di bawah kendalinya.

Eksperimen memastikan bahwa mereka dapat mengimbangi (mengacak) lokasi asal stimuli yang berbeda; yaitu, separuh waktu stimulus berasal dari satu penutur dan separuhnya berasal dari yang lain. Ketika Lamont melakukan ini dengan bayi-bayi di ruang kerjanya, ia menemukan bahwa mereka cenderung melihat lebih lama pada pembicara yang memainkan musik yang pernah mereka dengar ketika berada di dalam rahim dari pada pada pembicara yang memainkan musik baru dan ini menegaskan bahwa mereka lebih senang dengan musik yang mereka sukai yaitu memiliki paparan pranatal.

Kelompok kontrol yang berusia satu tahun belum pernah mendengar musik sebelumnya tidak menunjukkan preferensi, membenarkan bahwa tidak ada hasil apa pun tentang musik itu sendiri. Lamont juga menemukan bahwa, semua hal dianggap sama yaitu, bayi muda lebih suka musik cepat dan dinamis dari pada yang lambat. Temuan ini bertentangan dengan gagasan amnesia masa kanak-kanak bahwa kita tidak dapat memiliki ingatan benar sebelum usia lima tahun. Banyak orang mengklaim memiliki ingatan sejak masa kanak-kanak sekitar usia dua dan tiga tahun, tetapi sulit untuk mengetahui apakah itu adalah ingatan yang benar dari peristiwa asli atau lebih tepatnya, ingatan seseorang yang memberi tahu kita tentang peristiwa tersebut.

Otak anak kecil masih belum berkembang, spesialisasi fungsional otak belum lengkap dan jalur saraf masih dalam proses pembuatan. Pikiran anak sedang berusaha mengasimilasi informasi sebanyak mungkin dalam waktu sesingkat mungkin; biasanya ada kesenjangan besar dalam pemahaman, kesadaran atau

ingatan untuk peristiwa apapun karena ia belum belajar bagaimana membedakan mana kejadian penting dan yang tidak atau menyandikan pengalaman secara sistematis. Dengan demikian, anak muda adalah kandidat utama untuk dimengerti bahwa tanpa disadari dapat menyandikan apapun pengalamannya, cerita yang disampaikan tentang dirinya sendiri. Tampaknya untuk musik bahkan pengalaman prenatal pun dikodekan dalam memori dan dapat diakses tanpa adanya bahasa atau kesadaran memori secara eksplisit.

Sebuah penelitian yang dilakukan salah satu media massa dan acara bincang-bincang pagi beberapa tahun lalu mengklaim bahwa mendengarkan musik Mozart selama sepuluh menit sehari dapat membuat kita lebih pintar (“Efek Mozart”). Secara khusus, mendengarkan musik, diklaim dapat meningkatkan kinerja pada tugas-tugas penalaran spasial yang diberikan segera setelah sesi mendengarkan (yang menurut beberapa jurnalis juga menyiratkan kemampuan matematika).

Hingga anggota kongres A.S. mengeluarkan resolusi, Gubernur Georgia mengalokasikan dana untuk membeli CD Mozart bagi setiap bayi Georgia yang baru lahir. Kebanyakan ilmuwan berada dalam posisi yang tidak nyaman. Meskipun kami percaya secara intuitif bahwa musik dapat meningkatkan keterampilan kognitif lainnya dan semua ingin lebih banyak dana pemerintah untuk program musik sekolah tetapi studi aktual yang mengklaim ini mengandung banyak kelemahan ilmiah. Penelitian ini mengklaim beberapa hal yang terbukti benar tetapi untuk alasan yang salah.

Secara pribadi, saya menemukan semua keriuhan tersebut dengan agak

menyinggung implikasinya di mana musik tidak perlu dipelajari dengan sendirinya, kecuali bila dapat membantu orang untuk lebih baik dalam melakukan hal-hal lain yang penting. Pikirkan betapa absurdnya pendapat ini jika kita membalikinya. Jika saya mengklaim bahwa belajar matematika membantu kemampuan musik, akankah pembuat kebijakan mulai menggelontorkan uang untuk matematika karena alasan itu? Musik seringkali merupakan anak tiri di sekolah umum, program pertama yang dipotong ketika ada masalah pendanaan dan orang lebih sering mencoba untuk membenarkannya dalam hal kemanfaatan dari pada membiarkan musik hadir sesuai imbalannya sendiri.

Masalah dengan penelitian “musik membuat Anda lebih pintar” ternyata kontrol eksperimentalnya tidak memadai dan perbedaan kecil dalam kemampuan spasial antara kedua kelompok menurut kajian Bill Thompson, Glenn Schellenberg dan lainnya, semua menyalahkan pilihan tugas kontrol. Dibandingkan duduk di kamar dan tidak melakukan apa-apa, mendengarkan musik terlihat cukup bagus. Tetapi jika subjek dalam tugas kontrol diberi stimulasi mental sekecil apapun seperti mendengarkan bacaan buku melalui kaset, membaca dan lain-lain. Tidak ada gunanya mendengarkan musik.

Masalah lain dalam penelitian ini adalah bahwa tidak ada mekanisme masuk akal yang diusulkan bagaimana mendengarkan musik dapat meningkatkan kinerja spasial? Glenn Schellenberg menunjukkan pentingnya membedakan efek musik jangka pendek dan jangka panjang. Efek Mozart mengacu pada manfaat langsung yang sesaat tetapi penelitian lain justru telah mengungkapkan efek jangka panjang dari aktivitas musik.

Mendengarkan musik dapat meningkatkan atau mengubah sirkuit saraf tertentu termasuk kepadatan koneksi dendritik di korteks pendengaran primer. Ahli saraf Harvard Gottfried Schlaug menunjukkan bahwa bagian depan *corpus callosum* yaitu, massa serat yang menghubungkan dua belahan otak secara signifikan lebih besar pada musisi daripada nonmusisi terutama bagi musisi yang mulai pelatihan mereka lebih awal. Ini memperkuat gagasan bahwa operasi musik menjadi bilateral dengan peningkatan pelatihan karena mereka mengkoordinasikan dan merekrut struktur saraf di belahan kiri dan kanan. Beberapa penelitian juga menemukan perubahan mikrostruktur di otak kecil setelah memperoleh keterampilan motorik, seperti yang diperoleh oleh musisi, termasuk peningkatan jumlah dan kepadatan sinapsis.

Schlaug menemukan bahwa musisi cenderung memiliki otak kecil yang lebih besar dibandingkan yang bukan musisi dan peningkatan konsentrasi zat abu-abu yaitu, bagian otak yang berisi tubuh sel, akson dan dendrit, juga dipahami bertanggung jawab atas pemrosesan informasi sebagai lawan dari zat putih yang bertanggung jawab atas transmisi informasi.

Apakah perubahan struktural di otak ini diterjemahkan ke kemampuan yang ditingkatkan dalam domain nonmusikal belum terbukti, tetapi mendengarkan musik dan terapi musik telah terbukti membantu orang mengatasi berbagai masalah psikologis dan fisik. Tapi, untuk itu perlu kembali ke jalur penelitian yang lebih bermanfaat tentang selera musik. Hasil Lamont penting karena mereka menunjukkan bahwa otak prenatal dan bayi baru lahir dapat menyimpan ingatan serta memanggil kembali memori dalam jangka waktu yang lama.

Secara praktis, hasilnya menunjukkan bahwa lingkungan bahkan ketika dimediasi oleh cairan ketuban dan oleh rahim dapat memengaruhi perkembangan dan preferensi anak. Jadi benih-benih preferensi musikal ditaburkan di dalam rahim, tentu pasti ada banyak cerita tentang itu atau anak-anak hanya akan tertarik pada musik yang disukai ibu mereka atau yang diputarkan di kelas Lamaze.

Apa yang bisa kita katakan adalah bahwa preferensi musikal dipengaruhi tetapi tidak ditentukan oleh apa yang kita dengar di dalam rahim. Ada juga periode akulturasi yang panjang di mana bayi mendengarkan musik dari budaya tempat ia dilahirkan. Ada laporan beberapa tahun yang lalu bahwa sebelum terbiasa dengan musik dari budaya asing, semua bayi lebih suka musik Barat dari pada musik lainnya terlepas dari budaya atau ras mereka. Temuan ini belum diperkuat tetapi ditemukan bahwa bayi memang menunjukkan preferensi lebih pada harmoni dari pada disonansi.

Menghargai disonansi muncul di kemudian hari dan orang berbeda mengenai seberapa banyak disonansi yang bisa mereka toleransi. Mungkin ada dasar saraf untuk ini. Interval konsonan dan disonan diproses melalui mekanisme terpisah di korteks pendengaran. Hasil terbaru dari respon elektrofisiologis manusia dan monyet terhadap disonansi sensorik akor yang terdengar disonan berdasarkan rasio frekuensi mereka. Bukan karena konteks musik menunjukkan bahwa neuron di korteks pendengaran primer tingkat pertama memproses kortikal untuk suara dengan menyinkronkan laju cetusan selama akor disonan tetapi tidak terjadi selama mendengar akor konsonan. Mengapa hal itu akan membuat preferensi untuk konsonan, belum jelas.

Kami tahu sedikit tentang dunia pendengaran bayi. Meskipun telinga bayi berfungsi penuh empat bulan sebelum kelahiran, otak yang berkembang membutuhkan berbulan-bulan atau bertahun-tahun untuk mencapai kapasitas pemrosesan pendengaran penuh. Bayi mengenali transposisi *pitch* dan waktu (perubahan tempo), menunjukkan mereka mampu memproses relasional, sesuatu yang bahkan komputer paling canggihpun masih belum dapat melakukannya dengan sangat baik.

Jenny Saffran dari *University of Wisconsin* dan Laurel Trainor dari *McMaster University* telah mengumpulkan bukti bahwa, bayi juga dapat memerhatikan isyarat nada absolut jika diperlukan dan menunjukkan fleksibilitas kognitif yang sebelumnya tidak diketahui. Bayi dapat menggunakan berbagai mode pemrosesan yang dimediasi oleh berbagai sirkuit saraf tergantung pada apa yang terbaik untuk membantu mereka menyelesaikan masalah yang dihadapi.

Trehub, Dowling, dan yang lainnya telah menunjukkan bahwa kontur adalah fitur musik paling menonjol untuk bayi yang dapat mendeteksi persamaan dan perbedaan kontur bahkan dalam retensi tiga puluh detik. Perlu diingat bahwa bentuk musik mengacu pada pola nada musik melalui melodi sementara urutan naik turun melodi terlepas dari intervalnya. Seseorang yang mengikuti kontur secara eksklusif hanya akan mengkodekan bahwa melodinya naik, misalnya, tetapi tidak tahu seberapa banyak atau tingginya.

Kepekaan bayi terhadap kontur musik paralel dengan sensitivitas mereka terhadap kontur linguistik yang memisahkan pertanyaan dari tanda seru, misalnya, dan yang oleh ahli bahasa disebut prosodi. Fernald dan Trehub telah

mendokumentasikan cara-cara di mana orang tua berbicara secara berbeda kepada bayi dibandingkan pada anak-anak yang lebih besar dan orang dewasa dan ini berlaku dalam seluruh budaya. Cara berbicara yang dihasilkan menggunakan tempo yang lebih lambat, rentang nada diperluas dan tingkat nada secara keseluruhan lebih tinggi.

Para ibu (dan pada tingkat yang lebih rendah, para ayah) melakukan hal ini secara alami tanpa instruksi eksplisit untuk melakukannya, menggunakan intonasi yang berlebihan oleh para peneliti disebut pidato terarah pada bayi atau bahasa ibu. Kami percaya bahwa bahasa ibu membantu menarik perhatian bayi ke suara ibu dan membantu membedakan kata-kata dalam kalimat.

Alih-alih mengatakan, seperti yang dilakukan pada orang dewasa, “Ini adalah bola,” bahasa ibu memerlukan sesuatu seperti, “Lihaaaaat?” (Dengan nada at..at..at... naik hingga akhir kalimat). “Lihat BOOOOOOOLLLLLLAAAAA?” (Dengan nada mencakup rentang yang diperpanjang dan naik lagi di akhir kata bola). Dalam ucapan seperti itu, kontur adalah sinyal bahwa ibu mengajukan pertanyaan atau membuat pernyataan dan dengan membesar-besarkan perbedaan antara kontur atas dan bawah, sang ibu meminta perhatian mereka. Akibatnya, ibu membuat prototipe untuk pertanyaan dan deklarasi serta memastikan bahwa prototipe itu mudah dibedakan.

Ketika seorang ibu memberikan omelan seru secara alami dan tanpa pelatihan eksplisit, ia cenderung membuat jenis ketiga ucapan prototipikal yang singkat dan terpotong tanpa banyak variasi nada: “Tidak!” (Diam) “Tidak! Buruk!” (Diam) “Saya bilang tidak!” Bayi tampaknya sudah terbiasa dengan kemampuan

untuk mendeteksi dan melacak kontur, terutama, selama terdengar pada interval nada tertentu.

Trehub juga menunjukkan bahwa bayi lebih mampu mengkodekan interval konsonan seperti kwar dan kwinq sempurna dari pada yang disonan, seperti *tritone*. Trehub menemukan bahwa langkah-langkah yang tidak sama dari tangga nada membuatnya lebih mudah untuk memproses interval bahkan di awal masa bayi. Ia dan rekan-rekannya memperdengarkan pada anak usia sembilan bulan tangga nada tujuh nada reguler dan dua tangga nada yang ia temukan. Untuk salah satu tangga nada yang ditemukan ini, ia membagi oktaf menjadi sebelas langkah yang sama dan kemudian memilih tujuh nada dengan membuat satu-dua pola langkah, lalu untuk yang lainnya ia membagi oktaf menjadi tujuh langkah sama.

Tugas bayi adalah mendeteksi nada yang salah. Orang dewasa tampil baik dengan tangga nada utama tetapi buruk pada yang buatan atau belum pernah mendengar tangga nadanya. Sebaliknya, bayi-bayi melakukan hal yang sama baik pada tangga nada baik yang telah disetel sama maupun tidak. Dari penelitian sebelumnya, diyakini bahwa anak berusia sembilan bulan belum memasukkan skema mental untuk tangga nada utama. Jadi, ini menunjukkan keuntungan pemrosesan umum untuk langkah-langkah yang tidak setara, sesuatu yang dimiliki tangga nada utama. Dengan kata lain, otak dan pertimbangan musik yang kita gunakan tampaknya memang berdampingan.

Bukan kebetulan bahwa kita memiliki susunan not yang lucu dan asimetris dalam tangga nada utama: lebih mudah untuk mempelajari melodi dengan susunan ini sebagai hasil dari produksi fisika suara (melalui serial nada yang kita kunjungi

sebelumnya); rangkaian nada yang kami gunakan dalam tangga nada utama sangat dekat dengan nada serial.

Di masa awal kanak-kanak, sebagian besar anak mulai bersuara secara spontan dan vokalisasi ini bisa sangat mirip bernyanyi. Bayi mengeksplorasi rentang suara mereka dan mulai mengeksplorasi produksi fonetik sebagai respons terhadap suara yang mereka peroleh dari dunia di sekitar. Semakin banyak musik yang mereka dengar maka, makin besar kemungkinan untuk memasukkan variasi nada dan ritme dalam vokalisasi spontan mereka.

Anak-anak kecil mulai menunjukkan preferensi musik sesuai budaya mereka pada usia dua tahun, sekitar waktu yang sama ketika mereka mulai mengembangkan pemrosesan ucapan khusus. Pada awalnya, anak cenderung menyukai lagu-lagu sederhana di mana sederhana berarti musik dengan tema yang jelas (berbeda dengan, katakanlah, empat bagian berlawanan) dan progresi akor yang diselesaikan dengan langsung dan mudah diprediksi.

Ketika mereka dewasa, anak-anak mulai bosan dengan musik yang mudah diprediksi dan mencari musik yang memiliki lebih banyak tantangan. Menurut Mike Posner, lobus frontal dan *cingulate anterior* struktur tepat di belakang lobus frontal yang mengarahkan perhatian, belum sepenuhnya terbentuk pada anak-anak. Ini yang menyebabkan ketidak mampuan untuk memperhatikan beberapa hal sekaligus; anak-anak menunjukkan kesulitan menghadapi satu stimuli ketika distraktor hadir. Ini menjelaskan mengapa anak di bawah usia delapan tahun atau lebih, memiliki banyak kesulitan menyanyikan “bermain putaran” seperti “*Row, Row, Row Your Boat*”.

Sistem jaringan perhatian yang menghubungkan *cingulate gyrus* (struktur yang lebih besar di posisi *anterior cingulate*) dan daerah orbitofrontal otak tidak dapat secara memadai menyaring stimuli yang tidak diinginkan atau mengganggu. Anak-anak yang belum mencapai tahap perkembangan dapat membedakan informasi pendengaran yang tidak relevan dalam menghadapi kompleksitas dunia sonik yang hebat dengan semua suara masuk sebagai rentetan sensorik.

Mereka mungkin mencoba mengikuti bagian dari lagu yang seharusnya dinyanyikan oleh kelompok mereka, hanya untuk mengalihkan dan tidak terjebak pada bagian-bagian yang bersaing dalam putaran lagunya. Posner juga menunjukkan bahwa latihan tertentu yang diadaptasi dari permainan perhatian dan konsentrasi yang digunakan oleh NASA dapat membantu mempercepat pengembangan kemampuan atensi anak.

Lintasan perkembangan anak, pertama-tama lebih suka lagu-lagu sederhana dan kemudian lebih kompleks yaitu generalisasi, tentu saja; tidak semua anak menyukai musik sejak awal dan beberapa anak mengembangkan selera musik yang tidak biasa, seringkali murni melalui kebetulan. Saya terpesona dengan *big band* dan musik *swing* ketika berusia delapan, waktu kakek memberi saya rekamannya 78 rpm dari era Perang Dunia II.

Awalnya saya tertarik dengan lagu-lagu baru, seperti "*The Syncopated Clock*", "*Apakah Anda Ingin Berayun di Atas Bintang*", "*Piknik Beruang Teddy*", dan "*Bibbidy Bobbidy Boo*" — lagu yang dibuat untuk anak-anak. Tetapi paparan yang cukup terhadap pola akor relatif eksotis dan suara-suara orkestra Frank de Vol's serta Leroy Anderson menjadi bagian dari jaringan mental saya, dan ternyata

dapat mendengarkan semua jenis jazz; jazz anak-anak membuka pintu saraf untuk menjadikan jazz secara umum enak didengar dan dimengerti.

Para peneliti menunjuk masa remaja sebagai titik balik untuk preferensi musikal. Sekitar usia sepuluh atau sebelas tahun, kebanyakan anak-anak menganggap musik sebagai minat yang nyata bahkan anak-anak yang sebelumnya tidak menunjukkan minat pada musik. Sebagai orang dewasa, musik kita cenderung nostalgia yang terasa seperti itu adalah musik “kita”, sesuai dengan musik yang didengar selama tahun-tahun ini.

Salah satu tanda pertama penyakit *Alzheimer* (penyakit yang ditandai oleh perubahan sel-sel saraf dan tingkat neurotransmitter, serta penghancuran sinapsis) pada orang dewasa yang lebih tua adalah kehilangan ingatan. Seiring perkembangan penyakit, kehilangan ingatan menjadi lebih parah. Namun banyak dari orang tua ini masih ingat bagaimana cara menyanyikan lagu-lagu yang mereka dengar ketika berusia empat belas tahun.

Kenapa empat belas? Bagian dari alasan kita mengingat lagu-lagu masa remaja adalah karena tahun-tahun itu adalah masa penemuan diri dan sebagai akibatnya secara emosional terisi; secara umum, cenderung mengingat hal-hal yang memiliki komponen emosional karena amigdala dan neurotransmitter kita bertindak bersama untuk “menandai” ingatan sebagai sesuatu yang penting. Sebagian alasan lainnya juga adalah berkaitan dengan pematangan dan pemangkasan saraf; sekitar usia empat belas kabel-kabel otak musikal kita telah mendekati tingkat penyelesaian orang dewasa.

Tampaknya tidak ada titik pembeda untuk memperoleh selera baru dalam

musik, tetapi kebanyakan orang membentuk selera mereka pada usia delapan belas atau dua puluh. Mengapa hal ini terjadi, tidak jelas, tetapi beberapa penelitian telah menemukan itu sebagai masalahnya. Sebagian alasannya mungkin karena secara umum orang cenderung kurang terbuka terhadap pengalaman baru seiring bertambahnya usia.

Selama masa remaja, kita mulai menemukan kenyataan bahwa ada dunia ide, budaya, dan orang yang berbeda. Saya bereksperimen dengan gagasan bahwa kita tidak harus membatasi perjalanan hidup, kepribadian, atau keputusan apa yang diajarkan oleh orang tua atau dengan cara apa dibesarkan. Saya juga mencari berbagai jenis musik. Dalam budaya Barat khususnya, pilihan musik memiliki konsekuensi sosial yang penting.

Saya mendengarkan musik yang didengarkan temanku. Terutama ketika usia muda dan masih dalam pencarian identitas, kita membentuk ikatan atau kelompok sosial dengan orang-orang yang disenangi atau yang kita yakini memiliki kesamaan. Sebagai cara mengeksternalisasi ikatan, kita berpakaian sama, berbagi kegiatan, dan mendengarkan musik yang sama. Kelompok kami mendengarkan jenis musik ini, orang-orang itu mendengarkan jenis musik yang sama. Ini terkait dengan gagasan evolusi musik sebagai kendaraan untuk ikatan sosial dan kohesi sosial. Musik dan preferensi musikal menjadi tanda identitas pribadi dan kelompok dan berbeda dengan lainnya.

Pada tingkat tertentu, kita dapat mengatakan bahwa karakteristik kepribadian terkait dengan atau terprediksi dari jenis musik yang disukai orang. Tetapi sebagian besar, kurang-lebih hal itu ditentukan oleh faktor kesempatan: di

mana kamu sekolah, dengan siapa bergaul, musik apa yang mereka dengarkan. Ketika saya tinggal di California Utara sebagai seorang anak, *Creedence Clearwater Revival* sangat besar, mereka berasal dari ujung jalan. Ketika saya pindah ke California Selatan, merek CCR tentang kuasi-koboi, musik *country hick* tidak cocok dengan budaya peselancar/Hollywood yang merangkul The Beach Boys dan artis pertunjukan teater seperti David Bowie.

Selain itu, otak kita sedang mengembangkan dan membentuk koneksi baru pada tingkat cetusan sepanjang masa remaja, tetapi ini melambat secara substansial setelah masa remaja dan fase pembentukan sirkuit saraf menjadi terstruktur dari pengalaman kita. Proses ini berlaku untuk musik yang kita dengar; musik baru berasimilasi dalam bingkai karya yang kita dengarkan selama periode kritis ini. Kita tahu bahwa ada periode kritis untuk memperoleh keterampilan baru, seperti bahasa. Jika seorang anak tidak belajar bahasa pada usia enam tahun atau lebih (baik bahasa pertama atau kedua), anak tidak akan pernah belajar berbicara dengan mudah yang menjadi ciri kebanyakan penutur asli suatu bahasa.

Musik dan matematika memiliki jendela yang luas tetapi bukan jendela yang tidak terbatas: Jika seorang siswa tidak memiliki pelajaran musik atau pelatihan matematika sebelum sekitar usia dua puluh, ia masih dapat mempelajari mata pelajaran ini tetapi dengan kesulitan besar dan kemungkinan ia tidak akan pernah “berbicara” matematika atau musik seperti seseorang yang mempelajarinya lebih awal. Ini karena jalur biologis untuk pertumbuhan sinaptik. Sinapsis otak diprogram untuk tumbuh selama beberapa tahun, membuat koneksi baru. Setelah itu, ada pergeseran menuju pemangkasan untuk menyingkirkan koneksi yang tidak

dibutuhkan.

Neuroplastisitas adalah kemampuan otak untuk mengatur kembali dirinya sendiri. Meskipun dalam lima tahun terakhir ada beberapa penemuan mengesankan tentang reorganisasi otak yang dulu dianggap mustahil, jumlah reorganisasi yang dapat terjadi pada kebanyakan orang dewasa jauh lebih sedikit dari pada yang dapat terjadi pada anak-anak dan remaja. Tentu saja, ada perbedaan individual. Sama seperti beberapa orang dapat menyembuhkan patah tulang atau pergantian kulit lebih cepat dibandingkan yang lain demikian juga beberapa orang dapat menjalin koneksi baru dengan lebih cepat dan mudah dari pada sebagian lainnya.

Umumnya, antara usia delapan dan empat belas tahun, pemangkasan mulai terjadi di lobus frontal, posisi pemikiran dan penalaran yang lebih tinggi, perencanaan, dan kontrol impuls. Mielinisasi mulai meningkat selama waktu ini. *Myelin* adalah zat berlemak yang melapisi akson untuk mempercepat transmisi sinaptik. (Inilah sebabnya ketika anak-anak bertambah tua, umumnya, pemecahan masalah menjadi lebih cepat dan mereka mampu memecahkan masalah yang lebih kompleks.) Mielinisasi seluruh otak umumnya selesai pada usia dua puluh. *Multiple sclerosis* adalah salah satu dari beberapa penyakit degeneratif yang dapat memengaruhi selubung *myelin* yang mengelilingi neuron.

Keseimbangan antara kesederhanaan dan kompleksitas dalam musik juga menginformasikan preferensi kita. Kajian ilmiah, suka dan tidak suka di berbagai domain estetika lukisan, puisi, tarian, dan musik telah menunjukkan bahwa ada hubungan teratur antara kompleksitas karya seni dan seberapa jauh kita menyukainya. Tentu saja, kompleksitas adalah konsep yang sepenuhnya subjektif.

Agar ide itu masuk akal, kita harus membiarkan gagasan bahwa apa yang tampaknya rumit bagi Stanley mungkin jatuh tepat di “*sweet spot*” preferensi untuk Oliver. Demikian pula, apa yang satu orang anggap hambar dan sederhana, bagi orang lain mungkin terasa sulit untuk dipahami berdasarkan perbedaan latar belakang, pengalaman, pemahaman, dan skema kognitif.

Dalam arti tertentu, skema adalah segalanya. Mereka membingkai pemahaman kita; mereka adalah sistem tempat kita menempatkan elemen dan interpretasi dari objek estetika. Skema menginformasikan model dan harapan kognitif kita. Dengan satu skema, *Fifth* dari Mahler dapat ditafsirkan dengan sempurna bahkan ketika mendengarkan untuk pertama kalinya: Ini adalah simfoni, ia mengikuti bentuk simfoni dengan empat gerakan; berisi tema utama, subtema, dan pengulangan tema; tema diwujudkan melalui instrumen orkestra, sebagai lawan dari drum gaya Afrika atau bas *fuzz*.

Mereka yang akrab dengan *Fourth* karya Mahler pasti mengenali bahwa *Fifth* dibuka dengan variasi pada tema dan bahkan nada yang sama. Mereka yang akrab dengan karya Mahler akan mengakui bahwa komponis menyertakan kutipan dari tiga lagunya sendiri. Pendengar berpendidikan musik akan menyadari bahwa sebagian besar simfoni Haydn hingga Brahms dan Bruckner biasanya dimulai dan diakhiri dengan kunci yang sama. Mahler melanggar konvensi ini dengan *Fifth*, bergerak dari Cis minor ke A minor dan akhirnya berakhir di D mayor.

Jika Anda tidak belajar untuk memegang rasa nada dasar dalam pikiran ketika simfoni berkembang atau jika tidak memiliki rasa lintasan normal simfoni, ini akan menjadi tidak berarti; tetapi bagi pendengar yang sudah berpengalaman,

gangguan terhadap konvensi ini membawa kejutan yang bermanfaat, suatu pelanggaran terhadap harapan terutama ketika perubahan-perubahan nada dasar semacam itu dilakukan dengan keterampilan tinggi agar tidak terdengar sumbang.

Karena tidak memiliki skema simfonik yang tepat atau jika pendengar memiliki skema lain mungkin dari penggemar *ragas* India, *Fifth* Mahler tidak masuk akal atau mungkin bertele-tele, satu ide musik melebur secara tidak berbentuk ke dalam yang berikutnya, tanpa batas, tanpa kehadiran permulaan atau akhir sebagai bagian dari keseluruhan yang koheren. Skema membingkai persepsi, proses kognitif kita dan pada akhirnya juga pengalaman kita.

Ketika sebuah karya musik terlalu sederhana, kita cenderung tidak menyukainya dan hampir pasti menganggapnya sepele. Tetapi ketika terlalu rumit, kita juga cenderung tidak menyukainya dan merasa musiknya tidak dapat diprediksi karena kita tidak mempedulikannya berdasarkan pada sesuatu yang kurang akrab. Musik atau bentuk seni apa pun, harus mencapai keseimbangan yang tepat antara kesederhanaan dan kompleksitas agar dapat disukai. Kesederhanaan dan kompleksitas berhubungan dengan keakraban dan familiaritas hanyalah kata lain untuk suatu skema.

Penting bagi sains adalah untuk mendefinisikan istilah kita. Apa itu “terlalu sederhana” atau “terlalu rumit”? Suatu definisi operasional adalah bahwa kita menemukan sebuah karya yang terlalu sederhana ketika kita menganggapnya sepele karena dapat diprediksi, mirip dengan sesuatu yang pernah dialami sebelumnya dan tanpa tantangan sedikit pun.

Melalui analogi, kita coba pertimbangkan permainan *tic-tac-toe*. Anak-anak

menganggapnya menarik karena memiliki banyak fitur yang berkontribusi terhadap minat pada tingkat kemampuan kognitif mereka. Ia memiliki aturan jelas yang dapat diartikulasikan dengan mudah oleh setiap anak; memiliki unsur kejutan karena pemain tidak pernah tahu pasti apa yang akan dilakukan lawan selanjutnya. Permainan ini dinamis karena dalam gerakan selanjutnya dipengaruhi oleh apa yang dilakukan lawan; ketika permainan akan berakhir, siapa yang akan menang atau apakah akan seri tidak ditentukan, namun ada batas luar sembilan langkah. Ketidakpastian itu mengarah pada ketegangan dan harapan dan ketegangan akhirnya dilepaskan ketika permainan berakhir.

Ketika anak mengembangkan kecanggihan kognitif yang meningkat, ia akhirnya belajar strategi bahwa orang kedua yang bergerak tidak bisa menang melawan pemain yang kompeten; hasil yang bisa diharapkan oleh pemain kedua adalah seri. Ketika urutan gerakan dan titik akhir permainan dapat diprediksi maka, *tic-tac-toe* kehilangan daya tariknya. Tentu saja, orang dewasa masih dapat menikmati permainan anak-anak tetapi kami melihat lebih besar kesenangan di wajah anak dan menikmati proses yang tersebar selama beberapa tahun mereka belajar untuk membuka misteri permainan saat otaknya berkembang.

Bagi banyak orang dewasa, *Rafft* dan *Barney the Dinosaur* adalah padanan dari musik *tic-tac-toe*. Ketika musik terlalu mudah ditebak, hasilnya selalu dapat dipastikan dan “perpindahan” dari satu nada ke nada berikutnya tidak mengandung unsur kejutan, kami menemukan musiknya tidak menantang dan sederhana. Saat musik diputar (terutama jika Anda terlibat dengan perhatian terfokus), otak kita berpikir ke depan tentang apa kemungkinan perbedaan not berikutnya, di mana

musiknya berjalan, seperti apa lintasannya, arah yang dituju, dan tujuan akhirnya. Komponis harus meninabobokkan kita ke dalam keyakinan dan keamanan bahkan kita harus membiarkannya untuk membawanya dalam perjalanan yang harmonis; ia harus memberi sedikit ganjaran pelengkap dari harapan bahwa kita merasakan ketentraman dan rasa akan tempat.

Katakanlah Anda membonceng Davis, dari California ke San Francisco. Anda ingin orang yang menjemput menggunakan rute normal, Highway 80. Kita mungkin akan mentoleransi beberapa jalan pintas terutama jika pengemudinya ramah, dapat dipercaya dan terbuka tentang apa yang dia lakukan. (“Aku akan memotong di sini Jalan Zamora untuk menghindari beberapa konstruksi di jalan bebas hambatan.”) Tetapi jika pengemudi membawa kita keluar melalui jalan belakang tanpa penjelasan dan mencapai titik di mana tidak lagi bisa melihat petunjuk apa pun maka, rasa aman pasti akan dilanggar.

Tentu saja, orang yang berbeda dengan tipe kepribadian berbeda akan bereaksi secara berbeda baik terhadap perjalanan, musik, maupun rute kendaraan yang tidak terduga tersebut. Beberapa akan bereaksi dengan kepanikan (“Stravinsky akan membunuhku!”) Dan beberapa bereaksi dengan rasa petualangan pada sensasi penemuan (“Coltrane melakukan sesuatu yang aneh di sini, tapi apa-apaan, itu tidak akan menyakitiku lebih lama, saya juga masih dapat menjaga diri agar harmonis dan menemukan jalan kembali ke realitas musik jika memang itu yang harus dilakukan”).

Untuk melanjutkan analogi dengan permainan, beberapa permainan memiliki seperangkat aturan yang rumit sehingga rata-rata orang tidak memiliki

kesabaran untuk mempelajarinya. Kemungkinan untuk apa yang dapat terjadi pada giliran yang diberikan terlalu banyak atau terlalu tidak terduga (untuk pemula) untuk dipikirkan. Tetapi ketidak mampuan untuk memprediksi apa yang akan terjadi selanjutnya tidak selalu merupakan pertanda bahwa sebuah permainan pada akhirnya akan menarik jika hanya ada yang bertahan lama. Sebuah permainan mungkin memiliki jalan yang benar-benar tidak dapat diprediksi, tidak peduli berapa banyak latihan yang kamu lakukan, banyak papan permainan hanya melibatkan menggulirkan dadu dan menunggu untuk melihat apa yang terjadi.

Permainan *Chutes and Ladders* dan *Candy Land* seperti ini. Anak-anak menikmati rasa kejutan, tetapi orang dewasa menganggap permainan ini membosankan karena meskipun tidak ada yang dapat memprediksi dengan tepat apa yang akan terjadi (permainan itu adalah melempar dadu secara acak), hasilnya tidak memiliki struktur apa pun dan terlebih lagi tidak ada jumlah keterampilan pemain yang dapat memengaruhi jalannya permainan.

Musik yang melibatkan terlalu banyak perubahan akor atau struktur yang tidak dikenal dapat mengarahkan banyak pendengar langsung ke jalan keluar terdekat, atau ke tombol “lewati” pada pemutar musik mereka. Beberapa permainan, seperti *Go*, *Axiom*, atau *Zendo* cukup rumit bagi pemula yang banyak orang menyerah sebelum menjadi sangat jauh: Struktur menyajikan kurva belajar yang curam dan bagi pemula tidak dapat memastikan berapa waktu yang layak untuk digunakan dalam permainan tersebut.

Banyak dari kita memiliki kesamaan dengan musik atau bentuk musik yang tidak dikenal. Orang-orang mungkin memberi tahu Anda bahwa Schonberg brilian

atau Tricky adalah Pangeran berikutnya, tetapi jika kita tidak tahu apa yang terjadi pada menit pertama dari salah satu karya mereka maka mungkin bertanya-tanya apakah imbalannya atau keuntungan yang bisa diperoleh atas upaya yang dihabiskan untuk mencoba menyelesaikannya.

Kita mengatakan pada diri sendiri bahwa jika hanya banyak mendengarkannya maka, mungkin akan mulai memahami dan menyukainya seperti teman-teman lainnya. Namun, kita ingat saat-saat lain dalam hidup ketika menginvestasikan berjam-jam waktu untuk mendengarkan karya seorang seniman dan tidak pernah sampai pada titik di mana kita akan “mendapatkannya”. Mencoba untuk menghargai musik baru bisa seperti merenungkan persahabatan baru karena itu membutuhkan waktu dan terkadang tidak ada yang dapat dilakukan untuk mempercepatnya.

Pada tingkat saraf, kita harus dapat menemukan beberapa petunjuk untuk menjalankan skema kognitif. Jika kita mendengar cukup banyak musik baru yang radikal, sebagian dari lagu itu akhirnya akan dikodekan di otak kita dan akan mengembangkan petunjuk. Jika komponis itu ahli maka, bagian dari karya yang menjadi petunjuk kita akan menjadi seperti yang diinginkan komponis; pengetahuannya tentang komposisi, persepsi manusia, dan ingatan memungkinkannya untuk menciptakan “relasi” tertentu dalam musik yang pada akhirnya akan menonjol dalam pikiran kita.

Pemrosesan struktural adalah salah satu sumber kesulitan dalam menghargai karya musik baru. Tidak memahami ketika mendengar musik bentuk simfonik, sonata, atau struktur AABA standar jaz, sama saja dengan mengemudi di

jalan raya tanpa rambu lalu lintas: Kita tidak pernah tahu berada di mana atau apakah akan tiba di tujuan (atau bahkan di tempat sementara yang bukan tujuan, tetapi tempat yang menyediakan petunjuk).

Misalnya, banyak orang yang tidak “menikmati” jazz; mereka mengatakan bahwa itu terdengar seperti improvisasi yang tidak terstruktur, gila dan tanpa bentuk, sebuah kompetisi musik untuk memeras sebanyak mungkin nada ke dalam ruang sekecil mungkin. Sebenarnya terdapat lebih dari setengah lusin subgenre secara kolektif yang disebut “jazz” mulai dari: *dixieland*, *boogie-woogie*, *big band*, *swing*, *bebop*, “*straight-ahead*,” *acid-jazz*, *fusion*, *metaphysical*, dan sebagainya. “*Straight-ahead*”, atau “jaz klasik”, seperti sering kali disebut, lebih kurang semacam bentuk jazz standar yang analog dengan sonata atau simfoni dalam musik klasik, atau seperti ciri khas lagu The Beatles, Billy Joel, atau godaan musik *rock*.

Dalam jazz klasik, musisi mulai dengan memainkan tema utama lagu; yang terkenal dari Broadway atau yang sudah menjadi hit bagi banyak orang; lagu-lagu seperti itu disebut “standar”, dan mereka termasuk “*As Time Goes By*”, “*My Funny Valentine*”, dan “*All of Me*”. Musisi ini memainkan bentuk lengkap dari lagu tersebut sekali — biasanya dua bait dan paduan suara (atau dikenal sebagai “*refrain*”), diikuti oleh bait lain. *Chorus* adalah bagian dari lagu yang berulang secara teratur; bait-bait itulah yang berubah. Kita menyebut bentuknya AABA, di mana huruf A mewakili bait dan huruf B mewakili refrein. AABA artinya kita memainkan syair-syair-syair-syair. Banyak variasi lain yang dimungkinkan, tentu saja. Beberapa lagu memiliki bagian C, yang disebut jembatan.

Istilah *chorus* digunakan tidak hanya berarti bagian kedua dari lagu tetapi

juga yang dijalankan dalam keseluruhan bentuk. Dengan kata lain, menjalankan melalui bagian AABA dari suatu lagu disebut “memainkan satu paduan suara”. Ketika memainkan jazz dan ada orang berkata, “Mainkan *chorus*-nya,” atau “Mari kita ikut *chorus*-nya”, kita semua menganggap itu merupakan bagian dari lagu tersebut. Jika, sebagai gantinya seseorang berkata, “Mari kita mainkan melalui satu *chorus*,” atau “Mari kita mainkan beberapa *chorus*,” kita tahu yang dia maksud adalah keseluruhan bentuk lagu.

“*Blue Moon*” (Frank Sinatra, Billie Holiday) adalah contoh dari lagu dengan bentuk AABA. Seorang seniman jaz dapat bermain-main dengan irama atau nuansa lagu dan dapat juga memperindah melodi. Setelah bermain melalui bentuk lagu satu kali, apa yang disebut musisi jaz sebagai “kepala”, anggota yang berbeda dari ansambel secara bergiliran berimprovisasi baru melalui progresi akor dan bentuk lagu asli. Setiap musisi bermain melalui satu atau lebih *chorus* dan kemudian musisi berikutnya mengambil alih dari awal lagi.

Selama improvisasi, beberapa musisi tetap sesuai dengan melodi asli, beberapa menambahkan jalannya harmoni, baik yang jauh maupun eksotis. Ketika semua orang memiliki kesempatan untuk berimprovisasi, *band* kembali ke awal, memainkannya secara apa adanya dan kemudian selesai. Improvisasi dapat berlangsung selama beberapa menit. Oleh karena itu tidak biasa membawakan lagu jazz hanya dalam hitungan dua atau tiga menit, biasanya dengan improvisasi bisa mencapai sepuluh hingga lima belas menit.

Ada juga urutan khas bagaimana musisi bergantian: alat musik dimainkan terlebih dahulu lalu diikuti oleh piano dan/atau gitar, kemudian oleh pemain bas.

Kadang-kadang pemain drum juga berimprovisasi dan dia biasanya akan mengikuti bas. Atau para musisi berbagi bagian dari *chorus* dan masing-masing memainkan empat atau delapan birama kemudian menyerahkan bagian solo kepada musisi lain semacam estafet musikal.

Bagi pemula, semuanya mungkin tampak kacau. Namun, hanya dengan mengetahui bahwa improvisasi yang terjadi di atas akor asli dan bentuk lagu dapat membuat perbedaan besar dalam mengarahkan orang baru ke tempat yang mau dicapai para pemain. Saya sering menyarankan pendengar baru musik jazz untuk hanya menyenandungkan lagu utama dalam pikiran mereka ketika improvisasi dimulai karena ini adalah apa yang sering dilakukan para improviser dan memperkaya pengalaman secara signifikan.

Setiap genre musik memiliki seperangkat aturan dan bentuknya sendiri. Semakin banyak kita mendengarkan, semakin banyak aturan itu menjadi contoh dalam memori. Ketidakpahaman dengan struktur dapat menyebabkan frustrasi atau kurangnya apresiasi. Mengetahui genre atau gaya maksudnya adalah untuk secara efektif memiliki kategori yang dibentuk di sekitarnya dan agar dapat mengkategorisasikan lagu baru sebagai anggota atau bukan anggota atau dalam beberapa kasus sebagai anggota “sebagian” atau “kabur” dari kategori tersebut, anggota hanya tunduk pada pengecualian tertentu.

Hubungan teratur antara kerumitan dan kesukaan disebut sebagai fungsi terbalik dari kurva-U karena secara gambar grafik akan menunjukkan hubungan kedua faktor tersebut. Bayangkan sebuah grafik di mana sumbu x adalah kompleksitas sebuah musik (untuk Anda) dan sumbu y adalah seberapa besar Anda

menyukainya. Di bagian kiri bawah grafik dekat dengan titik asal, akan ada titik untuk musik yang sangat sederhana dan reaksi Anda adalah tidak menyukainya.

Seiring meningkatnya kompleksitas musik, kesukaan kita juga meningkat. Dua variabel saling mengikuti untuk beberapa saat pada grafik — peningkatan kompleksitas menghasilkan peningkatan kesukaan, sampai melewati ambang batas personal dan beralih dari tidak menyukai bagian tersebut menjadi benar-benar mulai menyukainya.

Tetapi pada titik tertentu ketika kami meningkatkan kompleksitas, musik menjadi terlalu kompleks dan kesukaan Anda mulai berkurang. Sekarang makin banyak kerumitan dalam musik yang menyebabkan makin sedikit kesukaan, sampai kita melewati ambang yang lain dan tidak lagi menyukai musik itu sama sekali. Terlalu rumit dan kita benar-benar benci musiknya. Bentuk grafik seperti itu akan membuat U terbalik atau V terbalik.

Hipotesis kurva-U terbalik tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa satu-satunya alasan Anda suka atau tidak suka musik adalah karena kesederhanaan atau kerumitannya. Sebaliknya, ini dimaksudkan untuk menjelaskan variabel ini. Unsur-unsur musik itu sendiri dapat membentuk kendala apresiasi terhadap karya musik baru. Jelas, jika musik terlalu keras atau terlalu lembut, ini bisa bermasalah, tetapi bahkan rentang dinamika dari sepotong perbedaan antara bagian paling keras dan paling lembut juga dapat menyebabkan beberapa orang menolaknya.

Ini bisa benar terutama bagi orang-orang yang memang dengan sengaja menggunakan musik untuk menata suasana hati mereka. Seseorang yang menginginkan musik untuk menenangkan atau orang lain yang ingin musik

membuatnya bersemangat untuk berolahraga, mungkin tidak akan mau mendengar musik yang menggerakkan berbagai perasaan mulai dari sangat lembut hingga sangat keras atau secara emosional dari sedih menjadi gembira (seperti halnya *Fifth* Mahler, misalnya). Rentang dinamis serta rentang emosi terlalu lebar juga dapat menciptakan penghalang untuk pintu masuk.

Pitch juga memiliki peran dalam hal preferensi. Beberapa orang tidak tahan dengan ketukan rendah dari *hip-hop* modern dan yang lain tidak tahan dengan apa yang mereka gambarkan pada biola bernada tinggi. Bagian dari ini mungkin masalah fisiologi; secara harfiah, telinga yang berbeda dapat mentransmisikan bagian spektrum frekuensi yang berbeda dan menyebabkan beberapa suara tampak menyenangkan dan yang lain tidak. Mungkin juga ada asosiasi psikologis, baik positif maupun negatif untuk berbagai instrumen.

Ritme dan pola ritmis memengaruhi kemampuan kita untuk mengapresiasi genre atau karya musik tertentu. Banyak musisi tertarik pada musik Latin karena kerumitan ritme. Bagi orang luar, itu semua hanya terdengar “Latin”, tetapi bagi seseorang yang dapat melihat nuansa ketika ketukan tertentu relatif kuat terhadap ketukan lainnya maka, musik Latin adalah seluruh kompleksitas yang menarik: *bossa nova*, *samba*, *rhumba*, *beguine*, *mambo*, *merengue*, *tango* masing-masing adalah gaya musik yang benar-benar berbeda dan dapat diidentifikasi.

Beberapa orang benar-benar menikmati musik dan ritme Latin tanpa dapat membedakan mereka, tentu saja, tetapi yang lain menemukan ritme terlalu rumit dan tidak dapat diprediksi dan ini adalah memadamkan semangat mereka. Saya menemukan bahwa, jika mengajarkan satu atau dua ritme Latin kepada pendengar

maka mereka akan menghargainya; itu semua masalah landasan dan menggunakan skema. Untuk pendengar lain, ritme yang terlalu sederhana adalah pemecah kesepakatan dalam hal gaya musik. Keluhan khas generasi orang tua saya tentang *rock and roll*, terlepas dari betapa kerasnya bagi mereka adalah bahwa semuanya terdengar memiliki irama yang sama.

Warna suara adalah penghalang lain bagi banyak orang dan pengaruhnya hampir pasti tinggi, seperti yang saya jelaskan dalam Bab 1. Saat pertama kali mendengar John Lennon atau Donald Fagen bernyanyi, saya pikir suara-suara itu aneh sekali. Saya tidak menyukainya. Sesuatu membuat saya kembali mendengarkan meskipun mungkin itu adalah keanehan walaupun mereka akhirnya menjadi favorit saya; suara-suara yang sekarang sudah tidak asing lagi dan mendekati apa yang bisa saya sebut intim dan merasa seolah-olah suara-suara ini telah menjadi bagian dari diri saya. Dan hingga ke tingkat saraf.

Setelah mendengarkan ribuan jam dari kedua penyanyi ini dan puluhan ribu pemutaran lagu-lagu mereka, otak saya telah mengembangkan sirkuit yang dapat memilih suara mereka di antara ribuan lainnya, bahkan ketika mereka menyanyikan sesuatu yang sekalipun belum pernah saya dengar sebelumnya. Otak saya telah menyandikan setiap nuansa vokal dan warna suara, sehingga jika mendengar versi alternatif dari salah satu lagu mereka seperti yang kami lakukan pada kumpulan John Lennon versi demo dari album-albumnya. Saya dapat segera mengenali cara penyimpangan ini dari yang saya simpan di jalur saraf memori jangka panjang.

Seperti halnya jenis preferensi lainnya, preferensi musik juga dipengaruhi oleh apa yang dialami sebelumnya dan terlepas apakah hasil dari pengalaman itu

positif atau negatif. Jika kamu pernah memiliki pengalaman negatif dengan labu misalnya, itu membuat perut menjadi muak cenderung waspada dengan ekskursi labu berikutnya. Jika kita hanya memiliki sedikit, tetapi sebagian besar positif bertemu dengan brokoli mungkin kita bersedia untuk mencoba resep brokoli baru, mungkin sup brokoli, bahkan jika belum pernah memilikinya. Satu pengalaman positif berakibat pada orang lainnya.

Jenis-jenis suara, ritme dan tekstur musik yang menyenangkan pada umumnya adalah perpanjangan dari pengalaman positif sebelumnya yang kita miliki dengan musik dalam kehidupan. Ini karena mendengar lagu yang Anda sukai sangat mirip dengan pengalaman sensoris menyenangkan lainnya seperti makan coklat, *raspberry* yang baru dipetik, mencium aroma kopi di pagi hari, melihat karya seni atau wajah damai seseorang yang dicintai yang sedang tidur.

Kami menikmati pengalaman sensorik dan menemukan kenyamanan dalam familiaritas serta keamanan yang membawa keakraban. Saya bisa melihat *raspberry* matang, membaunya dan mengantisipasi rasa enakannya dan pengalaman itu aman, saya tidak akan sakit. Jika saya belum pernah melihat *loganberry* sebelumnya, yang banyak kesamaan dengan *raspberry* hingga saya bisa berkesempatan untuk memakannya dan mengantisipasi bahwa itu akan aman.

Keamanan memainkan peran bagi sebagian besar orang dalam memilih musik. Sampai batas tertentu, orang menyerah pada musik ketika mendengarkannya, membiarkan diri untuk percaya pada komponis dan musisi dengan sebagian hati dan roh; membiarkan musik membawa kita ke suatu tempat di luar diri sendiri. Banyak dari kita merasa bahwa musik yang hebat

menghubungkan kita dengan sesuatu yang lebih besar dari keberadaan kita sendiri, dengan orang lain atau kepada Tuhan.

Bahkan ketika musik tidak membawa ke tempat emosional yang transenden tetapi musik dapat mengubah suasana hati kita. Maka, kita mungkin enggan untuk mengecewakan kewaspadaan, menunjukkan pertahanan emosi bagi sembarang orang. Kami akan melakukannya jika musisi dan komponis membuat kita merasa aman. Kami ingin tahu bahwa kerentanan kita tidak akan dieksploitasi. Ini adalah bagian dari alasan mengapa begitu banyak orang tidak dapat mendengarkan Wagner. Karena anti-Semitismenya yang jahat, vulgaritas pikirannya (seperti yang dijelaskan Oliver Sacks), dan hubungannya dengan rezim Nazi, bahkan beberapa orang tidak merasa aman mendengarkan musiknya.

Wagner selalu mengganggu saya secara mendalam dan bukan hanya musiknya, tetapi juga gagasan mendengarkannya. Saya merasa malas untuk memberikan rayuan musik yang diciptakan oleh pikiran-pikiran terganggu dan hati berbahaya (atau sangat sulit ditembus), karena takut bahwa saya mungkin mengembangkan beberapa pikiran buruk yang sama.

Ketika mendengarkan musik seorang komponis hebat, saya merasa bahwa dalam beberapa hal menjadi satu dengan dia atau membiarkan bagian dari dirinya di dalam diri saya. Saya juga menemukan hal ini mengganggu dengan musik populer karena pasti beberapa distributor pop biasanya kasar, seksis, rasis, atau ketiganya. Perasaan rentan dan menyerah ini lebih lazim pada musik *rock* dan populer dalam empat puluh tahun terakhir. Ini menyumbang penggemar yang mengelilingi musisi populer seperti Grateful Dead, Dave Matthews Band, Phish,

Neil Young, Joni Mitchell, The Beatles, R.E.M., Ani DiFranco.

Kita membiarkan mereka mengendalikan emosi dan bahkan politik untuk mengangkat, menjatuhkan, menghibur, dan menginspirasi kita. Kita membiarkan mereka masuk ke ruang keluarga dan kamar tidur ketika tidak ada orang lain di sekitar. Membiarkan mereka masuk ke telinga secara langsung melalui *headset* ketika sedang tidak berkomunikasi dengan siapa pun. Tidak biasa membiarkan diri peka dengan orang asing.

Sebagian besar dari kita memiliki semacam perlindungan untuk mencegah masuknya setiap pikiran dan perasaan yang muncul di benak. Ketika seseorang bertanya kepada kita, “Bagaimana kabarmu?” Kita akan menjawab, “Baik,” bahkan jika merasa tertekan tentang masalah yang baru saja kita temui di rumah, atau menderita penyakit fisik ringan. Kakek saya sering mengatakan bahwa definisi membosankan adalah seseorang yang ketika kamu bertanya kepadanya “Bagaimana kabarmu?” ia akan menjawab dengan kondisi sebenarnya. Bahkan dengan teman dekat, ada beberapa hal yang kita sembunyikan, masalah pencernaan dan usus misalnya atau perasaan ragu-ragu.

Salah satu alasan mengapa kita ingin memposisikan diri rentan terhadap musisi favorit adalah bahwa mereka sering membuat diri kita rentan (atau menyampaikan kerentanan melalui karya seni mereka, perbedaan antara apakah mereka benar-benar rentan atau hanya mewakili secara artistik tidak penting). Kekuatan seni adalah ia dapat menghubungkan kita satu sama lain dengan kebenaran yang lebih besar tentang apa artinya hidup dan apa artinya menjadi manusia. Saat Neil Young bernyanyi,

Orang tua lihatlah hidupku, aku sangat mirip denganmu
 Hidup sendirian di surga membuat saya berpikir dua kali.

Kami dapat merasakan maksud penulis lagu itu. Saya mungkin tidak hidup di surga tetapi bisa berempati dengan orang yang mungkin memiliki beberapa kesuksesan materi tetapi tidak ada orang yang dibaginya atau seorang pria yang merasa telah “memperoleh harta dunia tetapi kehilangan jiwanya”, seperti yang pernah dinyanyikan George Harrison, ketika mengutip teks dari Injil Markus dan Mahatma Gandhi.

Atau ketika Bruce Springsteen menyanyikan “*Back in Your Arms*” tentang kehilangan cinta, kita beresonansi dengan tema yang sama oleh seorang penyair dengan kepribadian “orang biasa” yang mirip dengan Neil Young. Dan ketika kita mempertimbangkan berapa banyak yang dimiliki Springsteen — pemujaan jutaan orang di seluruh dunia dan jutaan dolar — menjadi semakin tragis karena dia tidak dapat memiliki satupun wanita yang diinginkannya.

Kami mendengar kerentanan di tempat-tempat yang tidak mungkin dan itu membawa kita lebih dekat dengan artis. David Byrne (dari *Talking Heads*) umumnya dikenal karena liriknya yang kasar dan artistik dengan sentuhan otak. Dalam penampilan solonya “*Lilies of the Valley*”, ia menyanyikan tentang kesendirian dan ketakutan. Apresiasi kami untuk lirik ini makin meningkat dengan mengetahui sesuatu tentang artis atau setidaknya persona artis sebagai intelektual eksentrik yang jarang mengungkapkan sesuatu secara apap adanya dan transparan seperti rasa takut. Koneksi ke artis atau apa yang diperjuangkan artis dengan demikian dapat menjadi bagian dari preferensi musik kita juga.

Johnny Cash menumbuhkan citra penjahat dan juga menunjukkan belas kasihnya kepada narapidana dengan melakukan banyak konser di penjara. Para tahanan mungkin menyukai musik Johnny Cash atau belajar menyukainya karena apa yang diperjuangkan sang artis terlepas dari pertimbangan musikal. Tetapi penggemar hanya akan terbawa sejauh itu untuk mengikuti pahlawan mereka, seperti yang dipelajari Dylan di *Newport Folk Festival*.

Johnny Cash dapat bernyanyi tentang keinginan untuk meninggalkan penjara tanpa mengasingkan pendengarnya tetapi jika dia mengatakan bahwa ia suka mengunjungi penjara karena itu membantu untuk menghargai kebebasannya sendiri. Maka, ia pasti akan melewati batas dari belas kasihan ke kesenangan dan pendengar narapidana akan secara diam-diam berbalik padanya.

Preferensi dimulai dengan paparan dari masing-masing berdasarkan hasil dari “petualangan” kita sendiri untuk seberapa jauh dari zona kenyamanan musik, kita bersedia untuk mengikuti pada waktu-waktu tertentu. Beberapa dari kita lebih terbuka untuk melakukan eksperimen dari pada yang lain dalam semua aspek kehidupan, termasuk musik dan pada berbagai waktu dalam kehidupan, kita dapat mencari atau menghindari eksperimen. Secara umum, saat-saat kita merasa bosan adalah ketika mencari pengalaman baru.

Ketika radio internet dan pemutar musik pribadi menjadi lebih populer, saya pikir dalam beberapa tahun kedepan kita akan melihat stasiun musik yang dipersonalisasi di mana setiap orang dapat memiliki stasiun radio pribadinya sendiri yang dikendalikan oleh algoritma komputer dengan memainkan musik campuran untuk kita. Musik yang sudah kita kenal dan sukai serta campuran musik yang tidak

kita kenal tetapi cenderung menikmati. Saya pikir itu akan menjadi penting bahwa apa pun bentuk teknologi ini, pendengar harus memiliki tombol “petualangan” yang dapat diputar dapat mengendalikan campuran lama dan baru atau campuran seberapa jauh musik baru dari apa yang biasanya mereka dengarkan. Ini adalah sesuatu yang variatif dari orang ke orang dan bahkan pada satu orang dari satu waktu ke waktu berikutnya.

Mendengarkan musik adalah menciptakan skema untuk genre dan bentuk musik bahkan ketika hanya mendengarkan secara pasif dan tidak berusaha menganalisis musik. Pada usia dini, kita tahu apa aturan main dalam musik sesuai budaya kita. Bagi banyak orang, suka dan tidak suka, masa depan kita adalah konsekuensi dari jenis skema kognitif yang dibentuk untuk musik melalui pengalaman mendengarkan masa kecil. Ini tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa musik yang kita dengarkan ketika anak-anak akan menentukan selera musik selama sisa hidup kita; banyak orang yang terpapar atau mempelajari musik dari berbagai budaya dan gaya serta menjadi terbiasa, sama dengan mempelajari skema mereka juga. Intinya adalah bahwa paparan awal kita, seringkali paling mendalam dan menjadi dasar untuk pemahaman musik lebih lanjut.

Preferensi musik juga memiliki komponen sosial yang besar berdasarkan pengetahuan kita tentang penyanyi atau musisi, dalam pengetahuan kita tentang apa yang disukai keluarga dan teman-teman juga pengetahuan tentang apa arti musik itu. Secara historis dan terutama secara evolusioner, musik telah terlibat dengan kegiatan sosial. Ini mungkin dapat menjelaskan mengapa bentuk ekspresi musik yang paling umum mulai dari Mazmur Daud ke Tin Pan Alley hingga musik

kontemporer adalah lagu-lagu cinta dan mengapa kebanyakan dari kita menyukai lagu di antara hal-hal yang kita senangi.

9. Insting Musikal

Sukses Evolusi #1

Dari mana datangnya musik? Kajian tentang asal mula evolusi musik memiliki sejarah berbeda, bermula dari Darwin yang percaya bahwa musik berkembang melalui seleksi alam sebagai bagian dari ritual perkawinan manusia atau *paleohuman*. Saya percaya bahwa bukti ilmiah mendukung gagasan ini tetapi tidak semua orang setuju. Setelah puluhan tahun hanya berkulat dengan topik ini kemudian pada 1997 minat saya tiba-tiba beralih pada tantangan yang ditawarkan oleh psikolog dan ilmuwan kognitif, Steven Pinker.

Ada sekitar 250 orang di seluruh dunia yang mempelajari persepsi dan kognisi musik sebagai fokus penelitian utama. Seperti halnya dengan kebanyakan disiplin ilmiah, kami juga mengadakan konferensi setahun sekali. Pada 1997, konferensi diadakan di MIT dan Steven Pinker diundang untuk memberikan pidato pembukaan.

Ia baru saja menyelesaikan *How the Mind Works*, sebuah karya penting berskala besar yang menjelaskan dan menyintesis prinsip-prinsip utama ilmu pengetahuan kognitif, tetapi memang ia belum terlalu dikenal. “Bahasa jelas merupakan adaptasi evolusioner,” katanya kepada kami dalam pidato tersebut. “Mekanisme kognitif yang kita, dari apa yang dipelajari oleh para psikolog dan ilmuwan kognitif, mekanisme seperti memori, perhatian, kategorisasi, dan pengambilan keputusan, semua memiliki tujuan evolusi yang jelas.”

Dia juga menambahkan bahwa, kita menemukan perilaku atau atribut pada

suatu organisme tanpa memiliki dasar evolusi yang jelas; ini terjadi ketika kekuatan revolusi menyebarluaskan adaptasi untuk alasan tertentu dan sesuatu yang disebut Stephen Jay Gould sebagai *spandrel*, meminjam istilah dari arsitektur. Dalam arsitektur, seorang desainer mungkin merencanakan kubah tinggi dengan empat lengkungan. Biasanya ada ruang di antara lengkungan tersebut, bukan karena direncanakan sejak awal tetapi karena itu adalah produk sampingan dari desain. Burung berevolusi dengan berbulu agar tetap hangat, tetapi mereka menggunakan bulu untuk tujuan terbang. Ini *spandrel*.

Insting musikal manusia tidak berevolusi seperti kita menyukai kue keju, tetapi mulai dengan mengembangkan kesukaan pada lemak dan gula yang secara singkat semacam pasokan selama sejarah evolusi manusia. Manusia mengembangkan mekanisme saraf yang menyebabkan respons pusat terpicu ketika mengkonsumsi gula dan lemak yang dalam jumlah kecil akan bermanfaat bagi kesehatan kita.

Sebagian besar kegiatan yang penting untuk kelangsungan hidup spesies, seperti makan dan seks juga menyenangkan; otak kita mengembangkan mekanisme untuk menghargai dan mendorong perilaku ini. Tetapi kita dapat belajar dengan mempelajari hubungan arus pendek sesuai aktivitas aslinya dan memanfaatkan langsung sistem timbal balik ini. Kita bisa makan makanan yang tidak memiliki nilai gizi dan bisa berhubungan seks tanpa menghasilkan; dapat menggunakan heroin yang mengeksploitasi reseptor kesenangan di otak; tidak ada yang adaptif, tetapi pusat kesenangan dalam sistem limbik tidak tahu bedanya.

Manusia kemudian, menemukan bahwa kue keju kebetulan, mendorong

tombol kesenangan untuk lemak dan gula dan menurut Pinker musik hanyalah perilaku mencari kesenangan dengan mengeksploitasi satu atau lebih saluran kesenangan yang ada serta berevolusi untuk memperkuat perilaku adaptif, mungkin seperti komunikasi linguistik.

“Musik,” menurut Pinker, “menekan tombol untuk kemampuan bahasa (yang musiknya tumpang tindih); dan mendorong tombol korteks pendengaran, sistem yang merespons sinyal emosional dari suara manusia yang menangis atau menggemma seperti sistem kontrol motor yang menyuntikkan ritme ke otot ketika kita berjalan atau menari.” “Sejauh menyangkut sebab dan akibat biologis,” Pinker menulis dalam *The Language Instinct* (diparafrasekan dalam ceramah yang dia berikan), “musik tidak berguna. Ini tidak menunjukkan tanda-tanda dirancang untuk mencapai tujuan umur panjang, hingga ke cucu atau persepsi dan prediksi yang akurat tentang dunia. Dibandingkan dengan bahasa, penglihatan, alasan sosial, dan pengetahuan fisik, musik dapat menghilang dari spesies dan gaya hidup manusia yang hampir tidak berubah.”

Ketika seorang ilmuwan yang brilian dan terhormat seperti Pinker membuat klaim kontroversial, komunitas ilmiah memperhatikan dan itu menyebabkan saya serta banyak rekan mengevaluasi kembali posisi evolusi musik yang selama ini diterima begitu saja tanpa bertanya. Pinker membuat kami berpikir. Dan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ia bukan satu-satunya ahli teori yang mencemooh asal-usul evolusi musik.

Ahli kosmologi John Barrow mengatakan bahwa musik tidak memiliki peran dalam kelangsungan hidup spesies termasuk psikolog Dan Sperber

mengatakan musik adalah “parasit evolusi”. Sperber percaya bahwa kita mengembangkan kapasitas kognitif untuk memproses pola suara kompleks yang berbeda dalam nada dan durasi, kemudian kemampuan komunikatif ini pertama kali muncul pada manusia primitif sebagai prelinguistik.

Musik, menurut Sperber, dikembangkan secara parasit guna mengeksploitasi kapasitas yang telah berevolusi dalam keperluan komunikasi. Ian Cross dari Universitas Cambridge menegaskan: “Bagi Pinker, Sperber, dan Barrow, musik ada hanya karena kesenangan yang diberikannya; pada dasarnya adalah hedonis.” Kebetulan saya berpikir bahwa Pinker salah, tetapi saya akan membiarkan bukti yang akan berbicara sendiri. Saya coba menggunakan referensi seratus lima puluh tahun dari Charles Darwin. Kata kunci yang sebagian besar diajarkan di sekolah adalah, “*survival of the fittest*” (disebarkan oleh filsuf Inggris Herbert Spencer), sebagai penyederhanaan dari evolusi yang berlebihan. Dan, teori evolusi sendiri bertumpu pada beberapa asumsi.

Pertama, semua atribut fenotipik (penampilan, atribut fisiologis, dan beberapa perilaku) dikodekan dalam gen kita yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Gen memberi tahu tubuh kita cara membuat protein yang menghasilkan karakteristik fenotipik tersebut. Aksi gen bersifat spesifik terhadap sel-sel tempat mereka tinggal; gen mungkin saja berisi informasi bermanfaat atau tidak berguna, tergantung pada sel yang dimaksud. Misalnya, sel di mata kita tidak perlu menumbuhkan kulit. Genotipe (urutan DNA tertentu) memunculkan fenotipe kita (karakteristik fisik tertentu). Singkatnya: Banyak cara di mana anggota suatu spesies berbeda satu sama lain dikodekan dalam gen dan ini dilanjutkan secara terus

menerus melalui reproduksi.

Asumsi kedua teori evolusi adalah bahwa, ada di antara kita, beberapa variabilitas genetik alami. Ketiga, ketika kita kawin maka, materi genetik kita akan bergabung membentuk makhluk baru dan 50 persen materi genetiknya berasal dari masing-masing orang tua. Akhirnya, karena kesalahan spontan atau mutasi kadang-kadang terjadi yang juga diteruskan ke generasi penerus.

Gen yang ada dalam diri kita hari ini (dengan pengecualian sejumlah kecil yang mungkin telah bermutasi) adalah gen yang berhasil direproduksi di masa lalu. Kita masing-masing adalah pemenang dalam perlombaan senjata genetik; banyak gen yang gagal bereproduksi dan mati tanpa meninggalkan keturunan. Setiap orang hidup sekarang, terdiri dari gen yang memenangkan kompetisi genetika skala besar dan tahan lama. "*Survival of the fittest*" adalah penyederhanaan berlebihan karena mengarah pada pandangan yang terdistorsi bahwa gen yang memberi keuntungan untuk bertahan hidup bagi organisme induknya adalah mereka yang memenangkan perlombaan genetik. Tetapi hidup panjang umur, betapapun bahagia dan produktif tidak akan mewariskan gen.

Suatu organisme perlu bereproduksi untuk mewariskan gennya. Nama dari sistem evolusi adalah mereproduksi dengan cara apapun dan untuk melihat bahwa seorang anak, hidup untuk melakukan hal yang sama juga agar mereka dapat hidup cukup lama untuk melakukan hal yang sama, dan seterusnya. Jika suatu organisme hidup cukup lama untuk bereproduksi dan bila anak-anaknya penuh kasih sayang serta terlindungi sehingga dapat melakukan hal yang sama maka, tidak ada alasan evolusi yang memaksa organisme untuk hidup lama. Karena beberapa spesies

burung dan laba-laba mati selama atau setelah kawin.

Tahun-tahun pasca-perkawinan tidak memberi keuntungan apapun bagi kelangsungan hidup gen organisme kecuali ia mampu menggunakan waktu untuk melindungi keturunannya, mengamankan sumber daya untuk mereka atau membantu mereka menemukan pasangan. Dengan demikian, dua hal yang akan menyebabkan sebuah gen menjadi “sukses”: (1) organisme mampu kawin dengan sukses, meneruskan gennya, dan (2) keturunannya mampu bertahan hidup atau melakukan hal yang sama.

Darwin mengakui implikasi teorinya tentang seleksi alam ini dan muncul gagasan seleksi seksual. Karena suatu organisme harus bereproduksi untuk mewariskan gennya maka, kualitas yang akan menarik pasangan harus dikodekan dalam genom. Jika rahang persegi dan bisep terlalu besar adalah ciri yang menarik untuk dimiliki seorang pria (di mata calon pasangan) maka, pria dengan ciri tersebut akan lebih berhasil dalam mereproduksi dari pada pesaing yang memiliki rahang sempit dengan postur kurus.

Gen rahang-persegi, bisep besar akan menjadi lebih banyak. Keturunan juga perlu dilindungi dari unsur-unsur predator, penyakit, diberi makanan dan sumber daya lainnya agar mereka dapat bereproduksi. Dengan demikian, gen yang mempromosikan perilaku pengasuhan pascakopulasi juga dapat menyebar ke seluruh populasi, sampai keturunan dengan gen pengasuhan berjalan secara baik sebagai sebuah kelompok dalam persaingan sumber daya dan pasangan.

Mungkinkah musik berperan dalam seleksi seksual? Darwin juga berpikir demikian. Dalam *The Descent of Man* ia menulis, “Saya menyimpulkan bahwa not

dan irama musik pertama kali diperoleh oleh leluhur lelaki atau perempuan untuk memikat lawan jenis. Dengan demikian, nada musik menjadi sangat terkait dengan seberapa kuat gairah yang mampu dirasakan oleh seekor binatang dan akibatnya digunakan secara naluriah.”

Dalam mencari pasangan, dorongan bawaan kita adalah menemukan seseorang secara sadar atau tidak sadar yang secara biologis dan seksual akan memberi kita anak-anak dengan kecenderungan sehat serta mampu menarik pasangannya sendiri. Musik dapat menunjukkan kecenderungan biologis dan seksual sekaligus juga berfungsi untuk menarik pasangan.

Darwin percaya bahwa musik mendahului ucapan sebagai sarana pacaran dan menyamakan musik dengan ekor burung merak. Dalam teorinya tentang seleksi seksual, Darwin mengemukakan bahwa kemunculan ciri-ciri yang tidak memiliki tujuan kelangsungan hidup langsung selain untuk membuat diri sendiri (dan karenanya gen seseorang) menjadi menarik.

Psikolog kognitif Geoffrey Miller menghubungkan gagasan ini dengan peran yang dimainkan musik dalam masyarakat kontemporer. “Jimi Hendrix memiliki penghubung seksual dengan ratusan kelompok, mempertahankan hubungan paralel jangka panjang dengan setidaknya dua wanita dan menjadi ayah dari setidaknya tiga anak di Amerika Serikat, Jerman, dan Swedia. Di bawah kondisi konvensional sebelum adanya kontrol kelahiran, ia akan menjadi ayah dengan anak yang banyak,” tulis Miller.

Robert Plant, penyanyi utama Led Zeppelin mengenang pengalamannya saat tur konser mereka di tahun tujuh puluhan: “Aku dalam perjalanan mencari

cinta. Selalu. Jalan apa pun yang saya tempuh, mobil itu akan menuju salah satu pertemuan seksual terhebat yang pernah dimiliki.” Jumlah pasangan seksual untuk bintang *rock* bisa ratusan kali lipat dari yang dimiliki pria normal dan untuk sosok bintang *rock* top seperti Mick Jagger, penampilan fisik tampaknya tidak lagi menjadi masalah.

Selama masa birahi seksual, hewan sering mempromosikan kualitas gen, tubuh, dan pikiran mereka untuk menarik pasangan. Banyak perilaku spesifik manusia (seperti percakapan, produksi musik, kemampuan artistik, dan humor) mungkin telah berevolusi terutama untuk mempromosikan kecerdasan selama masa pacaran. Miller mengatakan bahwa di bawah kondisi yang pada sebagian besar sejarah evolusi kita, musik dan tarian benar-benar terjalin di mana kemampuan bermusik/tari akan menjadi simbol kesenangan seksual.

Pertama, siapa pun yang dapat bernyanyi dan menari adalah iklan kepada calon pasangan tentang stamina dan kesehatan fisik serta mental yang baik secara keseluruhan. Kedua, siapa pun yang telah menjadi ahli atau piawai dalam musik dan tari adalah juga mengiklankan bahwa ia memiliki cukup makanan dan tempat tinggal cukup kuat sehingga mampu menghabiskan waktu berharga untuk mengembangkan keterampilan yang murni.

Ini adalah argumen seperti ekor burung merak yang indah: ukuran ekor burung merak berkorelasi dengan usia burung, kesehatan, dan kebugaran secara keseluruhan. Ekor berwarna-warni menandakan bahwa merak sehat memiliki metabolisme yang harus dibuang (ia sangat kaya dalam hal sumber daya) sehingga memiliki sumber daya tambahan untuk dimasukkan ke dalam sesuatu hal yang

murni sebagai tampilan dan juga tujuan estetika.

Pada masyarakat kontemporer, kita melihat orang-orang kaya yang membangun rumah dengan arsitektur rumit atau mengendarai mobil seharga lebih dari seratus ribu dolar. Pesan seleksi seksualnya jelas: "Pilih saya". Saya punya begitu banyak makanan dan sumber daya sehingga bisa menyia-nyiakkan barang-barang mewah ini. Bukan kebetulan jika banyak orang yang tinggal di atau mendekati garis kemiskinan di A.S. hanya mampu membeli Cadillac lama dan Lincolns yang tidak praktis. Kendaraan berstatus tinggi tetapi secara tidak sadar memberi sinyal kebugaran seksual pemiliknya. Ini juga bisa dilihat sebagai asal mula kecenderungan pria untuk mengenakan perhiasan yang mencolok. Bahwa menurut teori tersebut, kerinduan akan memiliki mobil dan perhiasan memuncak pada pria selama masa remaja, ketika kondisi paling kuat secara seksual.

Permainan musik melibatkan serangkaian keterampilan fisik dan mental, akan secara jelas menampilkan sosok sehat dan sejauh seseorang memiliki waktu untuk mengembangkan kemampuan bermusiknya maka, argumen tersebut mendukung pernyataan bahwa hal itu dapat menunjukkan kekayaan sumber daya. Dalam masyarakat kontemporer, minat *proto-human* terhadap musik juga meningkat selama masa remaja yang makin memperkuat aspek seleksi seksual melalui musik. Jauh lebih banyak anak-anak berusia sembilan belas tahun yang main *band* dan coba mencari musik baru dibandingkan yang berusia empat puluh tahun. Kelompok usia empat puluh tahun memiliki lebih banyak waktu untuk mengembangkan kemampuan bermusik dan preferensi mereka. "Musik berkembang dan terus berfungsi juga sebagai media mencari pasangan, sebagian

besar dilakukan oleh laki-laki muda untuk menarik perhatian wanita,” kata Miller.

Musik sebagai tampilan kebugaran seksual tidak terlalu mengada-ada seperti kita menyadari adanya bentuk perburuan dalam masyarakat pemburu-pengumpul yang nomaden. Beberapa umumnya mengandalkan perburuan yang gigih dengan melemparkan tombak, batu, dan proyektil lainnya ke mangsa mereka, kemudian mengejar mangsa selama berjam-jam sampai hewan itu terjatuh dari cedera dan kelelahan. Jika aktivitas menari pada masyarakat pemburu-pengumpul masa lalu sama seperti yang kita amati dalam masyarakat kontemporer yang biasanya berlangsung berjam-jam dengan kehebatan aerobik. Sebagai media bagi kesenangan pria untuk mengambil bagian dalam atau memimpin perburuan, tarian suku seperti itu menjadi indikator yang sangat baik.

Sebagian besar tarian suku mencakup langkah tinggi yang berulang-ulang, menghentak, melompat menggunakan otot-otot tubuh dengan bersemangat dan berenergi. Banyak penyakit mental sekarang diketahui merusak kemampuan menari atau melakukan gerakan ritmis oleh penyandang *skizofrenia* dan *Parkinson*. Dan hanya dua jenis yaitu, tarian ritmis dan permainan musik sebagai ciri sebagian besar musik sepanjang masa yang berfungsi untuk kesehatan fisik dan mental. Kesuksesan, mungkin bahkan jaminan keandalan dan kesadaran (karena, seperti yang kita lihat dalam Bab 7) juga keahlian membutuhkan jenis fokus mental tertentu.

Kemungkinan lain adalah bahwa evolusi memilih kreativitas secara umum sebagai penanda kebugaran seksual. Improvisasi dan kebaruan dalam pertunjukan musik/tarian yang menunjukkan fleksibilitas kognitif penari, sekaligus menandakan

potensi kecerdikan dalam menyusun strategi saat berburu. Kekayaan material lamaran pihak pria telah lama dianggap sebagai penarik paling memikat bagi wanita yang berasumsi bahwa itu akan meningkatkan jaminan makanan, tempat tinggal, dan perlindungan yang cukup bagi anak-anak mereka. (Perlindungan diperoleh dari orang kaya karena mereka dapat mengumpulkan dana dari anggota masyarakat lainnya dengan imbalan makanan atau simbol kekayaan seperti perhiasan atau uang tunai.)

Jika kekayaan adalah nama dari permainan dalam hal berkencan maka, musik akan menjadi tidak penting. Tetapi Miller dan koleganya Martie Haselton di UCLA menunjukkan bahwa kreativitas dapat mengalahkan kekayaan, setidaknya pada wanita. Hipotesis mereka adalah, kalau kekayaan dapat memprediksi siapa akan menjadi ayah yang baik (untuk membesarkan anak), kreativitas mungkin lebih baik memprediksi siapa yang akan memberikan gen terbaik (untuk ayah si anak).

Dalam sebuah penelitian sangat menarik terhadap wanita pada berbagai tahap siklus menstruasi normal yang berada di puncak kesuburan mereka sementara lainnya pada tingkat kesuburan minimum, kemudian kelompok lain diminta untuk menilai daya tarik pasangan potensial berdasarkan sketsa tertulis yang menggambarkan laki-laki.

Sebuah sketsa khas menggambarkan seorang pria sekaligus seniman dan menunjukkan kecerdasan kreatif yang hebat dalam karyanya, tetapi miskin karena nasib kurang beruntung. Sketsa alternatif lainnya menggambarkan seorang pria dengan kecerdasan kreatif rata-rata tetapi kebetulan kaya karena keberuntungan. Semua sketsa dirancang untuk memperjelas bahwa kreativitas setiap orang adalah

fungsi dari sifat dan atributnya (dan dengan demikian, endogen, genetik, dan diwariskan) sementara kondisi keuangan masing-masing manusia sebagian besar tidak disengaja (dan dengan demikian eksogen dan tidak diwariskan). Hasilnya menunjukkan bahwa ketika mereka berada di puncak kesuburan, wanita lebih suka artis yang kreatif tetapi miskin dari pada pria yang tidak kreatif tetapi kaya sebagai pasangan jangka pendek atau untuk hubungan seksual singkat.

Di lain waktu selama siklus mereka, wanita tidak menunjukkan preferensi seperti itu. Penting untuk diingat bahwa preferensi sebagian besar tidak terprogram dan tidak mudah dikalahkan oleh kondisi sadar; fakta bahwa wanita saat ini dapat menghindari kehamilan melalui kontrol kelahiran yang hampir tanpa kegagalan adalah konsep sangat baru pada spesies kita sehingga tidak memiliki pengaruh pada preferensi bawaan. Pria (dan wanita) yang mungkin menjadi pengasuh terbaik, belum tentu mereka dapat memberi kontribusi gen terbaik untuk keturunan yang potensial. Orang-orang tidak selalu menikahi mereka yang dianggap paling seksual dan 50 persen orang dari kedua jenis kelamin melaporkan melakukan hubungan di luar nikah. Jauh lebih banyak wanita ingin tidur dengan bintang *rock* dan atlet dari pada menikahi mereka. Singkatnya, ayah yang baik (dalam arti biologis) tidak selalu menjadi ayah terbaik (untuk membesarkan anak).

Ini mungkin menjelaskan mengapa, menurut hasil penelitian di Eropa baru-baru ini, 10 persen ibu melaporkan bahwa anak-anak mereka dibesarkan oleh pria yang secara salah, percaya bahwa anak-anak itu adalah milik mereka. Meskipun reproduksi saat ini mungkin bukan motifnya tetapi sulit untuk memisahkan preferensi bawaan yang diturunkan secara evolusioner berdasarkan selera sosial dan

budaya yang ditimbulkan oleh pasangan seksual kita.

Bagi ahli musik David Huron dari Negara Bagian Ohio, pertanyaan kunci untuk dasar evolusi adalah keuntungan apa dapat diberikan pada individu yang menunjukkan perilaku bermusik, dibandingkan mereka yang tidak. Jika musik adalah perilaku mencari kesenangan yang nonadaptif maka, argumen pendengaran *Cheesecake* yang kita harapkan tidak akan bertahan lama dalam evolusi. Huron menulis, “Pengguna heroin cenderung mengabaikan kesehatan mereka dan diketahui memiliki tingkat kematian yang tinggi. Selain itu, pengguna heroin membuat orang tua menjadi miskin karena mereka cenderung mengabaikan keturunannya.”

Mengabaikan kebaikan dan kesehatan anak-anak adalah cara yang pasti untuk mengurangi kemungkinan gen diturunkan ke generasi mendatang. Pertama, jika musik bersifat nonadaptif maka, pencinta musik harusnya berada pada posisi evolusioner atau kurang beruntung. Kedua, musik seharusnya tidak ada sejak lama. Kegiatan apa pun yang memiliki nilai adaptasi rendah tidak mungkin dipraktikkan dalam jangka waktu lama sepanjang sejarah spesies, atau menempati porsi signifikan dari segi waktu dan energi individu. Semua bukti yang tersedia adalah bahwa musik tidak bisa sekadar pendengaran *cheesecake* saja; karena sudah ada sejak lama dalam spesies kita.

Alat musik adalah salah satu artefak buatan manusia tertua yang ditemukan. Salah satu contoh utama misalnya, suling tulang di Slovenia tertanggal lima puluh ribu tahun lalu yang dibuat dari tulang paha beruang Eropa dan sudah punah. Musik mendahului pertanian dalam sejarah spesies kita. Kita dapat mengatakan secara

konservatif bahwa, tidak ada bukti nyata bahasa mendahului musik. Faktanya, bukti fisik justru menunjukkan yang sebaliknya.

Musik tidak diragukan lagi lebih tua dari seruling tulang berusia lima puluh ribu tahun, karena seruling bukanlah instrumen pertama. Berbagai instrumen perkusi, termasuk drum, *shaker*, dan mainan kerincingan kemungkinan telah digunakan selama ribuan tahun sebelum seruling. Kita melihat ini pada masyarakat pemburu-pengumpul kontemporer dan dari catatan penjajah Eropa melaporkan apa yang mereka temukan dalam budaya asli Amerika. Catatan arkeologis menunjukkan rekaman musik di mana-mana dapat kita temukan manusia dan dalam setiap jaman. Dan, tentu saja, yang paling mungkin pada masa sebelum ada catatan adalah permainan suling.

Untuk memperkuat kembali prinsip biologi evolusi, “Mutasi genetika yang meningkatkan kemungkinan seseorang untuk hidup cukup lama untuk bereproduksi menjadi adaptif.” Perkiraan terbaik adalah bahwa dibutuhkan minimal lima puluh ribu tahun untuk hadirnya adaptasi pada genom manusia. Ini disebut jeda evolusioner - jeda waktu antara ketika adaptasi pertama kali muncul pada sebagian kecil individu dan saat ia tersebar luas dalam populasi.

Ketika ahli genetika perilaku dan psikolog evolusi mencari penjelasan evolusi perilaku atau penampilan kita, mereka mempertimbangkan masalah evolusi apa yang ditunjukkan oleh adaptasi. Tetapi karena kelambatan evolusioner, adaptasi yang dipertanyakan akan menjadi respons terhadap kondisi sebagaimana setidaknya lima puluh ribu tahun yang lalu, tidak seperti sekarang.

Nenek moyang pemburu-pengumpul kita memiliki gaya hidup sangat

berbeda dari siapa pun yang membaca buku ini, dengan berbagai prioritas dan tekanan. Banyak masalah yang kita hadapi saat ini seperti kanker, penyakit jantung, bahkan mungkin tingkat perceraian yang tinggi telah ikut menyiksa karena tubuh dan otak kita dirancang untuk menangani kehidupan seperti lima puluh ribu tahun lalu.

Lima puluh ribu tahun lalu, pada tahun 52.006 (menggunakan beberapa milenium), spesies kita mungkin telah berevolusi untuk menangani kehidupan seperti sekarang, dengan kota-kota yang penuh sesak, polusi udara dan air, permainan video, poliester, donat berlapis kaca dan ketidak seimbangan dalam distribusi sumber daya di seluruh dunia. Kita dapat mengembangkan mekanisme mental yang memungkinkan untuk hidup dalam jarak dekat tanpa merasa kehilangan privasi dan mekanisme fisiologis untuk memproses karbon monoksida, limbah radioaktif, gula *refined*, serta dapat belajar menggunakan sumber daya yang saat ini tidak dapat digunakan.

Ketika kami bertanya tentang dasar evolusi untuk musik, tidak ada gunanya memikirkan Britney atau Bach. Kita seharusnya memikirkan seperti apa musik itu sekitar lima puluh ribu tahun lalu. Instrumen yang ditemukan dari situs arkeologi dapat membantu kita untuk memahami apa yang nenek moyang kita gunakan untuk bermain musik dan jenis melodi seperti apa yang mereka dengarkan.

Lukisan pada dinding gua, periuk, dan artefak bergambar lainnya dapat memberi tahu kita tentang peran yang dimainkan musik dalam kehidupan sehari-hari. Kita juga dapat mempelajari masyarakat kontemporer yang telah terputus dari peradaban seperti yang kita kenal, kelompok orang-orang dengan gaya hidup

pemburu-pengumpul tetap tidak berubah selama ribuan tahun. Salah satu penemuan yang cukup mengejutkan adalah bahwa di setiap masyarakat sehari-hari, musik dan tarian tidak dapat dipisahkan.

Argumen yang menentang musik sebagai adaptasi dan menganggap musik hanya sebagai suara terlebih lagi hanya dilakukan oleh para ahli kepada audiens. Tetapi hanya dalam lima ratus tahun terakhir musik telah menjadi aktivitas pertunjukan dan pikiran dalam bentuk konser musik di mana kelas “ahli” hanya tampil untuk penonton yang apresiatif hampir tidak dikenal sepanjang sejarah kita sebagai spesies. Dan hanya dalam seratus tahun terakhir ini ikatan antara suara musik dan gerakan manusia telah diminimalkan.

Sifat musik yang terkandung di dalamnya, ketidakterpisahan gerakan dan suara menurut antropolog John Blacking mencirikan musik lintas budaya dan waktu. Sebagian besar dari kita akan terkejut jika para penonton di sebuah konser simfoni duduk di kursi mereka sambil bertepuk tangan, berteriak dan menari seperti halnya *de rigueur* dalam konser James Brown.

Tetapi reaksi terhadap James Brown jelas lebih dekat dengan sifat sejati kita. Respons mendengarkan yang sopan, di mana musik sepenuhnya telah menjadi pengalaman otak (bahkan emosi musikal dalam tradisi klasik, harus dirasakan secara internal dan tidak menyebabkan ledakan fisik) bertentangan dengan sejarah evolusi kita. Anak-anak sering menunjukkan reaksi yang sesuai dengan sifat kita: bahkan pada konser musik klasik mereka bergoyang, berteriak dan umumnya berpartisipasi ketika mereka merasa menyukainya. Kita harus melatih mereka untuk berperilaku “beradab”.

Ketika suatu perilaku atau sifat didistribusikan secara luas di seluruh anggota suatu spesies, kita membawanya untuk dikodekan dalam genom (terlepas dari apakah itu adaptasi atau *spandrel*). Blacking berpendapat bahwa distribusi universal kemampuan permainan musik di masyarakat Afrika menunjukkan bahwa “kemampuan bermusik [adalah] lebih sebagai karakteristik umum spesies manusia dari pada bakat yang langka”. Lebih penting lagi Cross mengatakan bahwa “kemampuan bermusik tidak dapat didefinisikan semata-mata dalam hal kompetensi produktif”; hampir setiap anggota masyarakat kita mampu mendengarkan dan oleh karenanya memahami musik.

Terlepas dari fakta-fakta tentang keberadaan, sejarah, dan anatomi musik, penting untuk dipahami bagaimana dan mengapa musik dipilih. Darwin mengusulkan hipotesis seleksi seksual, yang baru-baru ini diajukan juga oleh Miller dan lainnya. Kemungkinan variabel tambahan juga telah diperdebatkan. Salah satunya adalah ikatan sosial dan kohesi.

Permainan musik kolektif dapat mendorong kohesi sosial manusia yang adalah makhluk sosial. Musik mungkin secara historis berfungsi untuk meningkatkan perasaan kebersamaan dan sinkronisasi kelompok juga merupakan latihan untuk tindakan sosial lainnya seperti mengubah perilaku. Bernyanyi di sekitar api unggun kuno mungkin merupakan cara agar tetap terjaga untuk menangkal pemangsa dan sekaligus mengembangkan koordinasi sosial serta kerja sama sosial dalam kelompok.

Manusia membutuhkan hubungan sosial untuk membuat masyarakat berfungsi dan musik adalah salah satunya. Bukti menarik untuk dasar ikatan sosial

musik dapat dicontohkan dari penelitian saya dengan Ursula Bellugi terhadap individu dengan gangguan mental seperti sindrom Williams (WS) dan gangguan spektrum autisme (ASD).

Seperti yang kita lihat dalam Bab 6, gangguan WS berasal dari genetik dan menyebabkan perkembangan neuronal serta kognitif yang tidak normal juga berakibat pada gangguan intelektual. Orang-orang penyandang WS, terlepas dari gangguan mental mereka secara keseluruhan, sebenarnya sangat pandai dalam musik dan memiliki kemampuan sosial yang baik.

Perbedaannya dengan ASD adalah banyak dari mereka juga menderita gangguan intelektual. Hingga kini masih menjadi masalah kontroversial apakah ASD memiliki dasar genetik atau tidak. Penanda ASD adalah ketidak mampuan untuk berempati dengan orang lain, memahami emosi atau komunikasi emosional, terutama dengan orang lain. Sementara penyandang ASD juga bisa marah dan kesal karena mereka bukan robot. Tetapi kemampuan untuk “membaca” emosi orang lain sangat terganggu dan ini biasanya meluas pada ketidak mampuan untuk menghargai kualitas estetika seni dan musik.

Meskipun sebagian orang dengan ASD mampu mendengarkan musik dan beberapa di antaranya telah mencapai tingkat kemahiran teknis yang tinggi, tidak ada laporan bahwa mereka secara emosional tergerak oleh musik. Sebaliknya, bukti awal dan sebagian besar anekdotal mengatakan bahwa mereka tertarik pada struktur musik. Temple Grandin, seorang profesor yang autis menulis bahwa, ia menemukan musik “menarik” tetapi secara umum ia hanya “tidak mengerti” atau paham mengapa orang bereaksi terhadap musik.

Melalui WS dan ASD, kita memiliki dua sindrom komplementer. Di satu sisi kita memiliki populasi yang sangat sosial, suka berteman dan sangat musikal. Di sisi lain, kita memiliki populasi yang sangat anti-sosial dan tidak terlalu musikal. Dugaan atas hubungan antara musik dan ikatan sosial diperkuat oleh kasus-kasus yang saling melengkapi seperti ini, oleh para ilmuwan saraf disebut disosiasi ganda. Argumennya adalah bahwa mungkin ada sekelompok gen yang mempengaruhi keramah tamahan dan musikalitas. Jika ini benar maka, kita berharap untuk menemukan bahwa penyimpangan dalam satu kemampuan terjadi bersamaan dengan penyimpangan lainnya seperti yang kami lakukan pada penyandang WS dan ASD.

Otak orang penyandang WS dan ASD juga seperti yang diduga, mengungkapkan gangguan komplementer. Allan Reiss menunjukkan bahwa *neocerebellum*, bagian dari otak kecil, lebih besar dari normal pada WS dan lebih kecil dari normal pada ASD. Karena kita sudah tahu peran penting yang dimainkan otak kecil dalam kognisi musik maka, hal ini tidak mengejutkan.

Beberapa kelainan genetik yang belum teridentifikasi nampaknya menyebabkan, baik secara langsung atau tidak langsung *disorphy* saraf pada WS dan ASD juga. Hal ini pada gilirannya, mengarah pada perkembangan abnormal perilaku musikal yang bila dalam salah satu kasus ditingkatkan maka lainnya akan berkurang.

Karena sifat gen yang kompleks dan interaktif maka, dapat dipastikan bahwa ada korelasi genetik lain dengan kemampuan bersosialisasi dan musikalitas yang melampaui otak kecil. Ahli genetika Julie Korenberg berspekulasi bahwa ada

sekelompok gen yang terkait dengan keterasingan versus penghambatan dan bahwa orang-orang dengan WS tidak memiliki gen penghambat normal seperti yang kita miliki, menyebabkan perilaku musik mereka menjadi tanpa hambatan. Selama lebih dari satu dekade laporan anekdotal dalam acara 60 Menit CBS News, melalui sebuah film yang diceritakan oleh Oliver Sacks tentang Williams serta dalam sejumlah artikel surat kabar mengklaim bahwa orang-orang dengan WS lebih terlibat penuh dengan musik dari pada kebanyakan orang.

Laboratorium saraf saya sendiri telah memberikan bukti untuk hal ini. Kami memindai otak orang-orang penyandang WS ketika mendengarkan musik dan menemukan bahwa mereka menggunakan seperangkat struktur saraf yang jauh lebih besar dari pada orang lain. Aktivasi dalam amigdala dan otak kecil serta pusat-pusat emosi di otak secara signifikan lebih kuat dari pada yang “normal”. Setiap kami lihat dan menemukan aktivasi saraf yang lebih kuat serta menyebar lebih luas. Otak mereka berdengung.

Argumen ketiga yang mendukung keunggulan musik dalam evolusi manusia (dan proto-manusia) adalah musik berevolusi karena mempromosikan perkembangan kognitif. Musik mungkin merupakan aktivitas yang mempersiapkan nenek moyang manusia purba untuk komunikasi dan fleksibilitas representasional yang sangat kognitif serta diperlukan untuk menjadi manusia. Bernyanyi dan kegiatan bermain instrumental mungkin telah membantu spesies kita untuk memperbaiki keterampilan motorik, membuka jalan bagi pengembangan kontrol otot yang diperlukan seperti pidato menggunakan vokal atau tanda tangan.

Karena musik adalah kegiatan yang kompleks, Trehub menyebutkan bahwa

itu dapat membantu mempersiapkan bayi yang sedang berkembang untuk kehidupan mentalnya di masa depan. Ini dapat memberikan banyak ciri bahasa dan membentuk cara “berlatih” persepsi bicara dalam konteks yang terpisah.

Tidak ada manusia yang pernah belajar bahasa dengan menghafal. Bayi tidak hanya menghafal setiap kata dan kalimat yang pernah mereka dengar; alih-alih mempelajari aturan dan menerapkannya dalam pemahaman dan menghasilkan bahasa baru. Salah satu bukti untuk ini adalah empiris; yang lainnya logis. Bukti empiris berasal dari apa yang oleh ahli bahasa sebut *overextension*: anak-anak yang hanya belajar tata bahasa sering menerapkannya secara logis, tetapi salah.

Kami anggap ini paling jelas dalam kasus konjugasi kata kerja dan bentuk jamak tidak teratur dalam bahasa Inggris. Otak yang sedang berkembang dipersiapkan untuk membuat koneksi saraf baru dan memangkas yang lama dan sudah tidak berguna atau akurat lagi serta misinya adalah sejauh mungkin untuk membuat aturan main. Inilah sebabnya mengapa kita mendengar anak-anak mengatakan, “Dia pergi ke toko,” bukannya “Dia berjalan ke toko.”

Mereka menerapkan aturan logis: kebanyakan kata kerja bahasa Inggris di masa lalu mengambil akhiran: bermain/bermain, bicara/bicara, sentuh/sentuh. Penerapan aturan yang masuk akal menyebabkan ekstensi berlebihan seperti dibeli, berenang, dan dimakan. Faktanya, anak-anak yang cerdas lebih mungkin melakukan kesalahan ini dan membuatnya lebih cepat selama perkembangan, karena mereka memiliki sistem penghasil aturan yang lebih canggih. Karena banyak anak membuat kesalahan bicara ini dan beberapa orang dewasa juga melakukannya, sebagai bukti bahwa anak-anak tidak hanya meniru apa yang

mereka dengar tetapi otak juga ikut mengembangkan teori serta aturan tentang bicara yang kemudian diterapkan.

Bukti kedua bahwa anak-anak tidak hanya menghafal bahasa secara logis: kita semua mengucapkan kalimat yang belum pernah didengar sebelumnya. Kita dapat membentuk kalimat dalam jumlah tak terbatas untuk mengungkapkan pikiran dan gagasan yang belum pernah kita sampaikan atau dengar sebelumnya — yakni, bahasa bersifat generatif. Anak-anak harus mempelajari tata bahasa untuk menghasilkan kalimat unik sebagai penutur yang kompeten dalam bahasa mereka. Contoh sepele tentang bagaimana jumlah sensor dalam bahasa manusia tidak terbatas adalah bahwa setiap kalimat yang diberikan kepada saya, selalu dapat saya tambahkan “Saya tidak percaya” pada awal, dan membuat kalimat baru. “Aku suka bir” menjadi “Aku tidak percaya aku suka bir.” “Mary bilang dia suka bir” menjadi “Aku tidak percaya Mary bilang dia suka bir.” Bahkan “Aku tidak percaya Mary bilang dia suka bir”, menjadi, “Aku tidak percaya Mary mengatakan dia suka bir.”

Meskipun kalimat seperti ini aneh tetapi tidak mengubah fakta bahwa itu mengekspresikan ide baru. Agar bahasa menjadi generatif, anak-anak tidak boleh belajar dengan menghafal. Musik juga generatif. Untuk setiap frasa musik yang didengar, saya selalu dapat menambahkan catatan ke awal, akhir, atau tengah untuk menghasilkan frasa musik baru.

Cosmides dan Tooby berpendapat bahwa fungsi musik pada anak yang sedang berkembang adalah untuk membantu mempersiapkan pikirannya bagi sejumlah kegiatan kognitif dan sosial yang kompleks, melatih otak sehingga siap menghadapi tuntutan yang diletakkan oleh bahasa dan interaksi sosial. Fakta bahwa

musik tidak memiliki referensi spesifik membuatnya menjadi sistem simbol yang aman untuk mengekspresikan suasana hati dan perasaan dengan cara tidak konfrontasional.

Pemrosesan musik membantu bayi mempersiapkan diri untuk bahasa; mungkin membuka jalan bagi prosodi linguistik, bahkan sebelum otak anak yang berkembang untuk memproses fonetik. Musik untuk otak yang sedang berkembang adalah suatu bentuk permainan, latihan yang melibatkan proses integratif tingkat tinggi dan memupuk kompetensi penjelajahan, mempersiapkan anak untuk akhirnya mengeksplorasi pengembangan bahasa generatif melalui celotehan kemudian pada akhirnya memproduksi bahasa dan paralinguistik yang lebih kompleks lagi.

Interaksi ibu-bayi yang melibatkan musik hampir selalu melibatkan gerakan menyanyi dan ritmis, seperti bergoyang atau membelai. Ini tampaknya secara budaya berlaku universal. Selama enam bulan pertama kehidupan, seperti yang saya tulis pada Bab 7, otak bayi tidak dapat dengan jelas membedakan sumber masukan sensorik; visi, pendengaran dan sentuhan karena berbaur menjadi satu kesatuan representasi perseptual. Daerah otak yang pada akhirnya akan menjadi korteks pendengaran, sensorik, dan visual, secara fungsional tidak terdiferensiasi serta masukan dari berbagai reseptor sensorik dapat terhubung ke berbagai bagian otak sambil menunggu pemangkasan yang akan terjadi di kemudian hari. Seperti yang dikatakan Simon Baron-Cohen bahwa dengan semua pembicaraan sensorik ini, bayi hidup dalam keadaan kemegahan psikedelik (tanpa bantuan obat-obatan).

Cross secara eksplisit mengakui bahwa apa yang telah menjadi musik hari

ini melalui pengaruh waktu dan budaya, belum tentu seperti lima puluh ribu tahun yang lalu, kita juga tidak berharap seperti itu. Tetapi mempertimbangkan karakter musik kuno tidak menjelaskan mengapa begitu banyak dari kita yang benar-benar tergerak oleh ritme; hampir semua musik para pendahulu kita yang sangat ritmis.

Ritme menggerakkan tubuh kita. Nada suara dan melodi menggerakkan otak kita. Penyatuan irama dan melodi menjembatani otak kecil kita (kontrol motorik, otak kecil primitif) dan korteks otak (bagian otak manusia yang paling berkembang dan paling manusiawi). Inilah bagaimana Ravel's Bolero, "Koko", Charlie Parker, atau Rolling Stones "Honky Tonk Women" menginspirasi dan menggerakkan kita, baik secara metaforis dan fisik, maupun persatuan waktu yang indah dengan ruang melodi. Itulah sebabnya musik *rock*, *metal*, dan *hip-hop* adalah genre musik paling populer di dunia dan telah berlangsung selama dua puluh tahun terakhir.

Mitch Miller, pencari bakat untuk *Columbia Records*, mengatakan pada awal tahun enam puluhan musik *rock-n-roll* adalah mode yang akan segera lenyap. Sekarang, pada 2006, tidak ada tanda-tanda akan melambat. Musik klasik seperti yang kita pikirkan sejak 1575 hingga 1950 dari Monteverdi ke Bach ke Stravinsky, Rachmaninoff, dan seterusnya tidak lagi ditulis. Komponis kontemporer di konservatori musik tidak menciptakan jenis musik ini lagi tetapi menulis apa yang oleh banyak orang disebut sebagai musik seni abad ke-20 (sekarang abad ke-21).

Jadi kita memiliki Philip Glass dan John Cage dan komponis yang lebih baru dan kurang dikenal karena musiknya jarang dimainkan oleh orkestra simfoni. Ketika Copeland dan Bernstein berkomposisi, orkestra memainkan karya mereka dan masyarakat menikmatinya. Ini tampaknya semakin kurang dalam 40 tahun terakhir. Musik "klasik" kontemporer kebanyakan dipraktikkan di universitas; hampir tidak ada yang mendengarkan; itu mendekonstruksi harmoni, melodi, dan ritme, menjadikannya semua tidak dapat dikenali; ini adalah latihan intelektual murni dan menabung untuk organisasi balet *avant garde* yang langka, walau balum banyak ada yang menarik.

Argumen keempat bahwa musik sebagai adaptasi berasal dari spesies lain. Jika kita dapat menunjukkan bahwa spesies lain menggunakan musik untuk tujuan yang

sama, ini dapat memberikan argumen evolusi yang kuat. Akan tetapi, sangat penting untuk tidak melakukan *antropomorfisasi* perilaku hewan, menafsirkannya hanya dari perspektif budaya kita sendiri. Apa yang terdengar bagi kita seperti musik atau lagu mungkin pada hewan memiliki fungsi yang sangat berbeda dengan kita. Ketika kita melihat seekor anjing berguling-guling di rumput yang segar dengan senyum di wajahnya, kita berpikir, “Spike pasti benar-benar merasa bahagia.”

Kami menafsirkan perilaku berguling di rumput seperti yang kita ketahui tentang spesies, tanpa berhenti untuk mempertimbangkan bahwa itu mungkin berarti sesuatu yang berbeda untuk Spike dan spesiesnya. Anak-anak manusia berguling-guling di rumput, melakukan jungkir balik saat mereka bahagia. Anjing jantan berguling-guling di rumput ketika mereka menemukan bau yang menyengat di sana, lebih disukai dari pada binatang yang baru mati dan mereka menutupi bulunya dengan itu untuk membuat anjing lain berpikir bahwa mereka adalah pemburu yang terampil. Demikian pula, kicau burung yang terdengar menggembirakan bagi kita, tidak harus dimaksudkan seperti itu oleh burungnya atau ditafsirkan seperti itu oleh pendengar burung.

Namun dari semua panggilan spesies lain, kicau burung memegang posisi khusus pada rasa kagum dan intrik. Siapa di antara kita yang tidak duduk dan mendengarkan burung bernyanyi pada pagi musim semi dan menemukan keindahan, melodi serta struktur yang memikat? Aristoteles dan Mozart termasuk di antara mereka yang melakukannya; mereka menganggap lagu-lagu seekor burung sama dengan komposisi musik manusia. Tetapi mengapa kita menulis dan menampilkan musik? Apakah motivasi kita berbeda dari motivasi binatang?

Burung, paus, siamang, katak, dan spesies lain menggunakan vokalisasi untuk berbagai keperluan. Simpanse dan anjing padang rumput memiliki panggilan waspada untuk memperingatkan rekan-rekan mereka tentang predator yang mendekat dan

panggilan tersebut khusus untuk predator. Simpanse menggunakan vokalisasi untuk memberi sinyal elang yang mendekat (memberi tahu teman primata mereka untuk bersembunyi di bawah sesuatu) dan yang lain untuk menyiarkan adanya serbuan ular (memperingatkan teman-teman mereka untuk memanjat pohon). Burung jantan menggunakan vokalisasi untuk membangun wilayah; burung robin dan gagak menggunakan panggilan khusus untuk memperingatkan predator seperti anjing dan kucing.

Vokalisasi hewan lainnya lebih jelas terkait dengan pacaran. Pada burung penyanyi, umumnya jantan dari spesies yang bernyanyi dan untuk beberapa spesies, semakin besar repertoar maka, makin besar kemungkinan menarik pasangan. Ya, untuk burung penyanyi betina, memang masalah ukuran; bahwa ini menunjukkan kecerdasan burung jantan dan kalau diperluas, sumber gen burung yang berpotensi baik. Ini ditunjukkan dalam sebuah penelitian yang memperdengarkan lagu-lagu berbeda melalui pengeras suara untuk burung betina. Burung-burung berovulasi lebih cepat di hadapan repertoar kicauan besar dari pada di hadapan yang kecil. Beberapa burung penyanyi jantan akan menyanyikan lagu pacaran hingga mereka mati karena kelelahan.

Ahli bahasa menunjukkan sifat generatif dari musik manusia, kemampuan yang kita miliki yaitu komponen untuk membuat lagu baru dengan cara yang hampir tanpa batas. Ini bukan sifat manusia yang unik juga. Beberapa spesies burung menghasilkan lagu-lagu mereka dari repertoar suara-suara dasar, menciptakan melodi baru dan variasi serta pejantan yang menyanyikan lagu-lagu paling rumit biasanya adalah yang paling sukses dalam perkawinan. Fungsi musik dalam seleksi seksual memiliki analog dengan spesies lain.

Asal-usul evolusi musik ditetapkan karena hadir pada semua manusia (memenuhi kriteria ahli biologi yang tersebar luas dalam suatu spesies); sudah ada sejak

lama (membantah anggapan bahwa itu hanyalah pendengaran *cheesecake*); dan melibatkan struktur otak khusus termasuk sistem memori khusus yang dapat tetap berfungsi ketika sistem memori lain gagal (ketika sistem otak fisik berkembang pada semua manusia, kami berasumsi bahwa ia memiliki dasar evolusi); serta analog dengan permainan musik pada spesies lain.

Urutan berirama secara optimal merangsang jaringan saraf berulang di otak mamalia, termasuk pengulangan umpan balik di antara korteks motorik, otak kecil, dan daerah frontal. Sistem nada, transisi nada, dan akor dicocokkan pada sifat tertentu dari sistem pendengaran yang merupakan produk dunia fisik dari sifat inheren objek bergetar. Sistem pendengaran kita berkembang dengan cara bermain pada hubungan antara tangga nada dan serial nada. Kebaruan musik menarik perhatian, mengatasi kebosanan dan meningkatkan kemampuan anggota.

Teori seleksi alam Darwin direvolusi oleh penemuan gen, khususnya Watson dan penemuan Crick tentang struktur DNA. Mungkin kita menyaksikan revolusi lain dalam aspek evolusi yang tergantung pada perilaku sosial dan budaya. Tidak diragukan lagi salah satu penemuan yang paling banyak dikutip dalam ilmu saraf selama dua puluh tahun terakhir adalah neuron cermin di otak primata. Giacomo Rizzolatti, Leonardo Fogassi, dan Vittorio Gallese sedang mempelajari mekanisme otak yang bertanggung jawab atas gerakan-gerakan seperti menjangkau dan menggenggam pada monyet. Mereka membaca keluaran dari satu neuron di otak monyet saat meraih potongan makanan.

Pada satu titik, Fogassi meraih pisang dan neuron monyet yang sudah dikaitkan dengan gerakan mulai menembak. “Bagaimana mungkin ini terjadi, ketika monyet itu tidak bergerak?” Rizzolatti ingat tentang berpikir. “Awalnya kami pikir itu adalah kesalahan dalam pengukuran atau mungkin kegagalan peralatan, tapi semuanya beres

dan reaksi itu berulang lagi ketika kami mengulangi gerakan itu.” Satu dekade kerja keras itu menunjukkan bahwa primata, beberapa burung dan manusia memiliki cermin neuron yaitu, neuron yang menembak saat melakukan suatu tindakan juga ketika mengamati orang lain melakukan tindakan itu.

Tujuan dari neuron cermin adalah mungkin untuk melatih dan mempersiapkan organisme dalam membuat gerakan yang belum pernah dibuat sebelumnya. Kami menemukan neuron cermin di daerah Broca, bagian otak yang terlibat intim dalam berbicara dan belajar berbicara. Cermin neuron dapat menjelaskan misteri lama tentang bagaimana bayi belajar meniru wajah yang dilakukan orang tua. Ini juga dapat menjelaskan mengapa irama musik menggerakkan kita, baik secara emosional maupun fisik.

Kami belum memiliki bukti kuat, tetapi beberapa ahli saraf berspekulasi bahwa neuron cermin kita mungkin menyala ketika melihat atau mendengar musisi tampil. Ketika otak mencoba untuk mencari tahu bagaimana suara-suara itu terjadi dalam persiapan untuk mencerminkan atau gema mereka sebagai bagian dari sistem persinyalan. Banyak musisi dapat memainkan kembali musik pada instrumen mereka setelah hanya mendengarkan sekali saja.

Neuron cermin kemungkinan terlibat dalam kemampuan ini. Gen adalah sesuatu yang memiliki resep protein antara individu dan lintas generasi. Mungkin cermin neuron jaman sekarang seperti konser dengan lembaran musik, CD dan iPod, akan berubah menjadi pembawa pesan fundamental musik lintas individu dan generasi, memungkinkan jenis khusus evolusi budaya melalui pengembangan keyakinan, obsesi, dan semua cabang seni.

Bagi banyak spesies yang sendirian, kemampuan untuk meritualkan aspek kebugaran tertentu dalam tampilan aktivitas pacaran yang masuk akal karena calon

pasangan hanya dapat bertemu satu sama lain selama beberapa menit. Tetapi dalam masyarakat yang sangat sosial seperti kita, mengapa perlu menunjukkan kebahagiaan melalui cara yang sangat bergaya dan simbolis seperti menari dan menyanyi? Karena manusia hidup dalam kelompok sosial dan memiliki banyak kesempatan untuk saling mengamati dalam berbagai situasi serta jangka waktu yang lama.

Mengapa musik dibutuhkan untuk menunjukkan kebahagiaan? Primata sangat sosial, hidup dalam kelompok, membentuk hubungan jangka panjang yang kompleks melibatkan strategi sosial. Pacaran Hominid mungkin adalah urusan jangka panjang. Musik, khususnya yang berkesan akan menyusup ke dalam benak calon pasangan, membuatnya berpikir tentang pelamarnya bahkan ketika dia sedang berburu dan membuat cenderung ke arahnya ketika kembali. Berbagai isyarat penguatan dari irama lagu yang baik, melodi, kontur menyebabkan musik menempel di kepala kita. Itulah alasan mengapa banyak mitos kuno, epos, dan bahkan Perjanjian Lama menetapkan musik sebagai persiapan untuk diturunkan melalui tradisi lisan dari generasi ke generasi. Sebagai alat untuk mengaktifkan pemikiran tertentu, musik tidak sebagus bahasa. Sebagai alat untuk membangkitkan perasaan dan emosi, musik lebih baik dari pada bahasa. Kombinasi keduanya — sebagaimana dicontohkan, terbaik ada dalam lagu cinta yaitu tampilan tentang pacaran merupakan yang terbaik.