

PUBLIKASI ILMIAH

**EKSPERIMENTASI *BEAT FREQUENCY* SEBAGAI LIMINAL
RITME DAN TIMBRE DALAM KARYA MUSIK SPEKTRAL**



PENCIPTAAN SENI

Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat magister
dalam bidang seni, minat utama musik Barat

Yayi Wira Pamungkas

NIM 1721040411

**PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT SENI INDONESIA YOGYAKARTA
2022**

EKSPERIMENTASI *BEAT FREQUENCY* SEBAGAI LIMINAL RITME DAN TIMBRE DALAM KARYA MUSIK SPEKTRAL

Yayi Wira Pamungkas¹, Djohan²

¹Prodi S-2 Seni, Penciptaan Seni, Musik Barat, Pascasarjana ISI Yogyakarta
yayiwirapamungkas@gmail.com

²Guru Besar Pascasarjana ISI Yogyakarta

ABSTRACT

The author considers that spectral musical works generally require a long time to move each part. This is due to the weak rhythm or timing aspect in spectral music because of the difficulty of producing independent and non-obscuring organic rhythm variations from the sound spectrum and the difficulty of connecting timbre (as a spectral musical preference) with rhythm (as the need to develop a spectral musical structure). Through a literature review, it was found that beat frequency is the liminal that connects timbre with rhythm. This study aims to determine and understand the meeting point of rhythm and timbre produced by beat frequency liminality and spectralism and to find a spectral musical composition technique that has a strong rhythm through beat frequency experiments.

Fluctuations in the amplitude of the beat frequency, based on the speed of the beat, can produce or affect the loudness of the sound. Beat frequency does not only play a role in influencing time and spatial elements, but also in timbre, where the elements of time, spatial, and timbre represent the involvement of all basic musical elements such as beat, rhythm, meter, tempo, sound space, and tone (frequency). Helmholtz's beat frequency theory is in line with the goals of spectralism in general and the author's goals in particular.

This study uses practice-led research with six stages of research that are correlated with each other, namely (1) data collection, (2) reflection, (3) experimentation, (4) synthesis, (5) composing music, and (6) revision. During this research, each stage always returns to the reflection stage (the process of understanding the context) to get further input or feedback.

From the three experimental results, it can be concluded that the formal consequences for composing spectral music that has a strong rhythm through beat frequency experiments are (1) the macro structure comes from the organic growth of rhythm and timbre produced by the liminality of the beat frequency in the sound spectrum, (2) the beat frequency is produced by each partial combination with dissonance intervals having a conception and perception relationship, and (3) flow, progression, and climax based on superposition and placement of the beat frequency complexity of the sound spectrum to be used as material.

Keywords: *spectral music, liminal rhythm and timbre, beat frequency*

ABSTRAK

Penulis meninjau bahwa karya musik spektral pada umumnya membutuhkan waktu yang panjang untuk menggerakkan setiap bagiannya. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ritme atau aspek waktu dalam musik spektral

karena sulitnya menghasilkan variasi ritme organik yang dapat independen dan tidak saling mengaburkan dari spektrum bunyi serta sulitnya menghubungkan timbre (sebagai preferensi musik spektral) dengan ritme (sebagai kebutuhan untuk mengembangkan struktur musik spektral). Melalui tinjauan literatur, ditemukan peluang *beat frequency* sebagai liminal yang menghubungkan timbre dengan ritme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami titik temu ritme dan timbre yang dihasilkan oleh liminalitas *beat frequency* dan spektralisme serta menemukan teknik komposisi musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency*.

Fluktuasi amplitudo dari *beat frequency*, berdasarkan kecepatan ketukannya dapat menghasilkan atau memengaruhi kekasaran bunyi. *Beat frequency* tidak hanya berperan dalam memengaruhi unsur waktu dan spasial saja, tetapi juga pada timbre, di mana unsur waktu, spasial, dan timbre mewakili keterlibatan semua elemen musik dasar seperti ketukan, ritme, metrum, tempo, ruang bunyi, dan nada (frekuensi). Teori *beat frequency* Helmholtz ini sejalan dengan tujuan spektralisme secara umum dan tujuan penulis secara khusus.

Penelitian ini menggunakan *practice-led research* dengan enam tahap penelitian yang berkorelasi satu sama lain, yaitu (1) pengumpulan data, (2) refleksi, (3) eksperimen, (4) sintesis, (5) penciptaan musik, dan (6) revisi. Selama penelitian ini, setiap tahap selalu kembali ke tahap refleksi (proses memahami konteks) untuk mendapat masukan atau umpan balik lebih lanjut.

Dari ketiga hasil eksperimen disimpulkan bahwa konsekuensi formal untuk menciptakan musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency*, yaitu (1) struktur makro berasal dari pertumbuhan organik ritme dan timbre yang dihasilkan oleh liminalitas *beat frequency* dalam spektrum bunyi, (2) *beat frequency* yang dihasilkan oleh setiap kombinasi parsial yang berinterval disonansi mempunyai hubungan konsepsi dan persepsi, dan (3) pengaliran, progresivitas, dan klimaks berbasis superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency* dari spektrum bunyi yang akan digunakan sebagai bahan.

Kata kunci: musik spektral, liminal ritme dan timbre, frekuensi ketukan

PENDAHULUAN

Para komponis yang tergabung dalam “gerakan musik spektral” memulai karir pada periode politik yang tidak stabil di Prancis antara tahun 1962 sampai 1974, yaitu pada masa pemerintahan Charles de Gaulle dan Georges Pompidou (Republik ke-5 atau 'Republik Gaullist'). Pada pertengahan tahun 1960-an, kebijakan ekonomi pemerintah mengakibatkan permusuhan rakyat Prancis. “Rencana Stabilisasi” 1-963 menyebabkan pengangguran untuk pertama kalinya sejak tahun 1945. Pada tahun 1967, peraturan pemerintahan Prancis yang otoriter menjadi bentuk perundang-undangan dan mengakibatkan rakyat menentang kebijakan presiden di setiap ranah. Protes dan pemogokan umum menyebabkan kejatuhan pemerintahan de Gaulle pada bulan Mei 1968.

Revolusi Mei 1968 menginspirasi Gérard Grisey, Tristan Murail, Hugues Dufourt, dan Horațiu Rădulescu untuk merevitalisasi kebuntuan perkembangan musik kontemporer saat itu, sebagai misal, hegemoni serialisme atau musik

modernisme tinggi lain terkait dengan pola pikir industri. Mereka mewacanakan tentang perspektif musik baru yang relevan dengan peradaban abad ke-20 dan imajinasi pasca-industri, yaitu penggunaan timbre sebagai preferensi material musik serta penggunaan teknologi elektronik, transmisi, rekaman, komputer, dan pengolahan data sebagai media penciptaan musik. Tidak hanya para komponis Prancis, beberapa komponis non-Prancis juga ikut ambil bagian dan merasakan semangat revolusi yang sama. Mereka adalah Johannes Fritsch dan Mesias Maiguashca dari Jerman, Jonathan Harvey dari Inggris, serta Gilles Tremblay dan Claude Vivier dari Kanada.

Penggunaan timbre sebagai preferensi material musik sebenarnya telah diwacanakan sejak abad ke-19, dengan kemunculan analisis bunyi Fourier (*spectrum analysis*) untuk menganalisis bentuk fisik dari setiap sinyal bunyi. Sinyal bunyi diuraikan dalam deret harmonik (*overtone series*), beberapa komponis menjadikan deret harmonik sebagai material musik (Moscovich, 1997, hal. 21). Dengan kata lain mereka merumuskan ide penciptaan musik *composing the sounds themselves and not composing only with sounds* (menciptakan musik dengan bahan bunyi itu sendiri, tidak hanya menciptakan musik dengan bunyi-bunyian saja) atau biasa disebut *the liberation of sound* (bunyi sebagai subjek, tidak hanya objek) (Risset, 2004, hal. 31). Konsep ini menitikberatkan pada fenomena akustik bunyi, persepsi manusia terhadap bunyi, respons psiko-fisiologis terhadap rangsangan bunyi, dan pilihan sumber bunyi. Preferensi ini berlangsung dari era Debussy, Varèse, Scelsi and Messiaen, tetapi baru pada spektralisme (awal tahun 1970-an) timbre (yang direpresentasikan oleh spektrum bunyi) tidak hanya sebagai material musik (Moscovich, 1997, hal. 21). Spektralisme masih dilakukan untuk berbagai kepentingan sampai sekarang, baik yang hanya menggunakan tekniknya saja untuk membuat material musik maupun pengembangan estetika musik spektral sendiri.

Spektralisme berhubungan dengan diskursus penciptaan musik yang menggunakan bahan organik dari bunyi, yaitu spektrum bunyi. Bagi para komponis musik spektral, spektrum bunyi menggantikan peranan besar harmoni, melodi, ritme, dan orkestrasi dalam struktur musik. Pembangunan struktur musik spektral berbasis pada spektrum bunyi yang bergerak dan berkembang melalui waktu sehingga spektrum bunyi memberikan pengaruh pada ritme, pengaliran, kontinuitas, progresivitas, momentum, dan klimaks (Moscovich, 1997, hal. 22). Oleh sebab itu, maka kompleksitas melodi dan nilai not bukan bagian yang penting dalam musik spektral. Hal ini berbeda dengan musik Barat pada era sebelumnya yang lebih membangun struktur musik berdasarkan sel atau motif (Rose, 1996, hal. 8). Walau setiap komponis mempunyai pemahaman dan tekniknya masing-masing dalam memahami dan merepresentasikan diskursus ini, tujuan mereka pada umumnya meliputi fokus pada persepsi manusia terhadap bunyi, penggunaan bahan organik dari bunyi, penggunaan deret harmonik dan *instrumental additive synthesis* (mengadaptasi timbre dari sumber bunyi lain ke instrumen), dan akhirnya penggunaan pendekatan fenomena akustik bunyi dalam musik dengan teknik spektral (O'Callaghan, 2018, hal. 57).

Menurut beberapa pernyataan dan konsep di atas, material dan proses penciptaan musik spektral seharusnya didesain melalui pendekatan fenomena akustik bunyi sehingga terjalin hubungan semantis dan emosional antara spektrum

bunyi dan keseluruhan struktur musiknya. Sebagai misal, ritme x diadaptasi dari fenomena akustik bunyi dari spektrum bunyi x, dan sebagainya. Faktanya, spektralisme yang selama ini berlangsung tidak konsisten dengan pendekatan fenomena akustik bunyi.

Sebagian besar aspek harmoni dalam karya musik spektral menggunakan pendekatan yang lebih eksak seperti fisika bunyi, tetapi ritme yang disusun lebih berdasarkan intuisi atau interpretasi pribadi terhadap fenomena akustik bunyi (Lehman, 2012, hal. 12). Konsep liminal dalam penciptaan musik spektral yang menggabungkan spektralisme dengan teknik penyusunan ritme, bahkan teknik penyusunan melodi belum menyelesaikan masalah fleksibilitas aspek waktu dalam musik spektral. Liminalitas pada spektralisme sebelumnya justru membuat spektralisme hanya dimanfaatkan sebagai teknik untuk menghasilkan timbre saja (Anderson, 2000, hal. 21–22). Oleh sebab itu, maka perlu adanya jalan tengah yang menghubungkan timbre (sebagai preferensi musik spektral) dengan ritme (sebagai kebutuhan untuk mengembangkan struktur musik spektral).

Beat frequency pada umumnya hanya digunakan untuk menghasilkan ritme organik saja seperti dalam banyak karya Alvin Lucier. Melalui intro *Jour, contre-jour* karya Grisey, diketahui bahwa *beat frequency* dapat menghasilkan ritme dan timbre yang saling berhubungan. Berdasarkan kecepatan ketukannya, fluktuasi amplitudo dari *beat frequency* dapat menghasilkan atau memengaruhi kekasaran bunyi (Pressnitzer & McAdams, 2000, hal. 41–42). Walau demikian, ritme yang dihasilkan oleh *beat frequency* dalam *Jour, contre-jour* terdengar kabur. Penyusunan interval penghasil *beat frequency* yang digunakan hanya berfokus pada pertimbangan timbre *noise* serta kekasaran bunyi saja dan belum mempertimbangkan ritme atau variasi ritme.

Penulis meninjau bahwa karya musik spektral pada umumnya membutuhkan waktu yang panjang untuk menggerakkan setiap bagiannya. Hal ini disebabkan oleh lemahnya ritme atau aspek waktu dalam musik spektral karena musik spektral lebih berfokus pada dominasi timbre daripada kompleksitas melodi dan nilai not. Konsep liminal dalam penciptaan musik spektral yang menggabungkan spektralisme dengan teknik penyusunan ritme, bahkan teknik penyusunan melodi belum menyelesaikan masalah fleksibilitas aspek waktu dalam musik spektral. Liminalitas pada spektralisme sebelumnya justru membuat spektralisme hanya dimanfaatkan sebagai teknik untuk menghasilkan timbre saja. Hal ini menunjukkan bahwa liminalitas pada spektralisme sebelumnya cenderung tidak mempertimbangkan titik temu antara timbre, spektrum bunyi, dan keseluruhan struktur musiknya melalui pendekatan fenomena akustik bunyi.

Jika menggunakan pendekatan fenomena akustik bunyi seperti spektralisme klasik, maka masalahnya adalah sulitnya menghasilkan variasi ritme organik dari spektrum bunyi dan menghubungkan timbre (sebagai preferensi musik spektral) dengan ritme (sebagai kebutuhan untuk mengembangkan struktur musik spektral).

Berdasarkan *Jour, contre-jour*, penulis meninjau adanya kemungkinan mengembangkan ritme dengan *beat frequency* dari spektrum bunyi yang akan digunakan sebagai bahan. Penggunaan *beat frequency* juga memungkinkan penulis untuk menghasilkan variasi timbre *noise* dan kekasaran bunyi. Akan tetapi ada

masalah interferensi yang harus dipecahkan untuk menghasilkan variasi ritme dalam musik spektral. Jumlah dan deret parsial dalam spektrum bunyi yang kompleks menjadi tantangan untuk menghasilkan variasi ritme yang dapat independen dan tidak saling mengaburkan saat semua frekuensi dalam satu spektrum bunyi dibunyikan secara serentak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh dua pertanyaan penelitian. Pertanyaan pertama berhubungan dengan titik temu ritme dan timbre yang dihasilkan dari liminalitas *beat frequency* dan spektralisme. Kemudian pertanyaan kedua berhubungan dengan eksperimen *beat frequency* untuk menemukan teknik komposisi musik spektral yang mempunyai ritme kuat tanpa menghilangkan esensi musik spektral.

Menilik arah utama pertanyaan penelitian yang lebih mempertanyakan aspek praktis (menemukan teknik komposisi musik spektral melalui eksperimen), maka penelitian ini membutuhkan praktik yang melibatkan pengetahuan tentang musik spektral, ritme, dan *beat frequency*. Untuk menjawab hal yang kontekstual dan konseptual dari dua pertanyaan penelitian ini, setiap tahap penelitian direfleksikan secara berulang. Refleksi berulang bertujuan untuk mengevaluasi setiap tahap penelitian dan merumuskan berbagai cara alternatif. Peran praktik dan penelitian sama pentingnya dalam penelitian ini karena proses penelitian dipimpin oleh praktik sebagai stimulus utama. Oleh sebab itu, maka penulis memilih *practice-led research* sebagai pendekatan metode penelitian dalam penelitian ini.

Penulis mempunyai enam tahap penelitian yang berkorelasi satu sama lain, yaitu (1) pengumpulan data, (2) refleksi, (3) eksperimen, (4) sintesis, (5) penciptaan musik, dan (6) revisi. Selama penelitian ini, setiap tahap selalu kembali ke tahap refleksi (proses memahami konteks) untuk mendapat masukan atau umpan balik lebih lanjut. Diagram 1 menunjukkan enam tahap *practice-led research* dalam penelitian ini.

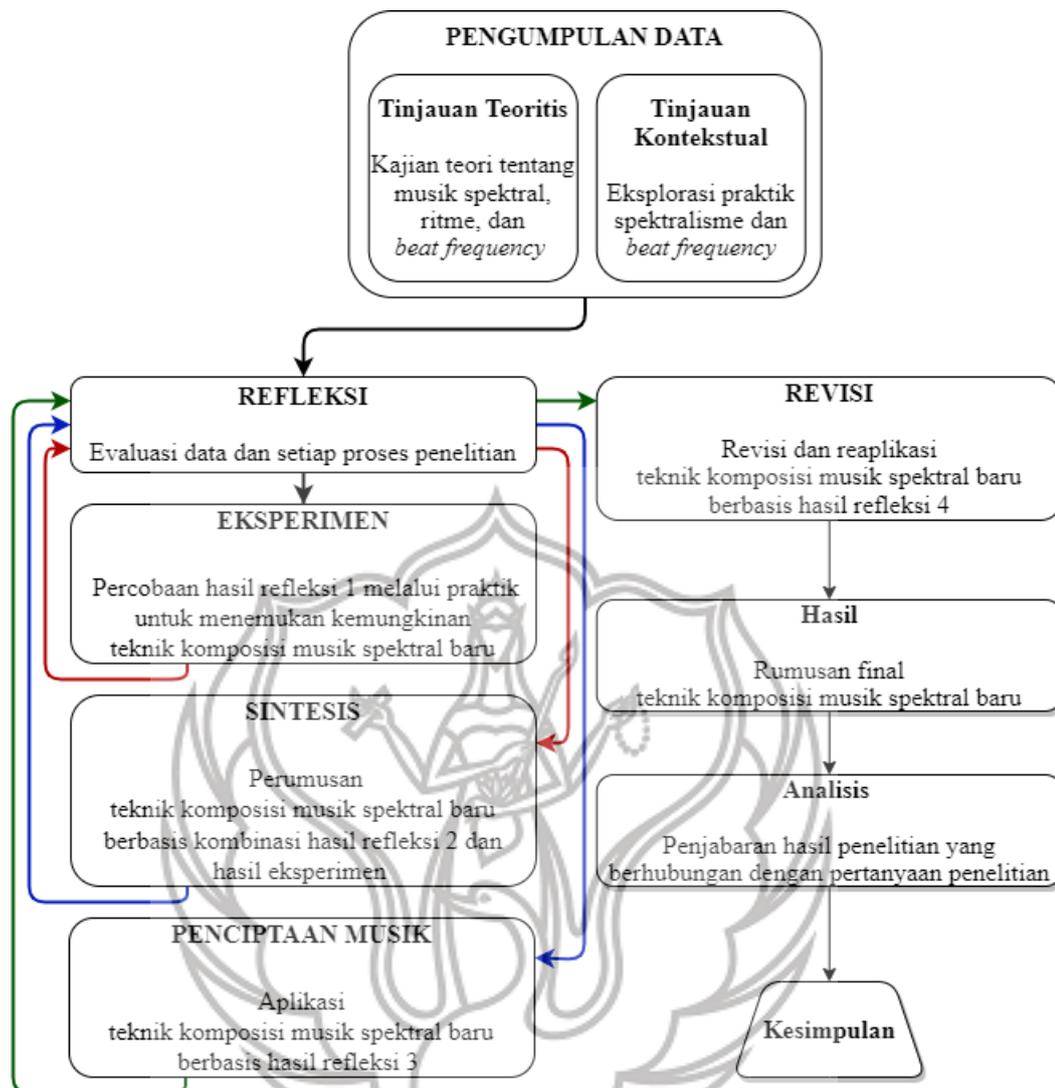


Diagram 1. Tahapan *Practice-led Research*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang tertulis pada bab pertama, material dan proses penciptaan musik spektral seharusnya didesain melalui pendekatan fenomena akustik bunyi sehingga terjalin hubungan semantis dan emosional antara spektrum bunyi dan keseluruhan struktur musiknya. Walau penelitian ini berfokus pada eksperimen *beat frequency* sebagai liminal ritme dan timbre dalam karya musik spektral, penelitian ini juga menghasilkan konsekuensi formal yang koheren antara konsekuensi harmonik/timbre, konsekuensi temporal, dan konsekuensi formal untuk melengkapi rumusan teknik komposisi musik spektral baru.¹ Sebelum

¹ Konsekuensi formal di sini diartikan sebagai kaidah formal. Penulis menghindari istilah kaidah karena sebenarnya konsekuensi formal dalam spektralisme lebih bersifat akibat daripada sesuatu yang dirumuskan. Dengan kata lain, rumusan teknik komposisi musik spektral baru yang dihasilkan oleh penelitian ini merupakan akibat dari preferensi akustik yang dipilih. Sebagai misal, preferensi

membahas konsekuensi formal dalam musik penelitian ini, penulis menjabarkan teknik komposisi musik spektral baru hasil tiga eksperimen *beat frequency* yang tertulis pada bab ketiga.

Setiap eksperimen dalam penelitian ini menghasilkan teknik komposisi musik baru yang sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu teknik komposisi musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency* untuk mengetahui dan memahami titik temu ritme dan timbre yang dihasilkan oleh liminalitas *beat frequency* dan spektralisme.

Eksperimen 1 menghasilkan teknik penumbuhan organik ritme dan timbre melalui mimesis pola ritme kekasaran bunyi yang dihasilkan oleh kombinasi fundamental (98,5368 Hz atau G2+9c) dan parsial ke-2 (141,197 Hz atau C#3+32c) serta pola tidak stabil/aperiodik yang dihasilkan oleh penyusunan kemunculan parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu. Kombinasi fundamental dan parsial ke-2 menghasilkan fluktuasi amplitudo dengan kecepatan 42,66 cps, diaugmentasi menjadi 10,66 cps yang didapat dari formula

$$\frac{\Delta f}{t} = \frac{|f1 - f2|}{t}$$

Keterangan:

Δf = kecepatan *beat frequency*

t = waktu (s) atau ketukan (b)

$f1$ = frekuensi yang lebih besar

$f2$ = frekuensi yang lebih kecil

Augmentasi dilakukan untuk mengonversi kompleksitas kekerasan bunyi dari *cycles per second* (cps) ke *notes per beat* (npb). Fluktuasi 42,66 cps terlalu cepat jika dibunyikan 42 not per detik sehingga rasa ritme sudah tidak terasa lagi. Oleh sebab itu, penulis membaginya menjadi empat sehingga satu ketukan menghasilkan pola ritme sepuluh *triplets* atau 10,66 cps atau 10 npb.



Notasi 1. Augmentasi Fluktuasi 42,66 cps ke 10 npb

Eksperimen ini juga menghasilkan teknik penyusunan progresivitas hierarki berbasis pertumbuhan organik ritme dan timbre. Kemunculan parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu menghasilkan aksentuasi yang dapat menggecohkan persepsi metrum sekaligus meningkatkan pertumbuhan timbre. Konsekuensi temporal dan konsekuensi harmonik/timbre demikian mempengaruhi penyusunan progresivitas hierarki, sebagai misal, progresivitas hierarki bagian A.

Bagian A dibuka dengan presentasi fundamental yang menjadi identitas dasar bunyi gong ageng. Identitas bunyi gong ageng diperinci dengan presentasi parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu. Aksentuasi yang semakin

akustik yang dipilih adalah poliritme organik yang dihasilkan oleh berbagai kombinasi *beat frequency*, maka ada konsekuensi (akibat) harmonik/timbre yang mengiringinya.

mengecohkan yang dihasilkan oleh presentasi parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu menggerakkan persepsi ritme sampai ke bagian akhir yang menjadi kejutan atau klimaks pada bagian A. Presentasi superposisi semua parsial terkuat merupakan bagian akhir yang menyimpulkan sebenarnya spektrum bunyi apa yang ingin direpresentasikan. Berdasarkan penyusunan ini, dihasilkan sebuah alur yang merunut, koheren, dan progresif.

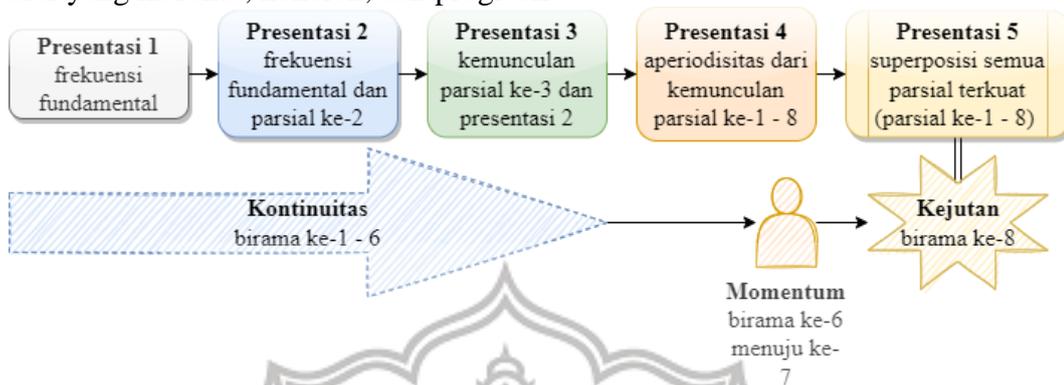


Diagram 2. Progresivitas Hierarki Bagian A

Eksperimen 2 menghasilkan teknik metafora penyusunan ritme yang distimulasi oleh *beat frequency* hasil setiap kombinasi parsial berinterval disonansi dari spektrum bunyi gong ageng. Sebagai misal, pola ritme dalam Notasi 2 dihasilkan berdasarkan kombinasi p9 dan ip17 ditambah p10 dan ip19.

Pola ritme *septuplet* not seperenambelas merupakan representasi dari 7,75 cps yang dihasilkan oleh augmentasi *beat frequency* kombinasi p9 dan ip17. Diketahui p9 = 592,065 Hz (D5+14C) dan ip17 = 1153,13 Hz x ½ = 576,565 Hz. Jika *beat frequency* kombinasi p9 dan ip17 = 592,065 Hz - 576,565 Hz = 15,5 cps, maka augmentasi dari 15,5 cps = 15,5 cps x ½ = 7,75 cps. 0,75 cps setara dengan 1333 ms. Walau periode 0,75 cps dari *septuplet* not seperenambelas belum melewati ambang batas terbawah persepsi ritme, ritme yang dihasilkan terlalu mikroskopis sehingga sulit untuk didengar. Oleh sebab itu, penulis hanya menggunakan *septuplet* not seperenambelas untuk merepresentasikan 7,75 cps.

Pola ritme *grouping* empat not seperenambelas merupakan representasi dari 4,68 cps yang dihasilkan oleh augmentasi *beat frequency* kombinasi p10 dan ip19. Diketahui p10 = 648,879 Hz (E5-27C) dan ip19 = 1316,47 Hz x ½ = 658,235 Hz. Jika *beat frequency* kombinasi p10 dan ip19 = 658,235 Hz - 648,879 Hz = 9,36 cps, maka augmentasi dari 9,36 cps = 9,36 cps x ½ = 4,68 cps. 0,68 cps setara dengan 1471 ms. Walau periode 0,68 cps dari *grouping* empat not seperenambelas belum melewati ambang batas terbawah persepsi ritme, ritme yang dihasilkan terlalu mikroskopis sehingga sulit untuk didengar. Oleh sebab itu, penulis hanya menggunakan *grouping* empat not seperenambelas untuk merepresentasikan 4,68 cps.



Notasi 2. Pola Ritme *Septuplet* Not Seperenambelas dan *Grouping* Empat Not Seperenambelas Dari Augmentasi p9 dan ip17 serta p10 dan ip19

Pada hakikatnya pengalaman musikal merupakan pengalaman temporal terhadap bunyi musikal dalam jangka waktu tertentu. Oleh sebab itu, maka unsur musik yang berhubungan dengan waktu merupakan unsur musik yang paling penting selain unsur bunyi itu sendiri. Kompleksitas unsur waktu dalam konteks spektralisme bukan sesuatu yang harus diprioritaskan. Walau demikian, ada argumen yang melatarbelakangi penulis untuk tetap memprioritaskan unsur waktu dalam musik spektral. Eksperimen 3 membuktikan bahwa semakin kompleks spektrum bunyi, maka semakin kuat unsur waktu di dalamnya.

Eksperimen ini menghasilkan poliritme dengan menggunakan sembilan kemungkinan *beat frequency* yang terjadi di antara p5 dan p6 dalam spektrum bunyi gong ageng melalui teknik *frequency modulation*. Berdasarkan hasil analisis yang lebih mikroskopis daripada metode sebelumnya, ada sembilan kemungkinan *beat frequency* yang terjadi di antara p5 dan p6 dalam spektrum bunyi gong ageng. Dari sembilan frekuensi yang ada, penulis hanya menggunakan lima frekuensi sebagai modulator. Lima modulator yang dipilih akan memodulasi p5 sehingga menghasilkan pola ritmenya masing-masing.

Pola ritme yang dihasilkan membentuk poliritme yang independen saat semuanya bertemu dalam satu momen. Walau demikian, poliritme menjadi kekasaran bunyi saat fluktuasi modulasi dari p5 dan m8 bertumpuk. Berikut merupakan detail fluktuasi yang terjadi oleh p5 dengan m1, m2, m3, m5 dan m8.

- FM1 = p5 dan m1 = 349,915 Hz - 345,142 Hz = 4,773 cps
- FM2 = p5 dan m2 = 355,298 Hz - 345,142 Hz = 10,156 cps
- FM3 = p5 dan m3 = 360,681 Hz - 345,142 Hz = 15,539 cps
- FM4 = p5 dan m5 = 371,448 Hz - 345,142 Hz = 26,306 cps
- FM5 = p5 dan m8 = 387,598 Hz - 345,142 Hz = 42,456 cps

Untuk memperluas spektrum FM1 diatas, formula yang digunakan

$$F_i = |c \pm (m \cdot i)|$$

Formula di atas menghasilkan *summation tones* dan *difference tones* yang dapat digunakan sebagai perluasan spektrum bunyi gong ageng.

<i>Summation Tones</i>	<i>Difference Tones</i>
St1 = 695,057 Hz (F5-8C)	Dt1 = 4,77 cps

St2 = 1040,199 Hz (C6-10C)	Dt2 = 340,369 Hz (F4-44C)
St3 = 1385,341 Hz (F6-14C)	Dt3 = 685,511 Hz (F5-32C)
St4 = 1730,483 Hz (A6-29C)	Dt4 = 1030,653 Hz (C6-26C)
St5 = 2075,625 Hz (C7-14C)	Dt5 = 1375,795 Hz (F6-26C)

Tabel 1. St dan Dt dari FM1

Setelah dilakukan tiga eksperimen, dihasilkan tiga konsekuensi formal baru sebagai liminal yang mempengaruhi dua konsekuensi lainnya sekaligus. Secara garis besar, tiga konsekuensi formal yang dihasilkan sebagai berikut.

1. Struktur makro berasal dari pertumbuhan organik ritme dan timbre yang dihasilkan oleh liminalitas *beat frequency* dalam spektrum bunyi.
2. *Beat frequency* yang dihasilkan oleh setiap kombinasi parsial berinterval disonansi mempunyai hubungan konsepsi dan persepsi.
3. Pengaliran, progresivitas, dan klimaks berbasis superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency* dari spektrum bunyi yang akan digunakan sebagai bahan.

Mengacu kepada penelitian Daniel Pressnitzer dan Stephen McAdams (2000), fundamental dan parsial ke-2 yang berinterval *tritone* serta dominasi parsial berinterval disonansi (dalam klaster *Major 2nd* dan *minor 2nd*) menunjukkan bahwa bunyi gong ageng mempunyai *beat frequency* yang kuat. Potensi ini telah menjadi modal utama untuk menghasilkan variasi ritme organik dari spektrum bunyi dan menghubungkan timbre (sebagai preferensi musik spektral) dengan ritme (sebagai kebutuhan untuk mengembangkan struktur musik spektral). Walau demikian, perlu digarisbawahi bahwa penciptaan musik spektral mempunyai konsekuensi formal yang berhubungan dengan bagaimana estetika musik spektral dapat tercapai.

Seperti yang tertulis pada bab ketiga, penulis selalu mengacu pada pendekatan Prancis sebagai dasar spektralisme tanpa menyampingkan fakta bahwa musik spektral juga dikembangkan oleh tiga pendekatan lainnya. Meninjau tiga konsekuensi formal baru hasil penelitian ini, ada implikasi beberapa poin dasar spektralisme dari empat pendekatan spektralisme yang melebur.

Konsekuensi formal 1 cenderung berfokus pada kualitas fenomena akustik bunyi dari spektrum bunyi. Hal ini berarti bahwa sumber bunyi yang digunakan sebagai bahan sangat menentukan kualitas fenomena akustik bunyi yang dihasilkan. Jika sumber bunyi yang digunakan telah mempunyai potensi akustik yang kompleks, maka struktur makro yang dihasilkan akan lebih dinamis daripada yang menggunakan sumber bunyi yang simpel.

Kedinamisan yang dimaksud merupakan kedinamisan ritme yang dihasilkan oleh implikasi *beat frequency* dalam spektrum bunyi gong ageng. Ditinjau dari dua puluh empat parsial terkuat bunyi gong ageng, terdapat sembilan belas kemungkinan *beat frequency* yang dapat terjadi berdasarkan sembilan belas kombinasi parsial berinterval disonansi. Sembilan belas kemungkinan *beat frequency* diklasifikasi berdasarkan klaster jenis intervalnya, yaitu klaster *tritone*, klaster *Major 2nd* deret 1, klaster *Major 2nd* deret 2, dan klaster *minor 2nd*.

Parsial	Frekuensi (Hz)	Scientific Notation	Klaster Interval
Fundamental/1	98,5368 Hz	(G2+9c)	<i>Tritone</i>
2	141,197 Hz	(C#3+32C)	
3	203,372 Hz	(G#3-36C)	
4	257,334 Hz	(C4-29C)	<i>Major 2nd</i>
5	345,142 Hz	(F4-20C)	
6	398,665 Hz	(G4+29C)	
7	442,158 Hz	(A4+8C)	
8	504,997 Hz	(B4+39C)	
9	592,065 Hz	(D5+14C)	<i>Major 2nd</i>
10	648,879 Hz	(E5-27C)	
11	700,302 Hz	(F5+5C)	
12	783,389 Hz	(G5-1C)	
13	883,384 Hz	(A5+7C)	
14	979,885 Hz	(B5-14C)	
15	1034,26 Hz	(C6-20C)	<i>minor 2nd</i>
16	1087,94 Hz	(C#6-33C)	
17	1153,13 Hz	(D6-32C)	
18	1260,91 Hz	(D#6+23C)	
19	1316,47 Hz	(E6-3C)	
20	1399,74 Hz	(F6+4C)	
21	1496,24 Hz	(F#6+19C)	
22	1549,18 Hz	(G8-21C)	
23	1647,58 Hz	(G#6-14C)	
24	1787,65 Hz	(A6+27C)	

Tabel 2. Sembilan Belas Kemungkinan *Beat Frequency*

Pada hakikatnya kecenderungan berfokus pada kualitas fenomena akustik bunyi dari spektrum bunyi merupakan tujuan utama spektralisme untuk merealisasikan wacana estetika musik spektral, yaitu menitikberatkan pada fenomena akustik bunyi, persepsi manusia terhadap bunyi, respons psiko-fisiologis terhadap rangsangan bunyi, dan pilihan sumber bunyi. Diketahui bahwa timbre menjadi keluaran dominan yang dihasilkan oleh konsep ini. Jika musik spektral pada umumnya mempunyai material musik yang berasal dari representasi pertumbuhan organik timbre spektrum bunyi, maka musik penelitian ini mempunyai material musik dari pertumbuhan organik liminalitas ritme dan timbre yang dihasilkan oleh implikasi *beat frequency* dalam spektrum bunyi. Hal ini sejalan dengan teori *beat frequency* Helmholtz yang tertulis dalam penelitian Pantelis N. Vassilakis (2005) dan Daniel Pressnitzer dan Stephen McAdams (2000) bahwa ada kemelekatan antara ritme dan timbre sebagai sebuah liminal atau keadaan di antara. *Beat frequency* membuat posisi ritme dan timbre berada dalam satu ruang yang sama dan bersifat liminal sehingga tidak ada lagi ruang khusus ritme atau ruang khusus timbre.

Konsekuensi formal 2 menghubungkan antara konsepsi dan persepsi dari *beat frequency* yang dihasilkan oleh setiap kombinasi parsial berinterval disonansi dari spektrum bunyi gong ageng. Secara akustik, konsepsi bunyi dalam musik pada umumnya mempertimbangkan bagaimana bunyi dapat merangsang persepsi musikal pendengarnya. Sebagai misal, nada yang dipilih tidak lebih rendah dari 20 Hz untuk dapat terdengar.

Augmentasi fluktuasi merupakan penyesuaian konsepsi *beat frequency* dengan ambang batas persepsi manusia dalam menangkap bunyi (kecepatan fluktuasi atau periode bunyi) berdasarkan penelitian Justin London (2002). Diketahui bahwa fluktuasi yang dihasilkan oleh kombinasi fundamental (98,5368 Hz atau G2+9c) dan parsial ke-2 (141,197 Hz atau C#3+32c) adalah 42,66 cps. Fluktuasi 42,66 cps setara dengan periode 23,44 ms. Jika mengacu kepada penelitian Justin London (2002), maka periode 23,44 ms tidak efektif secara persepsual atau terlalu cepat karena ambang batas periode tercepat adalah 100 ms. Oleh sebab itu, penulis menyesuaikan konsepsi dengan mengaugmentasikannya sehingga menjadi 10,66 cps yang setara dengan 93,80 ms. Walau periode 93,80 ms sebenarnya sudah lebih cepat dari ambang batas periode, tetapi penulis tetap menggunakan fluktuasi 10,66 cps karena kecepatan periodenya tidak terlalu jauh dari ambang batas dan rasa metrum dapat lebih dirasakan daripada sebelum fluktuasi diaugmentasi.

Pola tidak stabil/aperiodik yang dihasilkan oleh penyusunan kemunculan parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu juga merupakan penyesuaian konsepsi harmonik/timbre dengan stimulasi persepsi ritme. Kemunculan parsial yang frekuensinya lebih tinggi secara satu per satu menghasilkan aksent yang dapat mengecohkan persepsi metrum. Membaca notasi sekaligus mendengarkan dua bar awal musik penelitian ini, persepsi ketukan diarahkan untuk mengerti bahwa musik penelitian ini mempunyai tempo yang kecepatan ketukannya sama dengan detik dalam birama 4/4.

A. = 60

Notasi 3. *Part Piano* Bar 1 dan 2

Pada bar ketiga dan selanjutnya, pola tidak stabil/aperiodik yang dihasilkan oleh penyusunan kemunculan parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu mulai dimunculkan dengan dua tujuan. Tujuan pertama berhubungan dengan

konsekuensi formal 1 dan tujuan kedua berhubungan dengan konsekuensi formal 2. Seperti yang dilakukan oleh Grisey dalam *Partiels*, penulis ingin mendemonstrasikan parsial terkuat apa saja yang terlibat dalam pembentukan bunyi gong ageng dan bagaimana pertumbuhan organik timbre saat parsial satu per satu muncul sampai representasi bunyi gong ageng terbentuk.

Pergeseran persepsi ketukan dan metrum akibat aksen yang dihasilkan oleh pertumbuhan organik timbre melalui kemunculan parsial kelompok klaster *Major 2nd* secara satu per satu yang muncul di luar ketukan (*offbeat*). Perubahan persepsi metrum yang terjadi adalah dari 4/4 pada bar kedua ke 6/8 pada bar ketiga dan rasa metrum melebur secara bertahap pada bar keempat sampai keenam. Not pada bar ketiga diwarnai biru dan merah sebagai tanda adanya perubahan metrum dari 4/4 ke 6/8.

Notasi 4. Part Piano Bar 2 dan 3

Konsekuensi formal 3 berfokus pada pengaliran, progresivitas, dan klimaks berbasis superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency* dari spektrum bunyi gong ageng. Untuk menciptakan musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency*, superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency* dari spektrum bunyi gong ageng masih dibutuhkan. Hal yang perlu digarisbawahi adalah bagaimana penulis harus memastikan bahwa superposisi dan manipulasi yang dilakukan masih berhubungan dengan spektrum bunyi gong ageng. Konsekuensinya adalah penulis tidak melakukan superposisi dan manipulasi yang dapat menimbulkan bias persepsi harmonik seperti memunculkan frekuensi baru selain dari frekuensi yang terdapat dalam spektrum bunyi gong ageng. Bias persepsi harmonik dapat memutus pengaliran dan progresivitas struktur musik serta membuat klimaks tidak menjadi kesimpulan yang masuk akal. Dan oleh sebab itu, penulis memperluas spektrum bunyi gong ageng dengan teknik *frequency modulation*.

Interpolasi frekuensi modulator secara satu per satu meningkatkan kompleksitas ritme sekaligus kekasaran bunyi. Pengaliran, progresivitas, dan klimaks bagian B berbasis pada peningkatan poliritme *beat frequency* menuju ke kekasaran bunyi yang dihasilkan oleh interpolasi frekuensi modulator secara satu per satu. Pengaliran poliritme *beat frequency* pada bar 26–27, 31–33, 38–41, dan 47–51 direpresentasikan oleh gelombang sinus komputer. Sine Wave 1 sebagai

modulator yang memunculkan frekuensi modulator secara satu per satu dan Sine Wave 2 sebagai frekuensi pembawa/*carrier* (p5). Piano berfungsi sebagai stimulus atauantisipasi sebelum poliritme *beat frequency* dipresentasikan. Kekasaran bunyi pada bar 50–51 merupakan klimaks yang dihasilkan oleh superposisi semua frekuensi modulator secara simultan (sebagai kesimpulan dari kemunculan frekuensi modulator secara satu per satu), yaitu m1–m8.

The image shows two musical staves, Sine Wave 1 and Sine Wave 2, in 4/4 time. Sine Wave 1 has five measures with notes labeled m1, m1tom2, m1tom3, m1tom3,m5, and m1tom3,m5,m8. Sine Wave 2 has five measures with a note labeled p5. The notes are connected by a slur across all five measures.

Notasi 5. Pengaliran Poliritme *Beat Frequency* Pada Bar 47–51

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari dua puluh empat parsial terkuat bunyi gong ageng, terdapat sembilan belas kemungkinan *beat frequency* yang dapat terjadi berdasarkan sembilan belas kombinasi parsial berinterval disonansi. Sembilan belas kemungkinan *beat frequency* ini menghasilkan empat teknik komposisi untuk menciptakan musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency*.

Eksperimen 1 menghasilkan teknik penumbuhan organik ritme dan timbre melalui mimesis pola ritme *beat frequency* dan teknik penyusunan progresivitas hierarki berbasis pertumbuhan organik ritme dan timbre. Eksperimen 2 menghasilkan teknik metafora penyusunan ritme yang distimulasi *beat frequency*. Eksperimen 3 menghasilkan poliritme dengan teknik *frequency modulation* dan teknik pengaliran, progresivitas, dan klimaks berbasis superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency*.

Dari tiga hasil eksperimen disimpulkan bahwa konsekuensi formal untuk menciptakan musik spektral yang mempunyai ritme kuat melalui eksperimen *beat frequency*, yaitu (1) struktur makro berasal dari pertumbuhan organik ritme dan timbre yang dihasilkan oleh liminalitas *beat frequency* dalam spektrum bunyi, (2) *beat frequency* yang dihasilkan oleh setiap kombinasi parsial berinterval disonansi mempunyai hubungan konsepsi dan persepsi, dan (3) pengaliran, progresivitas, dan klimaks berbasis superposisi dan manipulasi kompleksitas *beat frequency* dari spektrum bunyi yang akan digunakan sebagai bahan.

Perbedaan signifikan musik spektral pada umumnya dan musik penelitian ini sebagai berikut. Jika musik spektral pada umumnya mempunyai material musik yang berasal dari representasi pertumbuhan organik timbre spektrum bunyi, maka musik penelitian ini mempunyai material musik dari pertumbuhan organik

liminalitas ritme dan timbre yang dihasilkan oleh implikasi *beat frequency* dalam spektrum bunyi. Hal ini sejalan dengan teori *beat frequency* Helmholtz yang tertulis dalam penelitian Pantelis N. Vassilakis (2005) dan Daniel Pressnitzer dan Stephen McAdams (2000) bahwa ada kemelekatan antara ritme dan timbre sebagai sebuah liminal atau keadaan di antara. *Beat frequency* membuat posisi ritme dan timbre berada dalam satu ruang yang sama dan bersifat liminal sehingga tidak ada lagi ruang khusus ritme atau ruang khusus timbre.

Berdasarkan proses dan hasil penelitian ini, ada dua hal yang perlu dipertimbangkan bagi peneliti atau komponis yang ingin meneliti atau menciptakan musik spektral. Peneliti yang ingin meneliti musik spektral disarankan untuk memahami spektralisme berdasarkan kajian historis dari spektral Prancis sampai yang terbaru untuk menghindari bias konteks dalam spektralisme. Jika dibutuhkan teknik komposisi musik lain untuk menciptakan musik spektral, maka komponis perlu memastikan bahwa prinsip kerjanya sesuai dengan konsekuensi formal musik spektral. Untuk menghasilkan variasi ritme organik dengan *beat frequency*, peneliti atau komponis harus benar-benar memilih sumber bunyi yang telah mempunyai *beat frequency* yang kuat. Sintesis ulang yang berlebihan akan menghasilkan bunyi yang tidak lagi organik sehingga presentasi spektrum bunyi dan ritme yang dihasilkan tidak lagi berhubungan.

Peneliti selanjutnya dapat memanfaatkan teknik komposisi musik spektral hasil penelitian ini dengan pendekatan yang berbeda. Sebagai misal, menggunakan eksperimen *beat frequency* untuk menghasilkan poliritme yang lebih bervariasi atau untuk menghasilkan progresivitas hierarki, bahkan untuk desain bunyi baru. Sumber bunyi yang tidak terbatas, alat analisis yang semakin canggih, dan instrumen atau media yang lebih terbuka di masa depan dapat menjadi peluang untuk mengembangkan hasil penelitian ini atau hasil penelitian sebelumnya lebih jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. (2000). A provisional history of spectral music. *Contemporary Music Review*, 19(2), 7–22. <https://doi.org/10.1080/07494460000640231>
- Belet, B. (2008). Theoretical and formal continuity in James Tenney's music. *Contemporary Music Review*, 27(1), 23–45. <https://doi.org/10.1080/07494460701671517>
- Bouwer, F. L., Burgoyne, J. A., Odijk, D., Honing, H., & Grahn, J. A. (2018). What makes a rhythm complex? The influence of musical training and accent type on beat perception. *PLoS ONE*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190322>
- Cameron, D., & Grahn, J. (2020). Perception of Rhythm. In *The Cambridge Companion to Rhythm* (hal. 20–38). <https://doi.org/10.1017/9781108631730.004>
- Cipriani, A., & Giri, M. (2010). *Electronic Music and Sound Design: Theory and Practice with Max/MSP, Volume 1*. ConTempoNet s.a.s.
- Cook, T., Roy, A. R. K., & Welker, K. M. (2019). Music as an emotion regulation strategy: An examination of genres of music and their roles in emotion regulation. *Psychology of Music*, 47(1), 144–154.

<https://doi.org/10.1177/0305735617734627>

- Cross, J. (2018). Introduction: Spectral Thinking. *Twentieth-Century Music*, 15(1), 3–9. <https://doi.org/10.1017/S1478572218000038>
- Grisey, G., & Fineberg, J. (2000). Did you say spectral? *Contemporary Music Review*, 19(3), 1–3. <https://doi.org/10.1080/07494460000640311>
- Harder, H. (2012). Music on a Long Thin Wire. *Leonardo Music Journal*, 22(87), 85–88.
- Jakubowski, J. R. (2018). Spectral meter: Dramatizing entrainment and communicating form in g erard grisey’s vortex temporum i (1994-96). *Music Theory Online*, 24(2). <https://doi.org/10.30535/mto.24.2.1>
- Lehman, S. H. (2012). Liminality as a Framework for Composition: Rhythmic Thresholds, Spectral Harmonies and Afrological Improvisation. In *Columbia University*.
- London, J. (2002). Cognitive Constraints on Metric Systems: Some Observations and Hypotheses. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 19(4), 293–293. <https://doi.org/10.1111/j.1835-9310.1982.tb01239.x>
- Moscovich, V. (1997). French Spectral Music: an Introduction. *Tempo, New Series*, 200, 21–27.
- Murail, T. (2005). Target practice. *Contemporary Music Review*, 24(2–3), 149–171. <https://doi.org/10.1080/07494460500154814>
- O’Callaghan, J. (2018). Spectral Music and the Appeal to Nature. *Twentieth-Century Music*, 15(1), 57–73. <https://doi.org/10.1017/S1478572218000063>
- Overy, K. (2012). *Musical Rhythm for Linguists: A Response to Justin London*. 7(1), 12–16.
- Pressnitzer, D., & McAdams, S. (2000). Acoustics, Psychoacoustics and Spectral Music. *Contemporary Music Review*, 19(2), 33–59. <https://doi.org/10.1080/07494460000640251>
- Risset, J. C. (2004). The liberation of sound, art-science and the digital domain: Contacts with Edgard Var ese. *Contemporary Music Review*, 23(2), 27–54. <https://doi.org/10.1080/0749446042000204545>
- Rose, F. (1996). Introduction to the Pitch Organization of French Spectral Music. *Perspectives of New Music*, 34(2), 6. <https://doi.org/10.2307/833469>
- Surianu, H., & Fineberg, J. (2000). Romanian spectral music or another expression freed. *Contemporary Music Review*, 19(2), 23–32. <https://doi.org/10.1080/07494460000640241>
- Toop, R. (1979). Stockhausen and the sine-wave: The story of an ambiguous relationship. *Musical Quarterly*, 65(3), 379–391. <https://doi.org/10.1093/mq/LXV.3.379>
- Vassilakis, P. N. (2005). Auditory roughness as means of musical expression. *Selected Reports in Ethnomusicology*, 12(February), 119–144.
- Wannamaker, R. A. (2008). The spectral music of James Tenney. *Contemporary Music Review*, 27(1), 91–130. <https://doi.org/10.1080/07494460701671558>

GLOSARIUM

Berikut merupakan abreviasi dari istilah yang digunakan khusus untuk penelitian ini.

npb : *notes per beat*
p : parsial
ip : *inharmonicita partial*
m : modulator

Keterangan: abreviasi p, ip, dan m selalu didampingi oleh angka dibelakangnya yang menunjukkan urutan, sebagai misal, p1 = parsial 1/parsial pertama.

