

# Implementasi Konsep *Garap* Karawitan Jawa Dalam Perspektif Fraktal Pada Penciptaan Karya Musik Generatif

Harly Yoga Pradana

Institut Seni Indonesia Yogyakarta  
email: harlyyogapradana@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan konsep *garap* karawitan Jawa dalam penciptaan musik generatif. Eksplorasi ini dianggap dapat menjadi salah satu cara baru menghasilkan musik secara generatif berdasarkan kompleksitasnya. Diperlukan jembatan perspektif untuk mempertemukan kedua hal tersebut. Perspektif fraktal diasumsikan efektif digunakan untuk menginterpretasi konsep *garap* dalam konteks musik generatif. Namun, asumsi tersebut harus dibuktikan terlebih dahulu.

Gagasan Little (1993) tentang terdapatnya fenomena fraktal geometris pada struktur pola kolotomik karawitan Jawa menjadi awal keberangkatan penelitian ini. Perspektif fraktal kemudian digunakan untuk mencari aspek-aspek generatif yang terkandung dalam konsep *garap* karawitan Jawa. Mengacu pada teori musik generatif Lerdahl & Jackendoff (1983), analisis fraktal dirasa sangat berguna untuk menginterpretasi konsep *garap*. Sedangkan pengimplementasian kompleksitas dalam karya generatif merujuk pada konsep monodik yang digunakan oleh José Evangelista (1983) di karya *Clos de vie*.

Penelitian kualitatif ini menggunakan pendekatan *practice-led research* yang di dalamnya terdapat metode studi literatur, metode analisis fraktal, dan eksperimen. Proses penciptaan karya terdiri dari empat tahap, yaitu persiapan dan pengumpulan data, transformasi, implementasi, dan eksperimen. Setiap eksperimentasi yang dilakukan melalui proses refleksi yang berisi analisa, meninjau ulang, penyempurnaan dan pencatatan.

Ditemukan tiga aspek generatif pada konsep *garap* karawitan Jawa dilihat melalui perspektif fraktal. (1) aspek *irama*, (2) aspek gramatika, dan (3) aspek siklus. Berdasarkan eksperimentasi, terdapat tujuh kemungkinan implementasi paling optimal. Pertama, menggunakan data tanggal sebagai tema. Kedua, menyusun struktur data *array* durasi. Ketiga, menyusun struktur data *array* pengembangan nada. Keempat, pengembangan pola rekursif. Kelima, penyusunan pola saling terikat. Keenam, penggunaan teknik pewaktuan (*timing*). Ketujuh, pembuatan *complexity generator*.

**Kata kunci:** musik generatif, konsep *garap* karawitan Jawa, fraktal.

## ***Implementation of Javanese Karawitan's "Garap" Concept in Fractal Perspective on Generative Music Creation***

**Abstract:** This study aims to implement the concept of "garap" on Javanese Karawitan in the creative process of generative music. This exploration is considered to be one of the new ways to produce music generatively based on its complexity. However, this exploration requires a specific perspective to connect them. The fractal perspective is assumed to be effectively used to interpret the concept of "garap" in the context of generative music. And of course, it must be proven.

Little's (1993) idea about the geometric fractal phenomena in the structure of the Javanese gamelan colotomic pattern is the point of departure of this study. The fractal perspective is then used to explore the generative aspects contained in the concept of "garap". Referring to the generative music theory by Lerdahl & Jackendoff (1983), fractal analysis is considered very useful for interpreting the concept of "garap". The implementation of complexity in this works refers to the monodic concept used by José Evangelista (1983) in "Clos de Vie".

This qualitative research uses a practice-led research approach that includes literature study methods, fractal analysis methods, and experiments. The music creation process consists of four steps: preparation and data collection, transformation, implementation, and experimentation. Each experimentation is carried out through a process of reflection which contains analysis, review, refinement and recording.

As a result, three generative aspects have been found. (1) "irama", (2) grammar, and (3) cyclicals. Experimentation has resulted in several possible implementations of the generative aspects above. First, use the date data as the theme melody. Second, the creation of a duration array data structure. Third, the creation of an array data structure for the development of themes. Fourth,

*the development of recursive patterns. Fifth, the arrangement of interrelated patterns. Sixth, the use of timing techniques. Seventh, the creation of complexity generator.*

**Keywords:** *generative music, concept of "garap", Javanese karawitan, fractal.*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi komputer sangat mempengaruhi perkembangan musik saat ini. Komputer dapat membantu proses kreatif siapapun khususnya dalam hal ini adalah para komponis dan praktisi musik. Komputer juga kerap dijadikan sebagai media dan cara baru dalam proses penciptaan serta penyajian karya musik.

Otomatisasi dalam ranah penciptaan karya seni menggunakan peranti berteknologi tinggi semakin banyak dieksplorasi. Terutama dalam konteks seni generatif (*generative art*), khususnya yang berkembang di wilayah musik yaitu musik generatif (*generative music*). Efisiensi proses penciptaan dan tingkat produktivitas yang tinggi memberikan peluang sangat besar bagi musik generatif menjadi salah satu bentuk eksplorasi musik paling populer di masa depan. Terbukti dari banyaknya peminat terhadap pergelaran *live coding* maupun rilisan karya musik generatif di *DSP (Digital Streaming Platform)*.

Namun semaraknya praktik kesenian generatif di era teknologi ini menimbulkan dampak ketergantungan yang tinggi terhadap peranti canggih beserta segala fiturnya. Euforia terhadap tawaran kecanggihan dan kemudahan teknologi juga berpotensi menyebabkan disorientasi terhadap hakikat penciptaan karya seni itu sendiri. Praktisi justru cenderung sibuk dengan mencari kebaruan pada wilayah lapisan luarnya saja. Akan tetapi lupa dengan persoalan paling inti, yaitu membangun sistem yang kuat di atas segala aspek pendukung lainnya.

Tidak sedikit komponis yang kerap terjebak pada aktivitas "musikalisasi algoritma" semata. Yaitu mengubah hasil perhitungan komputer yang semula berupa data (angka) menjadi bunyi atau notasi menggunakan algoritma-algoritma umum dari wilayah sains. Atau justru menggunakan fitur *random* yang terlalu "liar" untuk menciptakan karya musik secara otomatis. Hal tersebut dapat mengakibatkan semakin berjaraknya komponis dengan karyanya sebagaimana dikhawatirkan oleh sebagian akademisi seperti McCormack, J., Bown, O., Dorin, A., McCabe, J., Monro, G., & Whitelaw, M. (2014), Peters (2010), Collins dan Brown (2009), Collins (2008). Oleh karena itu penggunaan fitur *random* perlu diatur sedemikian rupa sehingga komponis mempunyai peranan besar atas kemunculan bunyi di dalam karyanya.

Fenomena-fenomena tersebut di atas sangat kontradiktif dengan pendapat Galanter (2003) yang menyatakan bahwa seni generatif sudah ada sejak seni itu ada. Bahkan banyak sekali karya-karya seni yang bersifat generatif ada sebelum era komputer. Menurutny inti dari seni generatif bukan mengenai teknologi atau media yang digunakan, melainkan tentang bagaimana sebuah karya dapat tercipta berdasarkan sistem. Fenomena sehari-hari mulai dari yang sangat sederhana hingga

kompleks dapat diadaptasi menjadi sistem yang kuat. Artinya semua karya seni yang dapat terbentuk secara otomatis berdasarkan sistem dan kondisi awal baik menggunakan maupun tidak menggunakan peranti canggih, baik sederhana maupun rumit, karya-karya tersebut tergolong dalam karya generatif.

Mengacu pada pendapat di atas, karawitan Jawa dapat masuk ke dalam kategori seni (musik) generatif. Karena terdapat konsep *garap* pada karawitan Jawa yang bekerja berdasarkan sistem. Karawitan memiliki seperangkat instrumen yang dimainkan secara kolektif. Serta memiliki mekanisme/prinsip/prosedur permainan dengan mengacu pada balungan secara metodis dan terorganisir sehingga menjadi rajutan bunyi yang kompleks. Konsep *seleh*, *gatra*, dan struktur pola juga menjadi bagian dari sistem tersebut.

Oleh karena itu karawitan memiliki gramatika musikal dan tekstur yang unik. Permainan atau pertunjukan gending karawitan dapat menghadirkan kompleksitas yang tinggi dari hal sederhana. Permainan karawitan terdiri dari kumpulan pola sederhana namun dimainkan bersama-sama dan saling mengisi sehingga menjadi satu kesatuan yang kaya.

Penelitian Matthews (2018), Hastuti & Mustafa (2016), Becker & Becker (1982), Hastuti, Azhari, Musdholifah, & Supanggih (2008), Pradana (2021) berhasil memperlihatkan cara kerja *garap* karawitan Jawa memiliki sifat generatif. Di mana pada dasarnya segala bentuk permainan dalam karawitan adalah mengacu pada balungan sebagai melodi dasar komposisi gending. Suara yang dihasilkan selain balungan merupakan pengolahan potongan pola maupun pengembangan atau variasi dari balungan itu sendiri. Oleh karena itu, gramatika dan tekstur karawitan secara teknis tercipta karena adanya konsep saling mengembangkan pada *garap* yang merubah balungan menjadi jalinan bunyi yang kompleks dan penuh.

Sejauh ini, tektur musik pada karawitan sering digolongkan dalam kategori heterofoni di musik barat karena memiliki kesamaan konsep (Ishida, 2008). Teknik komposisi monodik merupakan salah satu teknik paling umum ditemui pada musik heterofonik (Tan, 2018). Yaitu mengolah/menyusun musik berdasarkan satu melodi utama (*cantus firmus*) secara berulang dengan sedikit perubahan di setiap pengulangannya (Napier, 2006). Proses *garap* dalam karawitan juga serupa, didukung pula bahwa karawitan merupakan kesenian yang bersifat siklis (Goldsworthy, 2005).

Walaupun bersifat heterofonik, monodik, dan siklis, karawitan memiliki karakteristik yang khas. Hal yang sangat membedakan adalah adanya konsep *garap*. Dibanding dengan teknik monodik pada musik heterofonik, *garap* karawitan cenderung bersifat lebih ketat. Gramatika musik pada karawitan Jawa terlihat sangat konsisten dengan penguasaan ritmik berdasarkan pecahan atau perbandingan 2, 4, 8, dan 16. Ini berlaku pada konsep *irama*, *padang-ulihan*, *gatra*, dan struktur

kolotomik yang menunjukkan bahwa struktur kalimat dalam karawitan Jawa bersifat patahan (*fractus*).

Sifat siklis pada karawitan juga menyebabkan tekstur musik karawitan terdiri dari pengembangan pola-pola sederhana secara rekursi bertingkat. Pola rekursi bertingkat yang dimaksud adalah bahwa terdapatnya pengulangan pola yang sama namun pola tersebut kemudian selalu berkembang pada besaran yang berbeda. Sifat patahan dan rekursi tersebut sangat dekat dengan konsep fraktal di dalam teori kekacauan (*chaos*) & serupa diri (*self-similarity*).

Sifat fraktal dan serupa diri dalam konsep *garap* sebenarnya menjadi aspek kunci yang membedakan karawitan dengan musik heterofonik lainnya. Selain konsep *seleh*, sistem tuning, *laras pelog-slendro*, aspek fraktal juga merupakan bagian penting dari sistem generatif pada karawitan sebagaimana telah disinggung di awal. Sayangnya, aspek ini masih jarang dibahas secara mendalam dibanding yang lain. Padahal, aspek fraktal yang terkandung di dalam konsep *garap* diasumsikan menjadi faktor utama untuk membangun kompleksitas yang sangat terikat satu sama lain. Tentu saja hal ini perlu dibuktikan.

Kompleksitas merupakan hal yang sangat penting dalam konteks komposisi musik. Kompleksitas merupakan salah satu nilai artistik yang selalu menjadi pertimbangan utama dalam mengekspresikan pesan pada sebuah karya (Boon, 2010) (Galanter, 2003). Oleh karena itu, ketatnya gramatika karawitan dirasa dapat menjadi salah satu cara untuk mengantisipasi permasalahan musik generatif di atas. Yaitu kecenderungan aktivitas "musikalisasi algoritma" dan pemanfaatan fitur *random* secara "liar". Namun patut dipertimbangkan bahwa musik bersifat siklis dengan gaya monodik terlalu ketat sangat berpotensi untuk menimbulkan kesan monoton dan naif.

Mengacu persoalan dan wacana di atas, penulis terinspirasi untuk melanjutkan eksplorasi gamelan generatif yang telah dilakukan oleh Kuffner (2008), Matthews (2014a), Hastuti dan Mustafa (2016) menuju wilayah komposisi musik generatif lebih luas. Sejauh penelusuran referensi yang telah dilakukan, penulis merasa terdapat beberapa kendala pada eksplorasi tersebut, yaitu memiliki hasil bunyi identik dengan gending karawitan asli. Artinya dibutuhkan teknik khusus untuk menghadirkan kompleksitas dengan mengatur keseimbangan antara kekacauan (*random*) dan kenaifan.

Oleh karena itu, eksperimentasi ini lebih fokus untuk mengeksplorasi fenomena serupa diri yang terkandung di dalam karawitan Jawa. Akan tetapi diperlukan jembatan teori untuk membedahnya agar diperoleh data yang konseptual. Sehingga fokus penelitian akan berada dalam perspektif fraktal untuk menginterpretasi konsep *garap* tersebut. Diharapkan penelitian ini dapat menunjukkan aspek-aspek generatif apa saja yang terdapat pada konsep *garap* karawitan Jawa jika dilihat melalui perspektif fraktal. Sehingga hasil



eksperimentasi dapat memberikan beberapa kemungkinan cara paling optimal untuk mengimplementasikannya ke dalam karya musik generatif.

## **METODE**

Penelitian ini berada dalam wilayah kualitatif dengan pendekatan *practice-led research* yang di dalamnya terdapat beberapa metode guna mengumpulkan data maupun analisis. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, metode analisis fraktal, dan eksperimen. Penelitian ini terdiri dari empat tahap.

Pertama, mempersiapkan materi-materi dengan mengkaji literatur dan karya yang berkaitan dengan semua topik penelitian. Kedua, meneliti dan melakukan transformasi konsep *garap* karawitan Jawa dengan menyesuaikan konteks musik generatif. Ketiga, mengimplementasikan hasil transformasi dalam bahasa pemrograman serta mengujinya melalui eksperimen. Keempat, merefleksikan hasil setiap eksperimentasi. Refleksi yang berisi analisa per tahap, meninjau ulang, penyempurnaan dan pencatatan.

### **1. Tahap Persiapan**

Tahap persiapan terdiri dari pengamatan fenomena, pengumpulan data teoritis, pengkajian referensi. Pengamatan fenomena yaitu melakukan pengamatan terhadap pergerakan *live coding*, karya-karya musik generatif, karya-karya gending karawitan Jawa, dan berdiskusi dengan beberapa praktisi musik generatif serta mentor di sanggar tempat penulis berlatih. Mengacu hasil pengamatan dan diskusi kemudian dilakukan pengumpulan data teoritis melalui penelitian terdahulu.

Berdasarkan penelusuran referensi ditemukan wacana bahwa Boden & Edmonds (2009) dan Collins & Brown (2009) mendiskusikan perbedaan antara musik algoritmik, musik elektronik, dan musik generatif yang tidak sependapat Galanter (2003) dan Collins (2008). Langston (1989), Fernandez & Vico (2013) memberikan pendapat tentang klasifikasi musik algoritmik dan generatif.

Precht, Laney, Willis, & Samuels (2014), Alsop (1999), Peters (2010), dan Little (1993) turut membahas bahwa terdapat relasi kuat antara musik dengan wilayah sains khususnya pada teori kekacauan. Brown, Gifford, & Davidson (2015) turut menawarkan gagasan untuk mempertimbangkan musik berbasis sistem dengan sudut pandang kognisi musik. Boon (2010) memberikan wacana bahwa gramatika musik dapat dilihat melalui kompleksitasnya, di mana Goldsworthy (2005) memperlihatkan bahwa aspek siklis berperan sangat penting dalam membangun kompleksitas tersebut.

Matthews (2018), Syarif & Hastuti (2015), Hastuti & Mustafa (2016), Hastuti & Musdholifah (2008), dan Becker & Becker (1982) memperlihatkan sistem kerja *garap* karawitan sangat algoritmik dan matematis. Seperti halnya dengan kesenian tradisi di wilayah lain juga sangat dapat dilihat sebagai fenomena algoritmik (Kretz, 2009), (Kuuskankare, 2009), (Elowsson & Friberg, 2012). Oleh karena itu karawitan Jawa dapat digolongkan sebagai seni generatif (Pradana, 2021). Merujuk

pada pendapat Wuorinen (2015) penulis melanjutkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan perspektif fraktal yang dirasa efisien untuk menginterpretasi konsep *garap* serta mengimplementasikannya pada penciptaan karya musik generatif.

Penelitian ini mengkaji beberapa karya musik terdahulu yang berkaitan dengan musik generatif, gamelan generatif, teknik monodik dalam musik heterofonik, dan musik berbasis fraktal. Seperti karya *Project Free Jazz* (Himpe, 2020) dan *Coldplay: Hypnotised* (Eno, 2017) yang merupakan karya musik generatif sebagaimana karya penulis. Karya *Pipilan* (Matthews, 2014), *Gamelatron* (Kuffner, 2008) dan *Automatic Gamelan* (Hastuti & Mustafa, 2016) menjadi referensi utama bentuk eksplorasi gamelan generatif. Karya *Clos de Vie* (Evangelista, 1983) dan *Tiba-Tiba Aku Harus Berhenti* (Koapaha, 2000) sebagai referensi utama penggunaan teknik monodik pada musik heterofonik. Kemudian karya *Fractal Music No. 1: "Iteration"* (Key, 2019) yang menjadi contoh penciptaan musik berbasis fraktal.

Berdasarkan kajian referensi di atas dapat ditarik benang merah tentang konsep utama musik generatif, yaitu:

- a. Sistem adalah penentu seni generatif.
  - b. Seni generatif bersifat "tumbuh". Terjadi proses perubahan yang berangsur-angsur dari kondisi awal hingga kondisi akhir.
  - c. Tidak membutuhkan kendali yang terlalu ketat terhadap setiap perubahan yang terjadi.
  - d. Bersifat indeterminasi.
  - e. Mencakup sistem yang kompleks maupun sederhana.
  - f. Bersifat otomatis.
2. Tahap Pengumpulan Data

Menurut Lerdahl & Jackendoff (1983:5-7) musik dalam perspektif linguistik, gramatika dapat dijadikan sebagai analogi sebuah sistem dalam musik generatif. Konsep gramatika dalam linguistik seperti struktur pola dalam musik. Gramatika dalam linguistik dan musik terdiri dari tiga hal utama, yaitu: (1) pengorganisasian nada dan ritme, (2) perbedaan dinamika dan timbre, dan (3) pengolahan tema/motif. Berdasarkan pemahaman inilah penulis melihat gramatika karawitan terbentuk dari struktur pola *garap*.

Struktur pola *garap* dalam perspektif fraktal terbentuk oleh dua faktor yaitu perbandingan tingkatan *irama* dan pembentuk struktur kalimat musik dalam konsep *padhang-ulihan*. *Irama* (gambar 1) berkaitan dengan lebar relatif *gatra*, yaitu tingkatan perbandingan isian/permainan *garap* terhadap balungan pada setiap *gatra* yang menentukan densitas dari sebuah permainan gending (Martopangrawit, 1975, hal. 1). Pada konsep *padhang-ulihan* terdapat dua hal yang sangat penting yaitu

*gatra* dan *seleh*, di mana sangat menentukan kedudukan hierarkis pembentukan kalimat musik dalam karawitan (gambar 2).

- a. 6532
- b. .6.5.3.2
- c. ...6...5...3...2
- d. ....6.....5.....3.....2
- e. ....6.....6.....5.....3.....2
- d. ....6.....5.....3.....2
- c. ...6...5...3...2
- b. .6.5.3.2
- a. 6532

**Gambar 1** Tingkat *irama*

Sumber: Pengetahuan karawitan I (Martopangrawit, 1975:1)

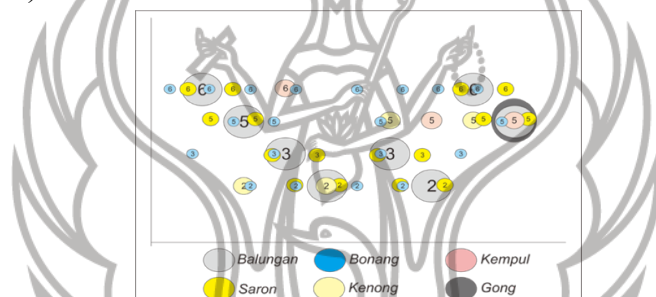
gatra I		gatra II			
padhang		ulihan			
3	2	3	1	3 2 1 6	irama lancar
3	2	3	1	3 2 1 6	irama tanggung
3	2	3	1	3 2 1 6	irama dados
. 3 . 2	. 3 . 1	. 3 . 2	. 1 . 6	. 3 . 2 . 1 . 6	irama wilet
. 3 . 2	. 3 . 1	. 3 . 2	. 1 . 6	. 3 . 2 . 1 . 6	irama rangkep
padhang	ulihan	padhang	ulihan		

**Gambar 2** Ilustrasi konsep *padhang-ulihan*

Sumber: Pengetahuan karawitan I (Martopangrawit, 1975, hal. 45)

### 2.1 Abstraksi Pola *Garap* Karawitan

Supaya dapat menganalisis konsep *garap* menggunakan perspektif fraktal maka diperlukan data yang bersifat konseptual. Data tersebut dapat diperoleh dengan memetakan keterkaitan antara beberapa hal seperti idiomatik instrumen, pola ritme, *irama*, dan teknik *garap*. Guna memastikan hal tersebut dilakukan analisis spektrum terhadap potongan dua *gatra* awal dari gending *lancaran Kebo Giro* (gambar 3).



**Gambar 3** Ilustrasi kontur melodi hasil *garap* dalam perspektif fraktal

Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

Terlihat kontur instrumen saron dan bonang berkuat pada nada balungan. Secara teknis, teknik *nacah* yang dimainkan saron memainkan setiap dua nada dengan tempo dua kali lebih cepat (*double/rangkep*) dari balungan. Misalnya pada dua nada awal, balungan memainkan nada 6 5 dan saron menjadi 6565. Kembangan ini merupakan bentuk variasi dari melodi balungan. Namun, tentu saja berbeda gending akan berbeda hasil spektrumnya. Untuk itu penulis membandingkan dengan hasil transkripsi potongan *cengkok Ayu Kuning* seperti pada gambar 4.

Mengacu pada kajian pustaka, dilakukan abstraksi (dalam ilmu komputer, abstraksi adalah proses representasi data dengan menyembunyikan rincian / detail agar dapat berfokus pada konsep tertentu saja pada satu waktu) terhadap data transkripsi tersebut. Abstraksi dilakukan agar data yang didapat bersifat kontekstual. Abstraksi lebih difokuskan pada struktur ritme utama yang tentunya berakibat simplifikasi pola jika dibandingkan dengan praktik lapangan (tabel 1).

Data abstraksi bersifat lebih umum, tidak hanya berlaku untuk jenis gending tertentu. Langkah selanjutnya adalah mengilustrasikan struktur pola gending

*lancaran* mengacu pada data abstraksi (gambar 5). Di mana bentuk gending *lancaran* adalah: (1) setiap satu gong-an terdiri dari 4 *gatra* (1 *gatra* berisi 4 pin (*beat*)), (2) setiap satu gong-an terdiri dari 4 kenong, (3) setiap satu gong-an terdiri dari 3 kempul, (4) setiap satu gong-an terdiri dari 8 kethuk, (5) setiap satu gong-an diakhiri dengan gong *suwukan* (kecil) atau gong *ageng* (besar).

a) . . . 6 . . . 2 i . 2 3 3 . . . 5 2 . . . 3 . i 6 3 . . . 3 2 . . . 3 1  
a - yu ku - ning ma - ya ma - ya

b) 6 i 3 2 6 3 2 1

c) . 3 . 1

d) . 6 i . 2 . 2 2 3 . 6 1 3 1 2 3 2 i

e) . . . 6 . . . 1 6 . 6 i . 6 i 6 2 3 . 2 3 2 1 6 5 6 2 . i 2 i  
. . 2 6 . . 5 1 . 2 3 . 2 3 5 2 . . 6 1 2 5 2 3 2 1 2 . 3 2 1 .

f) . . 216 2 3 2 1 3 6 1 6 3 . 2 1 6 5 3 2 2 1 3 1 3 1 3 1 . 6 1 2 6 5 . 3 5 3 5 6 1

g) 6 1 2 3 5 3 5 6 3 5 6 1 2 1 6 1 6 1 2 3 2 3 1 2 6 1 2 6 1 2 6 1 2 3 2 3 2 3 1 2 6 5 3 6 5 3 6 5 3 2 1 2 6 5 3 5 3 5 6 1 2 1

h) 6 6 1 i 6 6 1 i 3 3 2 2 3 3 2 2 6 6 3 3 6 6 3 3 2 2 1 1 2 2 1 1

Item	Instrument	Source
a	Gerongan	Martopangrawit, 1984 p. 113
b	Slenthem ( <i>balungan mlaku</i> )	Martopangrawit, 1984 p. 113
c	Slenthem ( <i>balungan nibani</i> )	Martopangrawit, 1984 p. 113
d	Rebab	Djumadi, 1986 p. 316
e	Gender	Martopangrawit, 1984 p. 113
f	Bonang ( <i>imbal/sekaran</i> )	Hartono (from lesson, 2012)
g	Gambang	Darsono in Scholz, 2004 p. 41
h	Peking ( <i>nacah rangkep</i> )	N/A (see §3.3.2.a)

**Gambar 4** Potongan interpretasi *cengkok Ayu Kuning*  
Sumber: *Adapting and Applying Central Javanese Gamelan Music Theory in Electroacoustic Composition and Performance* (Matthews, 2014:35)

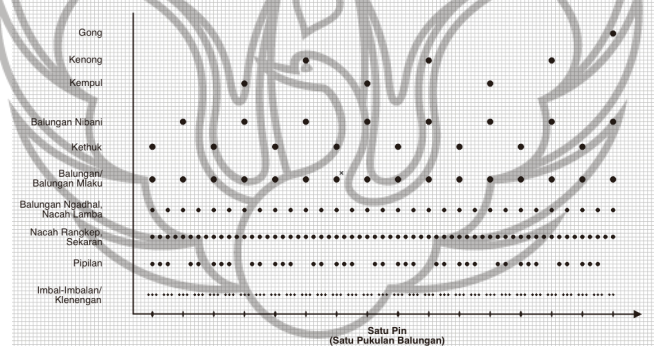
Tabel 1. Abstraksi Teknik Umum Dalam Karawitan (Pradana, 2021).

Ricikan/ Instrumen	Nama Teknik	Deskripsi	Abstraksi Struktur Pola (per 1 <i>gatra</i> )
Saron dan <i>ricikan</i> Balungan  Martopangrawit (1975:60) Dan Supanggih (2009:56-62)	Balungan <i>mlaku</i>	Permainan balungan sesuai dengan nada dan ketukan balungan-nya.	Balungan a b c d Pola garap a b c d
	Balungan <i>nibani</i>	Permainan balungan yang mengisi balungan <i>mlaku</i> , yaitu dengan berbunyi di ketukan genap menggunakan dua nada terakhir tiap <i>gatra</i> -nya.	Balungan a b c d Pola garap . c . d
	Balungan <i>ngadhal</i>	Permainan balungan dengan nilai nada setengah dari balungan <i>mlaku</i> .	Balungan a b c d Pola garap a y b y c y d
Saron <i>penerus</i> / <i>peking</i> (Sumarsam, 2018:43)	<i>Nacah lamba</i>	Memainkan balungan dengan membunyikan dua kali setiap nada pada balungan.	Balungan a b c d Pola garap a a b b c c d d
	<i>Nacah rangkep</i>	Memainkan balungan seperti <i>nacah lamba</i> namun dengan tempo dua kali lebih cepat.	Balungan a b c d Pola garap a a b b a a b b c c d d c c d d



<p>Bonang (Sumarsam, 2018:46-50) dan (Mattews, 2014:32)</p>	<p><i>Pipilan</i></p> <p><i>Imbal- imbalan/klenengan</i></p>	<p>Memainkan nada tunggal secara bergantian.</p> <p>Permainan yang bersahut-sahutan dan saling mengisi.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Balungan</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>c</td> <td>d</td> </tr> <tr> <td>Pola garap Bonang Barung</td> <td>a</td> <td>b a . .</td> <td>b a . .</td> <td>c d c . . d c . .</td> </tr> <tr> <td>Pola garap Bonang Barung</td> <td>a</td> <td>b a . .</td> <td>b a . .</td> <td>c d c . . d c . .</td> </tr> <tr> <td>Pola garap Bonang Penerus</td> <td>aba .aba .</td> <td>aba .aba .</td> <td>cdc .cdc .</td> <td>cdc .cdc .</td> </tr> </table>	Balungan	a	b	c	d	Pola garap Bonang Barung	a	b a . .	b a . .	c d c . . d c . .	Pola garap Bonang Barung	a	b a . .	b a . .	c d c . . d c . .	Pola garap Bonang Penerus	aba .aba .	aba .aba .	cdc .cdc .	cdc .cdc .
Balungan	a	b	c	d																			
Pola garap Bonang Barung	a	b a . .	b a . .	c d c . . d c . .																			
Pola garap Bonang Barung	a	b a . .	b a . .	c d c . . d c . .																			
Pola garap Bonang Penerus	aba .aba .	aba .aba .	cdc .cdc .	cdc .cdc .																			
<p>Gender &amp; Gambang. Supanggih (2009, pp. 244-245)</p>	<p><i>Mipil / pipilan</i></p> <p><i>Sekaran</i></p>	<p>Kedua tangan membunyikan dua nada berbeda pada waktu yang bersamaan.</p> <p>Memainkan ornamentasi dari kalimat lagu. Pola ritme konstan memainkan subdivisi sesuai dengan <i>irama</i> yang sedang dimainkan.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Balungan</td> <td>a</td> <td>b</td> <td>c</td> <td>d</td> </tr> <tr> <td>Pola garap Gender &amp; Gambang</td> <td>x</td> <td>x x x x</td> <td>x x x x</td> <td>x x x x</td> </tr> </table>	Balungan	a	b	c	d	Pola garap Gender & Gambang	x	x x x x	x x x x	x x x x										
Balungan	a	b	c	d																			
Pola garap Gender & Gambang	x	x x x x	x x x x	x x x x																			

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis fraktal berdasarkan data-data di atas menggunakan empat teknik dalam teori Lerdahl & Jackendoff (1996). (1) *Grouping structure*, memetakan segmentasi hierarkis karya menjadi bagian-bagian kecil seperti motif, frasa, dan figur. (2) *Metrical structure*, memetakan aspek hierarkis berdasarkan susunan ketukan kuat dan lemah. (3) *Time-span segmentation*, membuat segmentasi setiap bagian menjadi bagian terkecil berdasarkan rentang waktu. (4) *Prolongational segmentation*, membuat segmentasi setiap bagian menjadi bagian terkecil berdasarkan tingkat ketegangan dan kontinuitas pola. Hasil analisis ini akan dibahas pada bagian selanjutnya.



**Gambar 5** Ilustrasi pemetaan fraktal dari struktur ritme bentuk *lancaran*  
Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

## 2.2 Transformasi

Data dan hasil analisis kemudian ditransformasikan menjadi material dan prosedur penciptaan musik generatif berbasis komputer. Proses transformasi dilakukan dengan menganalogikan konsep tersebut dengan logika kerja penyusunan struktur data maupun algoritma. Proses transformasi difokuskan pada dua aspek fundamental pada sistem generatif, yaitu prosedur dan gramatika.

Prosedur dalam sebuah sistem berfungsi sebagai langkah kerja yang berkaitan dengan proses atau metode. Sehingga prosedur diterjemahkan berdasarkan faktor-faktor yang membentuk struktur pola. Sedangkan gramatika merupakan suatu kondisi, syarat, atau aturan agar prosedur berjalan. Sehingga gramatika

diterjemahkan berdasarkan faktor-faktor yang berkaitan dengan pembentukan struktur kalimat musik dalam *garap*.

### 3. Tahap Eksperimen

#### 3.1 Pengodean (*Coding*)

Konsep *garap* yang telah ditransformasi kemudian diimplementasikan sebagai aspek pembangun sistem generatif dalam bentuk kode program. Tahap ini juga dapat disebut dengan proses sketsa karya karena pada tahap ini baru menghasilkan fenomena bunyi. Hasil bunyi masih harus melalui tahap eksperimen agar diketahui bentuk implementasi paling optimal.

Penyusunan kode menggunakan bahasa pemrograman berorientasi objek pada perangkat lunak *Supercolider 3.11.2*. *Supercolider* adalah perangkat lunak bersifat sumber terbuka (*open source*) yang dibuat spesifik untuk menyusun musik berbasis komputer atau algoritmik. Pada proses implementasi ini juga dilakukan penyesuaian teknis dalam penyusunan program.

#### 3.2 Eksperimentasi

Tahap eksperimen juga dapat disebut dengan proses komposisi, yaitu memilih segala kemungkinan implementasi terbaik untuk disusun menjadi karya. Tahap eksperimen dilakukan sebanyak tiga kali dengan jenis eksplorasi yang berbeda namun berkelanjutan. Sesuai tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui apa saja aspek generatif pada konsep *garap* jika dilihat melalui perspektif fraktal dan diperoleh kemungkinan implementasi paling optimal. Oleh karena itu, eksperimentasi dibatasi hanya dalam konteks fraktal.

Eksperimen I memiliki tiga tujuan, yaitu: mencari segala kemungkinan fitur hitung, pengujian kode program, mengetahui karakteristik dan keterbatasan semua fitur. Eksperimen II melanjutkan eksperimentasi sebelumnya dengan menyesuaikan karakteristiknya guna mengetahui bentuk implementasi paling maksimal. Eksperimen III bertujuan untuk menyempurnakan hasil eksperimentasi kedua, yaitu mencari kesesuaian antara karakteristik semua fitur dengan nilai estetis musiknya. Semua fitur diterapkan secara ketat dengan prosedur penyusunan yang lebih ketat.

### 4. Tahap Refleksi

Refleksi merupakan tahap peninjauan terhadap hasil dari setiap proses eksperimen yang dilakukan. Refleksi dilakukan secara berurutan dengan eksperimentasi guna melihat, meninjau, serta memastikan setiap tujuan dari eksperimentasi telah tercapai. Batasan berakhirnya proses refleksi berada dalam konteks fraktal, sesuai dengan tujuan penelitian.

Refleksi I meninjau hasil dari eksperimen I, yaitu diketahuinya segala kemungkinan fitur hitung beserta karakteristiknya, kemampuan komputer dalam memprosesnya, dan dapat dipastikan kode program serta fitur hitung tersebut bekerja dengan baik. Refleksi II didapatkan hasil berupa manfaat dan karakteristik semua fitur secara maksimal. Refleksi III menunjukkan tercapainya nilai estetis dari

pengimplementasian aspek generatif yang diperoleh. Pada refleksi ketiga ini diputuskan untuk mengakhiri proses penelitian dan penciptaan dikarenakan tujuan penelitian telah tercapai.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

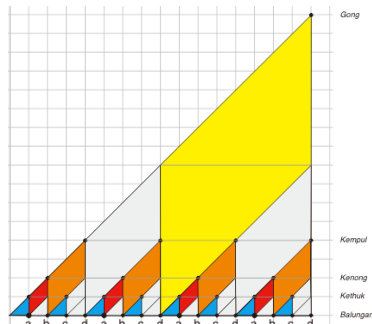
Hasil dari penelitian ini adalah diketahui aspek fraktal dalam konsep garap yang bersifat generatif serta kemungkinan implementasinya pada penciptaan komposisi karya musik generatif. Hasil analisis berfungsi sebagai material dan prosedur komposisi yang diperoleh berdasarkan empat tahap. Pertama, pemetaan korelasi hierarkis antar pola dalam garap karawitan. Kedua, data hasil pemetaan ditransformasi ke dalam konteks sistem generatif. Ketiga, mengimplementasikannya ke dalam bahasa pemrograman. Keempat, melakukan eksperimentasi sekaligus merefleksikannya. Dari hasil keempat tahap tersebut, tercipta dua karya yang menunjukkan kemungkinan implementasi paling optimal.

### **A. Aspek Generatif**

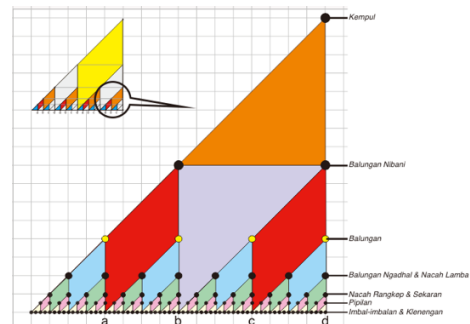
Korelasi hierarkis terbentuk oleh korelasi antara tiga faktor, yaitu: (1) pola kolotomik, (2) pola garap, dan (3) struktur kalimat musik (gramatika). Ketiga faktor tersebut berpotensi untuk menciptakan cara hitung sebagai pembentuk aspek generatif yang terkandung dalam konsep *garap* karawitan.

Melanjutkan wacana Little (1993) tentang pola kolotomik yang bersifat geometris, dilakukan analisis fraktal terhadap pola kolotomik dan pola *garap* guna mengentahui korelasi hierarkisnya. Pada dasarnya instrumen kolotomik berfungsi untuk menandakan struktur gending (gambar 6). Setelah dipetakan ternyata struktur pola *garap* juga memiliki hasil pecahan yang sama dengan struktur pola kolotomik. Hanya saja, tentunya memiliki pecahan lebih banyak dan besaran yang lebih kecil (gambar 7). Dapat diartikan memang terbentuk dimensi serupa diri yang memiliki besaran lebih kecil, sebagaimana dalam satu gong-an terdapat empat bagian lebih kecil (*gatra*) yang ditandai dengan kempul. Kemudian kempul menjadi penanda bagian yang lebih kecil lagi yaitu setengah *gatra*, dan seterusnya hingga pola *garap* terkecil.

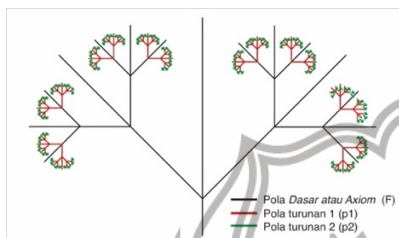
Gambar 8 memperlihatkan hasil analisis *grouping structure* di atas dalam bentuk pohon fraktal. Berdasarkan hasil analisis tersebut kemudian dilakukan pemetaan berdasarkan *metrical structure* seperti pada gambar 9. Ternyata setelah dianalisis dengan metode *metrical structure*, status hierarki tetap ditentukan oleh instrumen kolotomik. Urutan siklus dari yang terkuat adalah I: 1 gong-an, II: 1 kempul-an dan 1 kenong-an, III: 1 kethuk-an, IV: 1 pin balungan. Jadi, terbukti bahwa instrumen kolotomik berfungsi sebagai penanda siklus pada besarnya masing-masing. Dalam hal ini teknik *pipilan* dan *imbal-imbalan* tidak diperhitungkan karena memiliki kasus yang berbeda, sebagaimana akan dijelaskan kemudian.



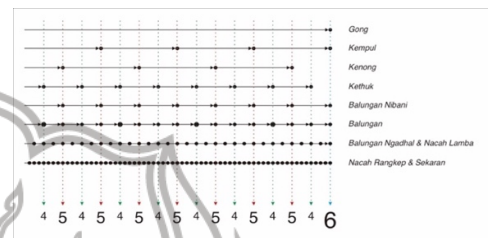
**Gambar 6** Pemetaan korelasi antar pola kolotomik bentuk *lancaran*  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)



**Gambar 7** Pemetaan korelasi antar pola *garap* bentuk *lancaran*  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)



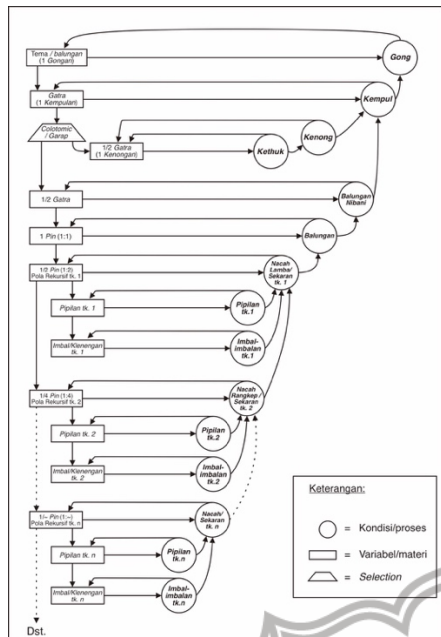
**Gambar 8** Ilustrasi korelasi hierarkis dalam pohon fraktal  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)



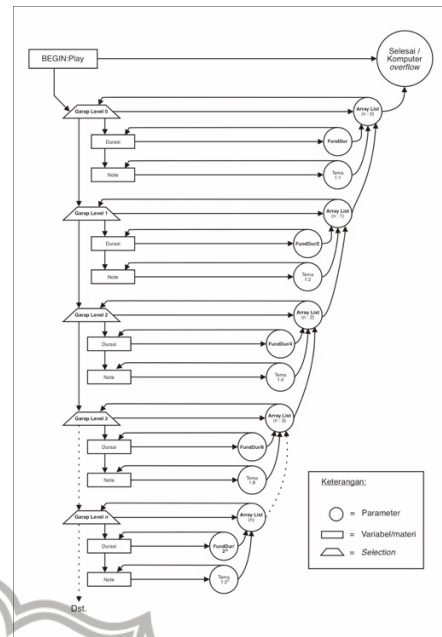
**Gambar 9** Status hierarki berdasarkan *metrical structure*  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

Berdasarkan hasil pemetaan tersebut, masing-masing instrumen dalam karawitan dapat berperan sebagai penanda besaran siklus yang sedang dimainkan. Oleh karena itu, setiap peran instrumen dapat diartikan sebagai satuan atau parameter terhadap terbentuknya suatu pola. Setiap parameter saling berhubungan satu sama lain sehingga menciptakan korelasi yang erat antara pola satu dengan yang lain. Korelasi yang tercipta dapat dilihat sebagai prosedur atau langkah kerja aktivitas *garap* gending. Jadi, aspek hierarkis ini dapat ditransformasikan menjadi prosedur yang bersifat generatif (gambar 10). Prosedur atau langkah kerja tersebut menunjukkan cara kerja *garap* yang bersifat rekursif. Setiap pola mengandung pola di dalamnya yang juga bersifat rekursif. Oleh karena itu, penulis menginterpretasinya menjadi prosedur penciptaan karya baru dengan beberapa simplifikasi (gambar 11).

Struktur kalimat musik dalam karawitan Jawa menjadi salah satu faktor penting dan unik bagi pembentukan gramatika. Karena hingga bagian terkecil dalam kalimat musik di karawitan terbagi menjadi dua (*padhang* dan *ulihan*). Artinya setiap bagian dari kalimat memiliki kausalitas yang terikat. Secara teknis, pembagian kalimat musik dalam karawitan adalah dalam satu deret balungan dibagi menjadi dua bagian yang bersifat kausalitas. Kemudian masing-masing bagian dibagi menjadi dua bagian lagi, begitu seterusnya hingga mencapai bagian terkecil (gambar 12).

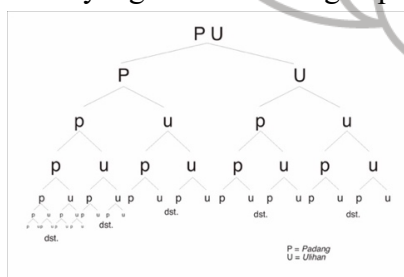


**Gambar 10** Diagram alir sistem generatif pada Karawitan Jawa  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

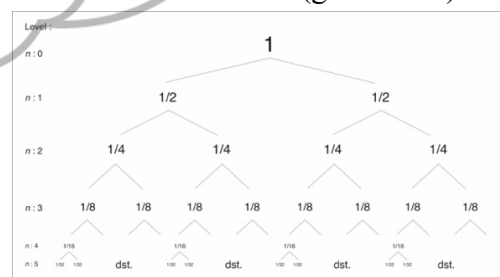


**Gambar 11** Diagram alir sistem generatif pada karya *MetaGarap*  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

Sifat patahan dapat diinterpretasikan dengan menggunakan pendekatan pohon fraktal bercabang dua atau dapat ditulis dengan rumus  $2^n$ . Hasil transformasi berdasarkan analogi pohon fraktal ini berupa penyusunan pola rekursif dengan teknik hitung pembagian dua (gambar 13). Konsep patahan yang terdapat pada aspek *padhang-ulihan* juga sangat berhubungan dengan konsep rekursi dalam aspek *irama*. Perubahan perbandingan nilai nada pada setiap tingkatan *irama* dapat dijadikan cara untuk menghitung nilai durasi nada di setiap tingkat *garap*-nya. Oleh karena itu, konsep patahan dan rekursi ini dapat ditransformasikan menjadi gramatika yang berkaitan dengan penyusunan struktur data durasi (gambar 14).



**Gambar 12** Struktur gramatika dalam pohon fraktal  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)



**Gambar 13** Implementasi teknik hitung pohon fraktal  
 Sumber: Pribadi (Pradana, 2021)

Kausalitas dalam gramatika karawitan memiliki sifat rekursif karena proses pembentukannya menggunakan proses iterasi yang berulang terus-menerus hingga mencapai bagian terkecil atau tak terhingga. Adanya konsep *seleh* dalam pembentukan *gatra* berimplikasi pada proses turunan dari pembentukan *padhang-ulihan* yang baru. *Gatra* dan *seleh* merupakan konsep dasar pembentuk gramatika




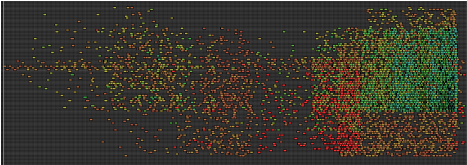
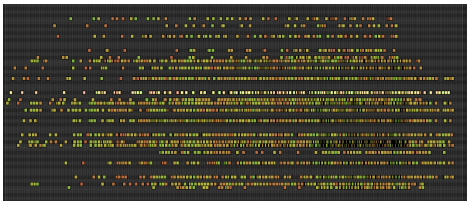


karya secara generatif (tabel 3). Diketahui pula kendala-kendala maupun batasan-batasan dalam proses pengimplementasian ini sebagaimana dapat dilihat pada dua karya yang merupakan hasil penerapan prosedur *MetaGarap*, yaitu: *MetaGarap I: "Chaos"* dan *MetaGarap II: "Fractus"*.

Tabel 2. Kemungkinan Implementasi (Pradana, 2021).

Kemungkinan Implementasi	Keterangan
Penciptaan melodi tema menggunakan data tanggal/waktu. (" <i>TimeList</i> ")	Berupa data waktu (yyyy mm dd) saat karya musik disajikan. Data tanggal yang dikonversi menjadi nilai <i>integer</i> berguna sebagai nada tema, frekuensi fundamental dan nilai durasi fundamental. Konsep ini berguna untuk menghadirkan tema yang selalu berbeda setiap harinya.
Pengembangan nilai durasi. (" <i>DurList</i> ")	Struktur data yang berisi kumpulan kemungkinan nilai durasi setiap tingkat <i>garap</i> -nya.
Pengembangan nada tema dan penyusunan akor. (" <i>NoteList</i> " & " <i>ChordList</i> ")	Struktur data yang berisi kumpulan kemungkinan nada sebagai melodi maupun akor di setiap tingkat <i>garap</i> -nya. Data berupa nada MIDI.
Pengembangan pola rekursif.	Penyusunan material komposisi dengan memanfaatkan struktur data secara rekursif.
Penyusunan pola saling terikat.	Mengatur korelasi antar pola berdasarkan aspek hierarki dalam konsep <i>garap</i> .
<i>Timing</i> /pewaktuan	Mengatur korelasi antar pola berdasarkan konsep pewaktuan dalam aspek hierarki pola kolotomik.
<i>Complexity generator</i>	Menggunakan tingkat <i>garap</i> sebagai fitur untuk menciptakan kompleksitas pada karya secara otomatis.

Tabel 3. Hasil Eksperimentasi (Pradana, 2021).

Eksperimentasi	Hasil
<b>Eksperimen I:</b> Memainkan tingkat <i>garap</i> secara paralel dan berurutan pada setiap instrumen.	
<b>Eksperimen II:</b> Menyusun, serta menggunakan fitur kompleksitas dari tingkat <i>garap</i> dengan memperhitungkan aspek-aspek komposisi. Aspek-aspek tersebut seperti <i>flow</i> dan kontinuitas, momentum, keseimbangan bunyi, fungsi <i>foreground</i> dan <i>background</i> , progresi komposisi, stabilitas dan ketidak stabilan, dsb.	
<b>Eksperimen III:</b> Menggunakan satu deret tangga nada sebagai tema awal yang dimainkan secara sekuen dengan tujuan mudah dikenali. Kemudian deret tangga nada dikembangkan menggunakan metode yang sama dengan eksperimen sebelumnya, namun dimainkan dengan cara sekuen. Deret tema yang sebelumnya terdiri dari delapan nada, pada eksperimen ini terdiri dari enam nada. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa prosedur dapat bekerja pada tema dengan jumlah nada berbeda.	

## C. Hasil Karya

### 1. *MetaGarap I: "Chaos"*

Implementasi sistem generatif dari hasil proses perancangan dan penelitian memberikan komponis memiliki kontrol yang kuat terhadap hasil bunyinya. Melodi tema pada karya pertama ini bersifat dinamis atau berubah-ubah. Cara ini merupakan bentuk penafsiran penulis terhadap pendapat Eno tentang salah satu sifat generatif yaitu selalu berubah.

Berdasarkan eksperimen pertama, kondisi kompleksitas yang paling menarik terdapat pada tingkat 4 s/d 7 karena pengembangan tema tidak terlalu monoton dan belum terlalu kompleks. Bahkan saat karya dimulai dari tingkat 4 atau 5, kesan musiknya hampir mirip dengan karya *Clos De Vie*. Terdengar cukup monodik namun teksturnya cukup kompleks. Terdengar juga penyusunan pewaktuan berjalan dengan sangat maksimal, sehingga korelasi antara melodi tema dengan susunan bunyi yang lain cukup terikat. Dari kasus ini terlihat bahwa peran manusia masih sangat dibutuhkan untuk menyusun bunyi yang lebih estetis.

Terbukti bahwa praktik implementasi yang dilakukan sudah cukup efektif untuk mengatur fitur *random*. Hasil musik dengan implementasi ini dapat menyerupai karya monodik maupun heterofonik dengan pilihan kompleksitas lebih banyak. Begitupun dengan menerapkan pola kolotomik dan *garap*, karakteristik musik yang dihasilkan dapat menghadirkan karakteristik karawitan walaupun secara implisit. Teknik *garap* seperti *pipilan*, *nacah*, *imbal*, dan *sekaran* secara tidak langsung dapat dihadirkan dengan pengimplementasian ini.

### 2. *MetaGarap II: "Fractus"*

Karya ini secara sadar terinspirasi oleh gaya musik ambiens (*ambient music*). Karya musik ambiens pada umumnya dimulai dengan hal yang sangat sederhana kemudian tumbuh menjadi lebih kompleks. Oleh karena itu, prosedur *MetaGarap* yang digunakan dalam karya ini nantinya dapat diterapkan pada deret tangga nada apapun.

Hal yang paling menarik dari karya ini adalah sangat terasa pertumbuhan tema yang selalu berkesinambungan. Karakteristik dari tema awal selalu ada di setiap turunannya. Rupanya mengimplementasikan konsep gramatika karawitan Jawa untuk menyusun struktur data nada sangat efisien. Seperti halnya pada karya pertama, korelasi nada antar tema terasa sangat kuat namun memiliki pengembangan yang cukup signifikan.

Efektifitas penerapan ini juga sangat terasa pada penyusunan struktur data yang berisi akor. Menariknya, penerapan ini tetap dapat menghadirkan kesan adanya progresi akor yang berkaitan erat dengan molodinya. Nada dan akor yang dapat bertumbuh secara otomatis menjadikan bentuk implementasi ini sangat mendukung sifat generatif pada hasil musiknya.

Penyusunan kedua karya ini memiliki kendala pada teknis implementasi. Penerapan aspek fraktal menuntut untuk tidak memberikan batasan pada pertumbuhan kompleksitas. Sangat dilematis saat hal ini dipertemukan dengan faktor teknis seperti keterbatasan frekuensi yang terdengar manusia, batasan instrumentasi, dan kemampuan komputer untuk memprosesnya. Penerapan fraktal geometri (deret 1, 2, 4, 8, 16, dst.) secara konsisten juga menuntut pertumbuhan

turunan rekursif sangat signifikan. Sehingga menimbulkan kesulitan saat menyusun karya agar terdengar lebih humanis.

Karya ini dapat menyikapi kekhawatiran Collins (2008) tentang keberjarakan karya dengan komponisnya. Karya ini juga dapat mendukung pendapat Galanter (2003) bahwa melihat aspek generatif tidak harus selalu dari seni berbasis komputer, tidak harus pula menggunakan peranti tinggi. Menggunakan struktur data sebagai prosedur generatif dirasa sangat efisien. Cara ini mempermudah komponis untuk mengaplikasikan semua dari 6 klasifikasi musik generatif menurut Langston (1989). Penelitian ini sekaligus juga menyetujui Gifford, & Davidson (2015) untuk mempertimbangkan 9 teknik komposisi gagasan mereka. Dengan menggunakan kesembilan teknik tersebut, kekakuan yang ditimbulkan oleh sifat fraktal geometris dapat berkurang drastis.

Perbedaan antara penerapan prosedur *MetaGarap* dengan karya generatif pada umumnya adalah pada proses pengembangan tema menggunakan struktur data. Di mana prosedur *MetaGarap* secara ketat menerapkan fraktal geometris dalam penyusunan *array* durasi, serta konsep *gatra* dan *padhang-ulihan* pada penyusunan *array* nada dan akor. Selain itu karya musik dengan menggunakan prosedur *MetaGarap* mengandalkan fitur pembangun kompleksitas dari hasil implementasi aspek *irama*. Penggunaan struktur data dengan metode hitung *MetaGarap* terbukti dapat menghindari duplikasi karawitan. Eksplorasi gamelan generatif yang dilakukan oleh Aaron Taylor Kuffner, Charles Matthews, dan Khafiizh Hastuti jika dibawa ke ranah komposisi musik akan berakibat terlalu naif.

## KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa di dalam konsep *garap* karawitan Jawa jika dilihat melalui perspektif fraktal terdapat tiga aspek yang secara optimal bersifat generatif. Aspek tersebut antara lain: (1) aspek *irama*, (2) aspek gramatika, dan (3) aspek siklis. Ketiga aspek tersebut sangat berimplikasi terhadap kompleksitas. Oleh karena itu sistem generatif yang tercipta berfungsi untuk menghasilkan karya musik secara otomatis berdasarkan kompleksitasnya.

Menyusun komposisi musik dengan menggunakan sistem generatif ini dapat dilakukan dengan hanya mengubah tingkat *garap* untuk membangun kompleksitasnya. Berdasarkan tiga eksperimentasi, diperoleh tujuh kemungkinan cara paling optimal untuk mengimplementasikan aspek generatif tersebut. Pertama, menggunakan data tanggal untuk menciptakan nada tema. Kedua, menyusun struktur data durasi. Ketiga, menyusun struktur data pengembangan nada tema. Keempat, membuat fitur pengembangan pola rekursif. Kelima, menyusun pola saling terikat dengan teknik tracing the melody. Keenam, membuat teknik pewaktuan (*timing*). Ketujuh, menyusun *complexity generator* / pembangun kompleksitas.

## KEPUSTAKAAN

- Alsop, R. (1999). Exploring the Self Through. *Leonardo Music Journal*, 9, 89–94.
- Becker, J., & Becker, A. (1982). A Grammar Of The Musical Genre Srepegan. *Asian Music*, 14(1), 30–73. <https://doi.org/10.2307/771012>
- Boden, M. A., & Edmonds, E. A. (2009). What Is Generative Art? *Digital Creativity*, 20(1–2), 21–46. <https://doi.org/10.1080/14626260902867915>



- Boon, J. P. (2010). Complexity, Time and Music. *Advances in Complex Systems*, 13(2), 155–164. <https://doi.org/10.1142/S0219525910002529>
- Brown, A. R., Gifford, T., & Davidson, R. (2015). Techniques for Generative Melodies Inspired by Music Cognition. *Computer Music Journal*, 39(1), 11–26. <https://doi.org/10.1162/COMJ>
- Collins, N. (2008). The Analysis of Generative Music Programs. *Organised Sound*, 13(3), 237–248. <https://doi.org/10.1017/S1355771808000332>
- Collins, N., & Brown, A. R. (2009). Generative Music Editorial. *Contemporary Music Review*, 28(1), 1–4. <https://doi.org/10.1080/07494460802663967>
- Elowsson, A., & Friberg, A. (2012). Algorithmic Composition of Popular Music. *The 12th International Conference on Music Perception and Cognition*, 276–285.
- Eno, B. (2017). *Coldplay: Hypnotised*. Youtube.
- Evangelista, J. (1983). *Clos de Vie*. Youtube.
- Fernández, J. D., & Vico, F. (2013). AI Methods in Algorithmic Composition: A Comprehensive Survey. *Artificial Intelligence Research*, 48, 513–582.
- Galanter, P. (2003). *What is Generative Art?: Complexity Theory as a Context for Art Theory*. Generative Art Conference. [www.generativeart.com](http://www.generativeart.com)
- Goldsworthy, D. (2005). Cyclic Properties of Indonesian Music. *Journal of Musicological Research*, 24(3–4), 309–333. <https://doi.org/10.1080/01411890500234062>
- Hastuti, K., & Mustafa, K. (2016). A Method for Automatic Gamelan Music Composition. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 2(1), 26–37. <https://doi.org/10.26555/ijain.v2i1.57>
- Himpe, S. (2020). *Project Free Jazz*. Youtube/.
- Ishida, N. (2008). The Textures of Central Javanese Gamelan Music: Pre-Notation and its Discontents. *Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde*, 164(4), 475–499. <https://doi.org/10.1163/22134379-90003652>
- Key, J. A. (2019). *Fractal Music No. 1: "Iteration"*. Youtube.
- Khafiizh, H., Azhari, Musdholifah, A., & Supanggih, R. (2008). Rule-Based and Genetic Algorithm for Automatic Gamelan Music Composition. *International Review on Modelling and Simulations*, 10(3), 202–212. <https://doi.org/10.15866/iremos.v10i3.11479>
- Koapaha, R. B. (2000). *Tiba-Tiba Aku Harus Berhenti*.
- Kretz, J. (2009). The Non-Hierarchical Rhythmical Language of Ngeche for Piano and Electronics. *Contemporary Music Review*, 28(2), 167–179. <https://doi.org/10.1080/07494460903322448>
- Kuffner, A. T. (2008). *Gamelatron*. Gamelatron.
- Kuuskankare, M. (2009). ENP : A System for Contemporary Music Notation. *Contemporary Music Review*, 28(2), 221–235. <https://doi.org/10.1080/07494460903322505>
- Langston, P. S. (1989). Six Techniques for Algorithmic Music Composition. *Proceedings of the 1989 International Computer Music Conference*, 1–60. <http://hdl.handle.net/2027/spo.bbp2372.1989.040>
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. S. (1996). A Generative Theory of Tonal Music. In *The MIT Press*. The MIT Press.



- <https://doi.org/10.7551/mitpress/12513.001.0001>
- Little, D. (1993). Composing With Chaos: Applications of a New Science for Music. *Interface*, 22(1), 23–51. <https://doi.org/10.1080/09298219308570617>
- Martopangrawit. (1975). *Pengetahuan Karawitan I*. ASKI Surakarta.
- Matthews, C. (2018). Algorithmic Thinking and Central Javanese Gamelan. *The Oxford Handbook of Algorithmic Music*, July, 79–102. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190226992.013.25>
- Matthews, C. M. (2014a). *Adapting and Applying Central Javanese Gamelan Music Theory in Electroacoustic Composition and Performance Part I of II*. Middlesex University.
- Matthews, C. M. (2014b). *Adapting and Applying Central Javanese Gamelan Music Theory in Electroacoustic Composition and Performance Part II of II*. Middlesex University.
- McCormack, J., Bown, O., Dorin, A., McCabe, J., Monro, G., & Whitelaw, M. (2014). Ten Questions Concerning Generative Computer Art. *Leonardo*, 47(2), 135–141. [https://doi.org/10.1162/LEON\\_a\\_00533](https://doi.org/10.1162/LEON_a_00533)
- Napier, J. (2006). A “Failed” Unison or Conscious Differentiation: The Notion of “Heterophony” in North Indian Vocal Performance. *International Review of the Aesthetics and Sociology of Music*, 37(1), 85–108. <http://www.jstor.org/stable/30032186>
- Peters, M. (2010). From Strange to Impossible: Interactive Attractor Music. *Contemporary Music Review*, 29(4), 395–404. <https://doi.org/10.1080/07494467.2010.587317>
- Pradana, H. Y. (2021). Konsep *Garap* Karawitan Jawa Dalam Sudut Pandang Musik Generatif. *INVENSI: Jurnal Penciptaan dan Pengkajian Seni*, 6(2).
- Prechtel, A., Laney, R., Willis, A., & Samuels, R. (2014). Algorithmic Music As Intelligent Game Music. *AISB 2014 - 50th Annual Convention of the AISB*.
- Syarif, A. M., & Hastuti, K. (2015). Identifikasi Fitur Melodi Gending Lancaran Berdasarkan Pengenalan Pola Notasi. *Techno.COM*, 14(3), 234–241.
- Tan, Z. (2018). Monody-based Compositions: José Evangelista’s *Clos de vie* and *Alap & Gat*. *Circuit*, 27(3), 67–83. <https://doi.org/10.7202/1042841ar>
- Wuorinen, C. (2015). Music and Fractals. In M. Frame & N. Cohen (Ed.), *Fractals and Dynamics in Mathematics, Science, and the Arts: Theory and Applications* (hal. 501–506). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.1142/8238>