

Perbandingan Spektral Musik Klasik dengan Musik Etnik Jawa menggunakan Analisis MFCC dan *Beat Strength*

Dody Kurniawan, Ahmad Syakir, Hana Afifah,* Rayhan Hanina, Iwan Yahya,† dan Harjana
*Laboratorium Riset Akustik (iARG) Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
 Universitas Sebelas Maret (UNS), Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan, Surakarta 57126*

Intisari

Analisis spektral dilakukan untuk membandingkan pola musik Jawa terhadap musik klasik karangan Mozart (1756-1791) dengan metode *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) dan *Beat Strength*. Analisis MFCC menggunakan *Hamming window* dan konversi RGB menggunakan persamaan kemiripan dalam proses visualisasi. Analisis *Beat Strength* berdasarkan nilai PEAK dan SUM pada *Beat Histogram*. Hasil analisis MFCC menunjukkan bahwa pola musik klasik dengan musik Jawa mempunyai tingkat kemiripan 98,0% untuk *March of The Priests from The Magic Flute* dan 90,3% untuk *Piano Sonata in C Major*. Analisis *Beat Strength* menunjukkan 89,8% kemiripan untuk *March of The Priests from The Magic Flute* dan 72,6% untuk *Piano Sonata in C Major*.

Abstract

Spectral analysis between Javanese music and classical music by Mozart (1756-1791) using MFCC and *Beat Strength* has been conducted. MFCC analysis using *Hamming window* and RGB conversion using similarity equation in visualization process. *Beat Strength* analysis based on PEAK and SUM value of *Beat Histogram*. The result shows that the pattern of classical music and Javanese music has 98.0% similarity for *March of The Priests from The Magic Flute* and 90.3% for *Piano Sonata in C Major*. *Beat Strength* analysis shows 89.8% similarity for *March of The Priests from The Magic Flute* and 72.6% for *Piano Sonata in C Major*.

KATA KUNCI: Mel Frequency Cepstral Coefficient, *Beat Strength*, *Beat Histogram*, similarity

I. PENDAHULUAN

Bunyi atau musik diyakini mampu mempengaruhi tingkat emosi dan suasana hati seseorang. Berdasarkan penelitian D. S. Berger dan D. J. Schneck [1] (ahli terapi musik di Virginia, Amerika Serikat), menggunakan musik untuk tujuan terapi ternyata bisa menghilangkan rasa takut dan stres. Penelitian oleh Halpern [2] juga membuktikan bahwa mendengarkan musik yang memiliki irama seperti detak jantung manusia (40 - 60 bpm) sangat cocok untuk relaksasi dan menenangkan pikiran. Hal tersebut diperkuat penelitian dari Campbell [3], bahwa musik klasik terbukti dapat meningkatkan fungsi otak dan intelektual manusia secara optimal.

Paper ini mencoba membuka potensi musik-musik tradisional Jawa dalam terapi musik dengan membandingkannya terhadap beberapa musik klasik karangan Mozart yang terbukti mampu memberikan efek Mozart, yaitu *March of The Priests from The Magic Flute* dan *Piano Sonata in C Major* dengan musik Jawa (dalam format file *.wav) yaitu Ladrang Harjuna Mangsah, Gendhing Lagu, Giro Kecak-Kecik, Ladrang Ayun-Ayun, Ladrang Balabak, Gendhing Tukung.

II. METODOLOGI

Proses ekstraksi ciri MFCC

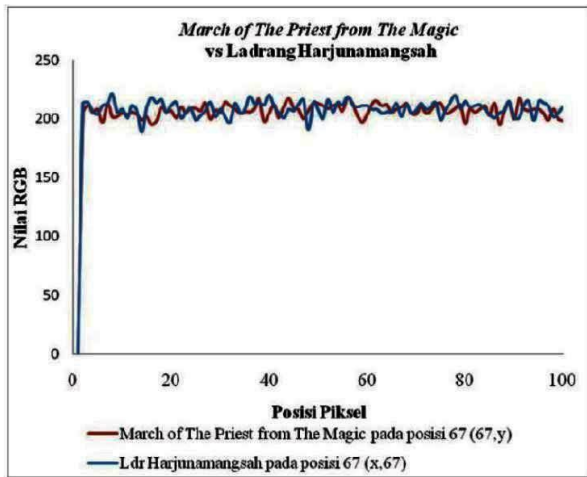
Software *Speech Filing System* (SFS) 4.7 digunakan untuk ekstraksi MFCC. Ada beberapa tahapan dalam MFCC yaitu *frame blocking*, *windowing*, *Discrete Fourier Transform* (DFT) *spectrum*, *Mel Scaling*, dan *DFT cepstrum*. *Frame blocking*: tiap lagu dicuplik dalam beberapa frame dengan lebar yang sama. *Windowing*: menggunakan *Hamming window*. Sinyal suara kemudian diubah dari domain waktu ke domain frekuensi menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT), dengan 5 nilai FFT yang overlap pada posisi 0, 441, 882, 1323, dan 1764. *Mel Scaling*: mendapatkan nilai log dari spektrum energi pada masing-masing frame [4]. *Mel Scaling* merupakan suatu algoritma yang merepresentasikan skala persepsi pitch yang dianggap sama antar pendengar [4, 5].

$$\text{Mel-frequency} = 2595 \log_{10} \left(\frac{1}{\frac{f}{700}} \right) \quad (1)$$

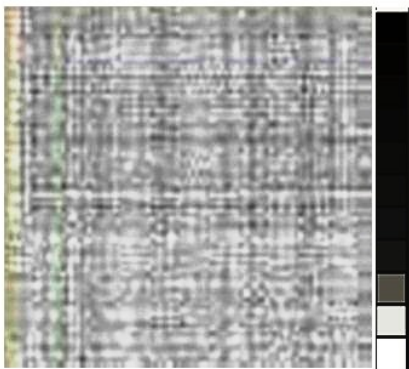
Langkah terakhir yaitu inverse DFT untuk mentransformasikan kedalam bentuk koefisien cepstral sebanyak 16 [5].

*E-MAIL: hana.afifah92@gmail.com

†E-MAIL: iyahya@mipa.uns.ac.id



Gambar 1: Grafik perbandingan nilai RGB *March of The Priests from The Magic Flute* dengan Ldrang Harjuna Mangсах.



Gambar 2: Perpaduan nilai RGB *March of The Priests from The Magic Flute* dengan Ldrang Harjuna Mangсах.

Proses visualisasi MFCC

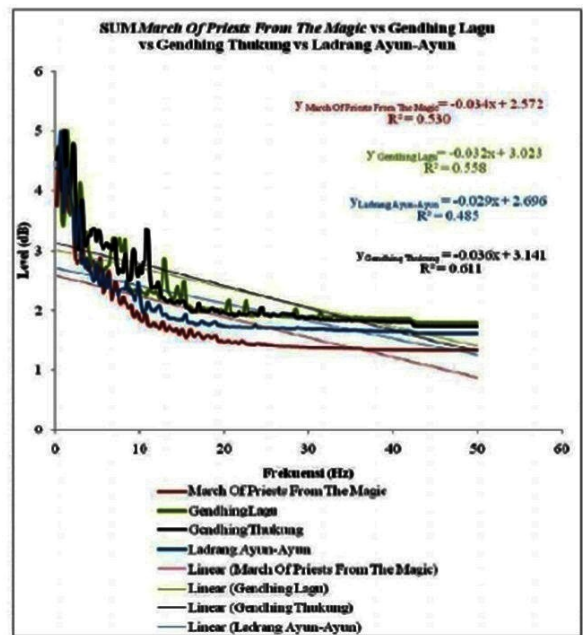
Pengukuran similarity berdasarkan vektor kesebandingan. Misalkan terdapat dua buah bentuk vektor MFCC, yaitu v_i dan v_j yang berskala dari frame suara i dan j , maka suatu matriks sederhana dari persamaan vektor s adalah skalar (dot) product dari kedua vektor.

$$s(i, j) \equiv v_i \bullet v_j \tag{2}$$

dengan menggunakan nilai pengukuran similarity, suatu audio dapat divisualkan guna mengetahui tingkat kemiripannya. Dengan menggunakan software *Borland Delphi 7.0* visualisasi ditampilkan dengan gambar 2D dalam format *grayscale*. Tingkat kemiripan suatu audio ditunjukkan dari intensitas kecerahan warna dari hitam ke putih. Semakin cerah warna yang ditunjukkan maka tingkat kemiripannya semakin tinggi.

Analisis Beat Strenght

Beat Strenght merupakan salah satu metode untuk merepresentasikan pola ketukan atau ritme audio berdasarkan nilai



Gambar 3: Grafik nilai SUM *March of The Priests from The Magic Flute* vs *Gendhing Lagu* vs *Gendhing Thukung* vs *Ldrang Ayun-Ayun*.

SUM dan PEAK dari suatu *Beat Histogram*. *Beat Histogram* dibangun dengan menggunakan software *Audacity*. Sinyal audio dianalisis dalam domain frekuensi (*fourier transform*) dengan jendela *Hanning* (size = 512). Nilai SUM diperoleh dari keseluruhan data *Beat Histogram*, sedangkan nilai PEAK diperoleh dari puncak-puncak yang terbentuk pada histogram [6].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai RGB

Nilai RGB menunjukkan level *similarity* antar audio yang dibandingkan. Range nilai RGB dimulai dari 0 hingga 255, dengan nilai RGB mendekati nol menunjukkan tingkat *similarity* yang rendah dan menunjukkan tingkat *similarity* yang tinggi pada nilai maksimum. Perbandingan rata-rata nilai RGB dari sampel lagu yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam Tabel I dan Tabel II. Nilai RGB yang dibandingkan adalah pada posisi (67, 0) hingga (67, 100) dengan posisi (0, 67) hingga (100, 67) dari hasil visualisasi.

Berdasarkan Tabel I dan II, didapatkan rata-rata nilai RGB berkisar antara 182,58 hingga 207,58. Rentang nilai yang cukup baik dalam visualisasi similarity, dimana nilai mendekati maksimum. Pada Gambar 1 disajikan grafik perbandingan nilai RGB dan Gambar 2 visualisasi similarity antara *March of The Priests from The Magic Flute* dengan *Ldrang Harjuna Mangсах*. Pola yang dibentuk pada grafik

TABEL I: Perbandingan nilai RGB *March of The Priests from The Magic Flute* dengan musik Jawa.

No	Nama Musik	Nilai Rata-rata RGB	Perbandingan Rata-rata RGB
1	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Ladrang Harjuna Mangsah	204,99 206,68	0,99
2	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Giro Kecak- Kecik	200,19 205,43	0,97
3	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Gendhing Lagu	205,44 207,57	0,99
4	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Gendhing Tukung	197,09 204,53	0,96
5	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Ladrang Balabak	207,58 205,98	0,99
6	<i>March of The Priests from The Magic Flute</i> Ladrang Ayun-Ayun	200,71 205,35	0,98

TABEL II: Perbandingan nilai RGB *Piano Sonata in C major* dengan musik Jawa.

No	Nama Musik	Nilai Rata-rata RGB	Perbandingan Rata-rata RGB
1	<i>Piano Sonata in C major</i> Ladrang Harjuna Mangsah	188,13 207,22	0,91
2	<i>Piano Sonata in C major</i> Giro Kecak- Kecik	187,65 207,27	0,91
3	<i>Piano Sonata in C major</i> Gendhing Lagu	186,92 207,58	0,90
4	<i>Piano Sonata in C major</i> Gendhing Tukung	182,58 206,31	0,89
5	<i>Piano Sonata in C major</i> Ladrang Balabak	187,66 206,61	0,91
6	<i>Piano Sonata in C major</i> Ladrang Ayun-Ayun	186,86 207,32	0,90

dalam Gambar 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan rentang nilai RGB yang selaras satu sama lain dimulai dari posisi pixel 67 serta menampilkan kontras kecerahan yang tinggi untuk masing-masing frame yang dibandingkan.

Nilai SUM analisis *Beat Streight*

Nilai SUM untuk musik klasik *March of The Priests from The Magic* dan *Piano Sonata in C* dengan musik Jawa dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6. Nilai SUM ditunjukkan oleh gradient masing-masing grafik. Perbandingan nilai SUM antara musik klasik *March of The Priests from The Magic* dan musik jawa dapat dilihat pada

Tabel III dan Tabel IV adalah perbandingan nilai SUM antara musik klasik dan musik jawa. Perbandingan nilai SUM dapat digunakan untuk mengetahui kemiripan musik klasik dengan musik jawa.

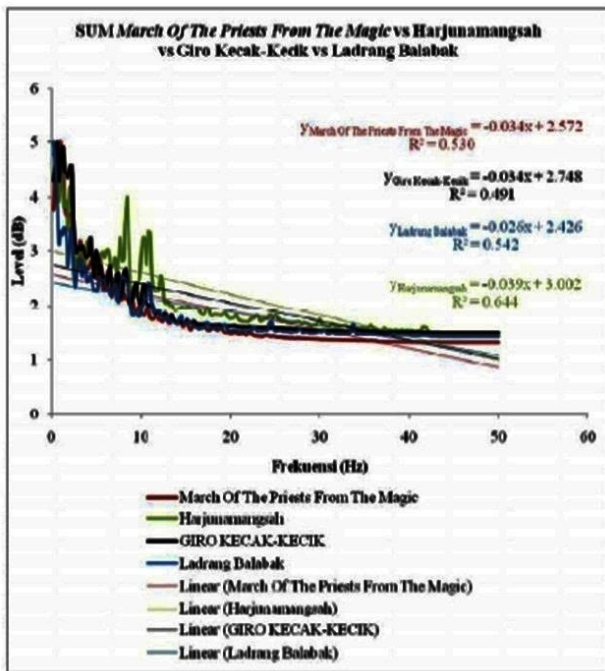
Berdasarkan Tabel III maka music jawa yang mempunyai kecenderungan kemiripan dengan musik klasik *March of The Priests from The Magic* adalah Giro Kecak-Kecik dengan nilai perbandingan SUM sama dengan 1. Musik jawa yang jauh kemiripannya dengan musik klasik *March of The Priests from The Magic* adalah Ladrang Balabak. Adapun berdasarkan Tabel IV perbandingan nilai SUM dalam music jawa yang paling mirip dengan musik klasik *Piano Sonata in C* adalah Ladarang Balabak dengan perbandingan nilai

TABEL III: Perbandingan nilai RGB *Piano Sonata in C major* dengan musik Jawa.

Nama Musik	Nilai SUM	Perbandingan Nilai SUM	Nilai PERBANDINGAN PEAK	Perbandingan Nilai PERBANDINGAN PEAK
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Ladrang Harjuna Mangsah	0,039	0,87	0,048	0,98
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Giro Kecak-Kecik	0,034	1	0,061	0,80
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Gendhing Lagu	0,032	0,94	0,052	0,95
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Gendhing Tukung	0,036	0,94	0,055	0,90
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Ladrang Balabak	0,026	0,77	0,039	0,80
<i>March of The Priests from The Magic Flute</i>	0,034		0,049	
Ladrang Ayun-Ayun	0,029	0,85	0,048	0,98

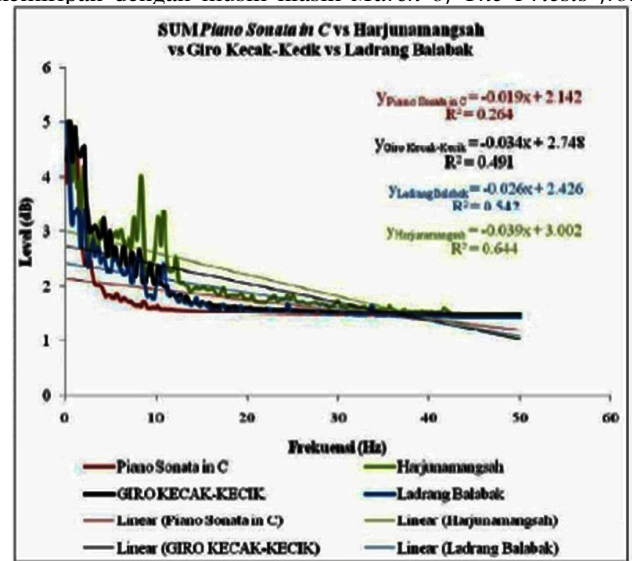
TABEL IV: Perbandingan nilai SUM dan PEAK *Piano Sonata in C major* dengan musik Jawa.

Nama Musik	Nilai SUM	Perbandingan Nilai SUM	Nilai PERBANDINGAN PEAK	Perbandingan Nilai PERBANDINGAN PEAK
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Ladrang Harjuna Mangsah	0,039	0,49	0,048	0,83
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Giro Kecak-Kecik	0,034	0,56	0,061	0,95
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Gendhing Lagu	0,032	0,60	0,052	0,90
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Gendhing Tukung	0,036	0,53	0,055	0,95
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Ladrang Balabak	0,026	0,73	0,039	0,68
<i>Piano Sonata in C major</i>	0,019		0,058	
Ladrang Ayun-Ayun	0,029	0,66	0,048	0,83

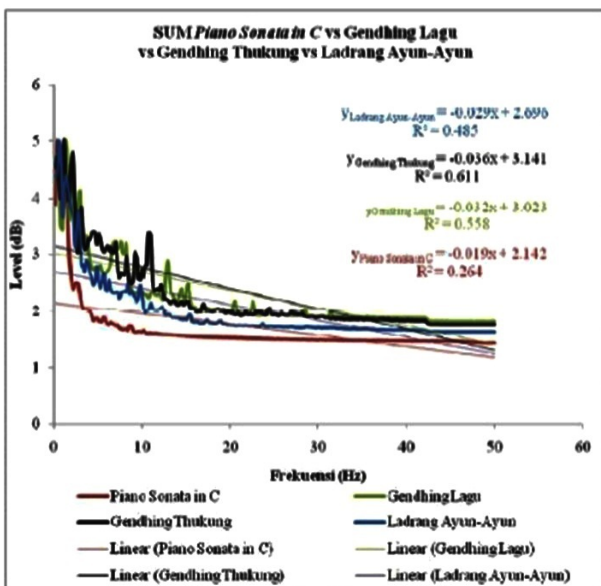


Gambar 4: Grafik nilai SUM *March of The Priests from The Magic Flute* vs Harjunamangsah vs Giro Kecak-Kecik vs Ladrang Balabak.

Dari Tabel IV juga dapat dilihat perbandingan nilai peak guna mengetahui kemiripan musik klasik dengan musik jawa. Berdasarkan Tabel IV musik jawa yang memiliki kemiripan dengan musik klasik *March of The Priests from*



Gambar 6: Grafik nilai SUM *Piano Sonata in C* vs Harjunamangsah vs Giro Kecak-Kecik vs Ladrang Balabak.



Gambar 5: Grafik nilai SUM *Piano Sonata in C* vs Gendhing Lagu vs Gendhing Thukung vs ladrang Ayun-Ayun.

SUM mendekati 1, dan yang paling jauh kemiripannya adalah musik jawa Ladrang Harjumanangsah.

The Magic adalah Ladrang Harjumanangsah dan Ladrang Ayun-Ayun, sedang yang paling jauh kemiripannya adalah Giro Kecak-kecik dan Ladrang Balabak. Musik jawa yang memiliki kemiripan dengan music klasik *Piano Sonata in C* adalah Giro Kecak-Kecik dan Gendhing Thukung, sedang yang paling jauh kemiripannya adalah Ladrang Balabak.

IV. SIMPULAN

Hasil analisis spektral MFCC dan *Beat Strenght*, dapat disimpulkan bahwa musik tradisional Jawa (Ladrang Harjumanangsah, Gendhing Lagu, Giro Kecak-Kecik, Ladrang Ayun-Ayun, Ladrang Balabak, dan Gendhing Tukung) memiliki kemiripan yang cukup tinggi terhadap musik klasik *March of The Priests from The Magic Flute* dan *Piano Sonata in C Major*. analisis MFCC menunjukkan bahwa pola musik klasik dengan musik jawa mempunyai tingkat kemiripan 98% untuk *March of The Priests from The Magic Flute* dan 90,3% untuk *Piano Sonata in C Major*. analisis Beat Strenght menunjukkan adanya tingkat kemiripan 89,8% untuk *March of The Priests from The Magic Flute* dan 72,6% untuk *Piano Sonata in C Major*.

[1] D.S. Berger, and D.J. Schneck, Journal of Scientific, 17 (4), 687-703 (2003).

[2] S. Halpern, Perspective, 2, 4-6, (2005).

[3] D. Campbell, *Efek Mozart*(Gramedia Pustaka Utama: Jakarta,

- 1998).
- [4] J. Foote, *Visualizing Musik and Audio Using Self-Similarity*(FX Palo Alto Laboratory, Inc., USA, 1999).
- [5] R. Vergin, D. P'Shaughnessy, and A. Farhat, *Independent Continuous Speech Recognitions*, **7**(5), (1999).
- [6] G. Tzanetakiis, E. George, P. Cook, *Human Perception and Computer Extraction of Beat Strenght*, in Proc. Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFX) Hamburg, Germany, September, 2002.