

## PENENTUAN LOKASI CHORUS PADA MUSIK MP3 MENGGUNAKAN KOEFSIEN KORELASI 2-D PADA FRAME BERBASIS CIRI MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT (MFCC)

### DETERMINATION OF CHORUS LOCATION ON MP3 MUSIC USING 2-D CORRELATION COEFFICIENT ON FRAME BASED ON MEL-FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT (MFCC) FEATURE.

Dine Octavia Kumalasari<sup>1</sup>, Ledy Novamizanti, S.Si., M.T.<sup>2</sup>, I Nyoman Apraz Ramatryana, S.T., M.T.<sup>3</sup>  
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>dineoctaviak@gmail.com, <sup>2</sup>ledyaldn@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>apraz\_ramatryana@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Pada perkembangan teknologi yang semakin pesat ini, kebutuhan manusia dalam mempermudah pencarian informasi semakin bertambah, terutama di dunia hiburan seperti musik. Metode pencarian judul lagu dengan input suara senandung manusia atau *humming* membutuhkan pola nada pada bagian *chorus* dari sebuah lagu. Proses pemisahan *chorus* membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan secara manual. Oleh karena itu sebuah metode untuk menentukan posisi *chorus* lalu memisahkannya secara otomatis merupakan solusi dari masalah tersebut.

Pada penelitian ini diusulkan penggunaan metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) pada *frame* sinyal audio dan menggunakan perhitungan koefisien korelasi 2-D untuk mendapatkan posisi *chorus*. Pertama-tama proses dimulai dengan memilih file MP3 dan selanjutnya didapatkan data sinyal audio. Kemudian dilakukan proses pemotongan sinyal audio menjadi potongan kecil yang disebut *frame* yang mana proses ini disebut proses *framing*. Lalu pada setiap *frame* dilakukan proses transformasi MFCC untuk mendapatkan nilai koefisien MFCC. Koefisien MFCC disini merupakan ciri yang membedakan satu *frame* dengan *frame* yang lain. Proses terakhir adalah proses penentuan posisi *chorus* dengan menggunakan proses korelasi 2-D. Metode MFCC menghasilkan rata-rata ACC sebesar 94,5%. Waktu rata-rata proses untuk satu lagu adalah 0,24 detik pada ukuran *frame* 1 detik.

**Kata Kunci:** Sinyal audio, chorus, mel-frequency cepstral coefficient (MFCC), koefisien korelasi 2-D.

#### Abstract

*In this increasingly rapid technological development, human needs in facilitating information search are increasing, especially in the entertainment world such as music. The method of searching for song titles with humming sound input or humming requires the chorus pattern of a song. The chorus separation process takes a long time if done manually. Therefore a method for determining the position of the chorus and then separating it automatically is the solution to the problem.*

*In this study it is proposed to use the Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) method on the audio signal frame and use the 2-D correlation coefficient calculation to get the chorus position. First of all the process starts by selecting an MP3 file and then getting the audio signal data. Then the process of cutting the audio signal into small pieces is called the frame, which is called the framing process. Then in each frame the MFCC transformation process is carried out to obtain the MFCC coefficient value. The MFCC feature here is a feature that distinguishes one frame from another. The last process is the process of determining the position of the chorus using the 2-D correlation process. The success parameter of this simulation is the accuracy of the data. The ACC results with the MFCC method produced an average ACC of 94,5 %. The average processing time for one song is 0,24 seconds at 1 second frame size.*

**Keywords:** Audio signal, chorus, mel-frequency cepstral coefficient (MFCC), 2-D correlation coefficient.

#### 1. Pendahuluan

Pada saat mendengarkan musik maupun bernyanyi, para penikmat musik biasanya sangat hafal betul bagian *chorus* dari sebuah lagu. Hal tersebut bisa terjadi karena bagian *chorus* dalam sebuah lagu diputar secara berulang dan juga biasanya bagian *chorus* merupakan makna dari sebuah lagu. Sehingga peneliti membuat simulasi untuk memisahkan letak dari *chorus* dalam satuan detik, dimana pengguna hanya memerlukan bagian detik beberapa *chorus* pada lagu yang akan dinikmati.

Penelitian sebelumnya tentang klasifikasi genre musik menggunakan Hidden Markov Model [1] dan penelitian pengenalan suara [2]. Kemudian pada penelitian tugas akhir tahun 2016 telah dilakukan penelitian pencarian judul lagu dengan input suara senandung manusia atau *humming* menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) dan *Fast Fourier Transform* (FFT) [3, 4]. Pada penelitian tersebut dibutuhkan database dari pada lagu sebanyak 25 data kemudian akan dilakukan pemisahan *verse* dan *reff* secara manual. Tetapi akan terjadi masalah apabila jumlah database *verse* dan *reff* pada lagu melebihi dari 25 data. Sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang melakukan proses pemisahan *verse* dan *reff* secara otomatis dengan menganalisis sinyal dari file musik pada mp3.

Pada tahun 2017 dilakukan penelitian terkait pemisahan *verse* dan *reff* pada lagu oleh Obed [5] menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dengan akurasi 92%, Shimon [6] dengan metode *Linier Predictive Coding* (LPC) dengan akurasi 97%, Firmansyah [7] menggunakan metode korelasi dengan akurasi 92%. Pada penelitian tersebut dilakukan pemisahan secara manual kemudian dimasukkan ke database dan di tampilkan pada GUI.

Penelitian kali ini menggunakan metode *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) pada *frame* sinyal audio dan menggunakan perhitungan koefisien korelasi 2-D untuk mendapatkan posisi *chorus*.

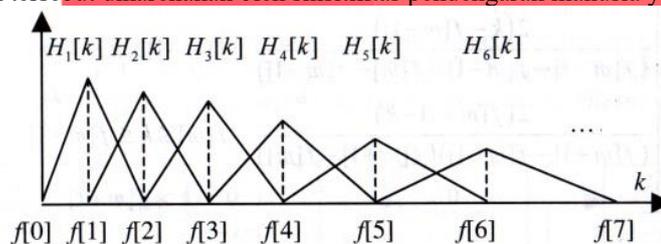
## 2. Dasar Teori

### 2.1 Sinyal Audio

Menurut [1] sinyal audio umumnya disebut sebagai sinyal yang dapat didengar oleh manusia. Energi yang terkandung dalam sinyal audio biasanya diukur dalam desibel. Sinyal audio biasanya berasal dari sumber suara yang bergetar dalam rentang frekuensi yang dapat didengar. Telinga manusia dapat mendengar bunyi Antara 20Hz - 20KHz sesuai batasan sinyal audio. Angka 20Hz sebagai frekuensi suata terendah yang dapat didengar, sedangkan 20KHz merupakan frekuensi tertinggi yang dapat didengar. Nilai frekuensi di bawah 20Hz disebut frekuensi infrasonik, sedangkan nilai frekuensi di atas 20KHz disebut frekuensi ultrasonik.

### 2.2 Mel-frequency Cepstral Coefficient (MFCC)

*Mel-frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) dapat digunakan sebagai vektor ciri yang baik untuk merepresentasikan suara manusia dan sinyal music. Lebih khusus lagi, MFCC telah terbukti bermanfaat untuk pengenalan suara. Analisis suara pada *Mel-Frequency* didasarkan pada persepsi pendengaran manusia, karena telinga manusia telah diamati dapat berfungsi sebagai filter pada frekuensi tertentu. Filter-filter tersebut memiliki jarak yang tidak seragam pada sumbu frekuensi, yaitu banyak filter pada daerah frekuensi rendah dan sedikit pada daerah frekuensi tinggi. Hal tersebut dikarenakan oleh sensitifitas pendengaran manusia yang tidak merata.



Gambar 1 Mel-frequency Filter Bank

Filter-filter tersebut memiliki respon frekuensi yang membentuk BPF segitiga, dan spasi antar bandwidthnya ditentukan oleh interval *mel-frequency* yang konstan. MFCC dapat digunakan untuk mengekstrak data sinyal suara sehingga bisa didapatkan ciri yang terdapat pada data sinyal suara tersebut. Metode MFCC memiliki beberapa tahapan, yaitu:

#### 1. Framing

Proses *framing* adalah proses pemotongan sinyal audio menjadi potongan kecil dengan ukuran yang sama yaitu sebanyak  $N_{window}$ . Tujuan dari proses *framing* agar proses sinyal menjadi lebih fokus pada jumlah data yang terbatas. Pada sistem ini menggunakan beberapa nilai *frame* diantaranya 0,25 detik, 0,5 detik, dan 1 detik.

#### 2. Windowing

Proses *windowing* ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya kebocoran spektral atau aliasing yang mana merupakan suatu efek dari timbulnya sinyal baru yang memiliki frekuensi yang berbeda dengan sinyal aslinya. Efek tersebut dapat terjadi karena rendahnya jumlah *sampling rate* atau karena proses *frame blocking* yang menyebabkan sinyal menjadi *discontinue*. Pada sistem ini jenis *window* yang digunakan diantaranya *rectangular*, *hanning*, dan *haming*.

Tabel 1 Persamaan Windowing

Jenis Window	Persamaan
<i>Rectangular</i>	$w(n) = 1$
<i>Hanning</i>	$w(n) = 0,5 - \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right)$
<i>Haming</i>	$w(n) = 0,54 - \left(0,46 \times \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right)$

#### 3. Discrete Fourier Transform (DFT)

DFT merupakan salah satu varian dari transformasi *Fourier* yang umumnya digunakan untuk mendapatkan sinyal dalam domain frekuensi dari sebuah sinyal diskrit. DFT didefinisikan sebagai berikut [2]:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-\frac{j2\pi kn}{N}}, \text{ untuk } 0 \leq k \leq N-1 \quad (1)$$

dimana :

$X(n)$  dan  $X(K)$  hanya didefinisikan pada region  $[0, N-1]$   $X(K)$  adalah *sample* dari  $X(e^{j\omega})$

$X(e^{j\omega})$  mendapatkan nilai dari  $X(z)$ .

#### 4. Mel-frequency Wrapping

Skala *Mel-Frequency* adalah frekuensi yang linier di bawah 1 kHz dan logaritmik di atas 1 kHz. Skala Mel dapat diperoleh dengan pendekatan persamaan:

$$B(f) = 1125 \ln \left( 1 + \frac{f}{700} \right), \quad (2)$$

dimana  $B$  adalah skala *Mel-frequency* dan  $f$  adalah frekuensi linear.

#### 5. Cepstrum

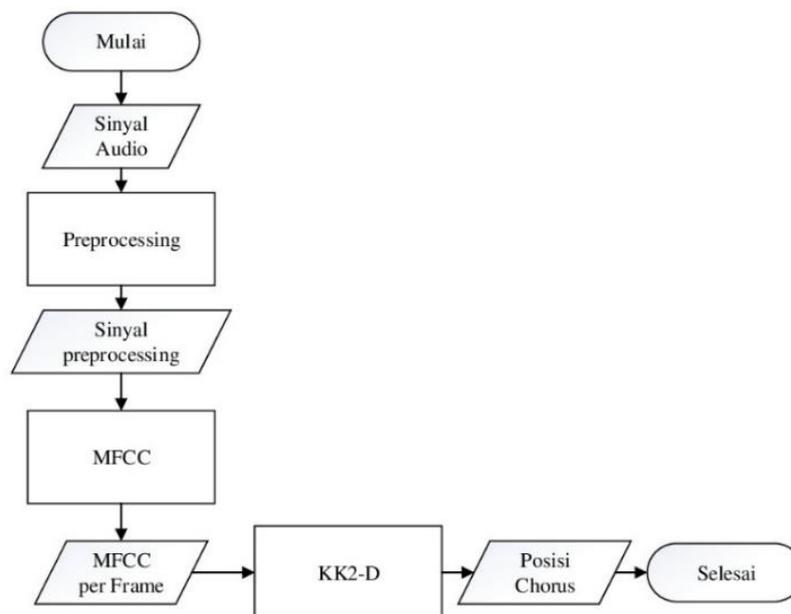
*Mel-Frequency Cepstrum* kemudian didapat dari *Discrete Cosine Transform* (DCT) untuk mendapatkan kembali sinyal dalam domain waktu [8, 9]. Hasilnya disebut sebagai *Mel-Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC). MFCC bisa didapat dari pendekatan persamaan :

$$C_i = \sqrt{\frac{2}{N} \sum_{j=1}^p m_j \cos \left( \frac{\pi i}{N} (j-1) \right)}, \quad (3)$$

dimana  $C_i$  adalah hasil akumulasi dari kuadratik magnitude DFT yang dikalikan dengan *Mel-filter Bank*. Setelah itu didapatkan MFCC. Pada sistem pengenalan suara, biasanya hanya 13 cepstrum koefisien yang digunakan.

### 3. Model Sistem dan Perancangan

Metode penentuan posisi chorus yang dirancang menggunakan metode MFCC untuk ekstraksi ciri dan korelasi dua dimensi untuk mendapatkan koefisien korelasi 2-D. Proses dimulai dengan memilih file MP3 dan selanjutnya didapatkan data sinyalaudio. Proses selanjutnya adalah melakukan proses pemotongan sinyal audio menjadi potongan kecil yang disebut *frame* dan proses ini disebut proses *Framing*. Setiap *frame* dilakukan proses transformasi MFCC untuk mendapatkan nilai koefisien MFCC. Koefisien MFCC disini merupakan ciri yang membedakan satu *frame* dengan *frame* yang lain. Proses terakhir adalah proses penentuan posisi *chorus* dengan menggunakan proses korelasi 2-D. Proses lebih lanjut dipaparkan pada Gambar 2.



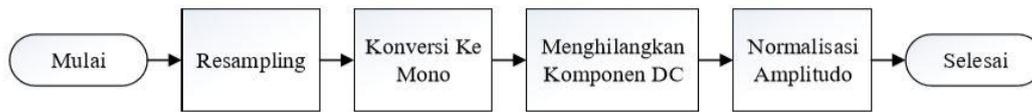
Gambar 2 Diagram Alir Perancangan Sistem

#### 3.1 Sinyal Audio

Sinyal audio yang digunakan adalah sinyal diskrit hasil dari proses pembacaan pada bahasa pemrograman matriks dengan frekuensi sampling  $f_s = 44100$  sampel/detik.

### 3.2 Preprocessing

Setelah selesai pengambilan data, maka proses selanjutnya yaitu *preprocessing*. Tahapan ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas data sebelum masuk ke tahap ekstraksi ciri. Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

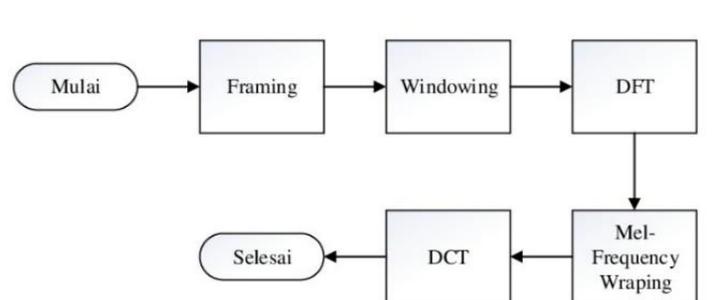


Gambar 3 Flowchart Pre-Processing

1. Proses resampling adalah proses mengubah jumlah *sampel* data dalam satu detik atau menurunkan nilai frekuensi sampling yang awalnya sesuai  $f_s$  dari file MP3 menjadi  $f_s$  sebesar 8000 sampel/detik.
2. Stereo to Mono  
Pada tahap ini data diubah dari stereo ke mono dengan mencari nilai rata-rata kedua kanal. Data sinyal awal terdiri dari dua buah matriks, kemudian diubah menjadi satu matriks dengan cara menghitung rata-rata sinyal pada tiap titik yang sama.
3. DC Removal  
Proses ini adalah menghilangkan komponen DC dari sebuah sinyal audio. Proses dilakukan dengan cara mengurangkan nilai sinyal dengan nilai rata-rata dari sinyal tersebut.
4. Normalisasi Amplitudo  
Pada tahap ini data dilakukan pembagian terhadap nilai absolut maksimum nya sehingga data akan menjadi terbatas antara -1 dan 1 untuk nilai amplitudo nya.

### 3.3 Mel-frequency Cepstral Coefficient (MFCC)

Proses transformasi MFCC bertujuan untuk mendapatkan ciri frekuensi dari tiap *frame*, sehingga panjangnya data sampel untuk proses MFCC adalah sesuai dengan ukuran frame yaitu  $N_{MFCC} = N_{Window}$ .



Gambar 4 Diagram Alir MFCC

### 3.4 Algoritma Penentuan Posisi

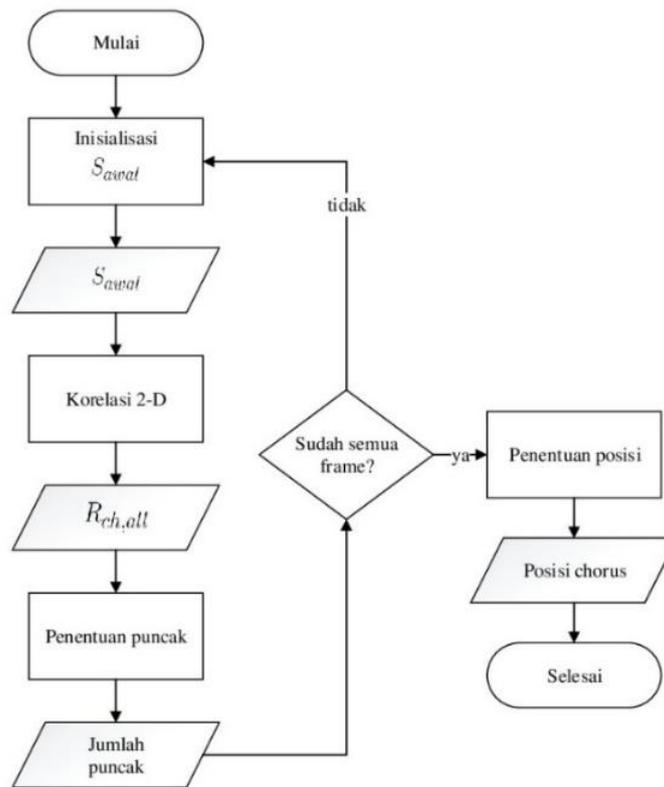
Algoritma penentuan posisi menggunakan *High Frequency Content* (HFC) dengan perhitungan sesuai persamaan 4.

$$HFC(k, frame) = k \times x(k, frame), \quad (4)$$

Proses selanjutnya adalah melakukan iterasi segmen awal yang berubah dari detik 10 sampai dengan 70 disebut sebagai  $S_{awal} = 10, 20, 30, \dots, 70$ , yang merupakan referensi awal untuk *chorus* dari  $HFC(k, frame)$ .  $S_{awal}$  merupakan awal segmen dari HFC (k, frame) dan sepanjang  $S_{panjang}$  sehingga  $S_{akhir} = S_{awal} + S_{panjang}$ . Referensi *chorus* disimbolkan sebagai  $S_{chorus} = HFC(k, S_{awal} : S_{akhir})$  dan selanjutnya referensi tersebut dihitung koefisien korelasi 2-D terhadap seluruh  $HFC(k, frame)$  dengan proses *overlapping* sebesar 1 *frame*. Perhitungan koefisien korelasi 2-D ( $R_{ch,all}$ ) sesuai dengan persamaan 5.

$$(R_{ch,all}) = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 (\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}}, \quad (5)$$

Berikut adalah diagram alir penentuan posisi *chorus* :



Gambar 5 Diagram Alir Penentuan Posisi *Chorus*

### 3.5 Parameter Pengujian Sistem

#### 3.5.1 Akurasi

Akurasi merupakan ukuran ketelitian sistem dalam memisahkan *chorus* input lagu yang diberikan sehingga menghasilkan *output* yang benar. Akurasi sistem secara keseluruhan dapat ditulis sebagai berikut :

$$Akurasi = \frac{jumlah\ data\ benar}{jumlah\ data\ keseluruhan} \times 100, \tag{6}$$

#### 3.5.2 Error

Sedangkan *error* merupakan tingkat kesalahan system dalam memisahkan *chorus* input lagu yang diberikan terhadap jumlah data lagu secara keseluruhan. *Error* secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Error = \frac{jumlah\ data\ benar}{jumlah\ data\ keseluruhan} \times 100, \tag{7}$$

## 4. Pengujian dan Analisis

### 4.1 Skenario 1 Pengujian dan Analisis Pengaruh Ukuran *Frame* Terhadap Koefisien Korelasi 2 Dimensi.

Pada skenario ini, penulis menggunakan *frame* 250ms, 500ms dan 1000ms. Adapun hasil yang diperoleh yaitu :

Tabel 1 Pengaruh Ukuran *Frame* Terhadap Nilai KK-2D

ukuran <i>frame</i> (detik)	Nilai KK-2D (detik)	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>
0,25	0,59	0,50
0,5	0,71	0,61
1	0,81	0,73

**Tabel 2** Pengaruh Ukuran *Frame* Terhadap *Ranking* Posisi

ukuran <i>frame</i> (detik)	<i>Ranking</i> Posisi	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>
0,2	344	303,92
0,4	165,68	174,36
1	22,4	25,88

**Tabel 3** Waktu Proses Pengaruh Ukuran *Frame*

Ukuran <i>Frame</i> (Detik)	Waktu
0,25	0,41
0,5	0,23
1	0,21

Dari pengujian skenario 1 dengan jumlah *frame* 1 detik didapat hasil pada nilai koefisien korelasi 2D terlihat pada Tabel 1 adalah semakin besar nilai korelasi maka hasil pengujian pada *chorus* semakin baik dan hasil pada *ranking* posisi yang paling baik pada pengujian *frame* 1 detik pada Tabel 2 adalah semakin kecil nilai *ranking* maka semakin baik nilainya. Kemudian dari Tabel 3 didapatkan hasil rata - rata waktu proses penentuan *chorus* paling baik pada *frame* 1 detik.

#### 4.2 Skenario 2 Pengujian dan Analisis Pengaruh Jenis *Window* Terhadap Koefisien 2 Dimensi

Pada skenario kedua akan dilakukan *windowing*, dengan 3 jenis *windowing* yaitu *rectangular*, *hanning*, *hamming*. Adapun hasil yang didapat adalah:

**Tabel 4** Pengaruh Jenis *Window* Terhadap Nilai KK-2D

Jenis <i>Window</i>	Nilai KK-2D (detik)	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>
<i>Rectangular</i>	0,81	0,73
<i>Hanning</i>	0,75	0,66
<i>Hamming</i>	0,71	0,63

**Tabel 5** Pengaruh Jenis *Window* Terhadap *Ranking* Posisi

Jenis <i>Window</i>	<i>Ranking</i> Posisi	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>
<i>Rectangular</i>	11	345
<i>Hanning</i>	18	172
<i>Hamming</i>	15	18

**Tabel 6** Waktu Proses Pengaruh Jenis *Windowing*

Jenis <i>Windowing</i>	Waktu
<i>Rectangular</i>	0,24
<i>Hanning</i>	0,31
<i>Hamming</i>	0,29

Dari pengujian skenario 2 didapat hasil *windowing* terbaik pada nilai koefisien 2D terlihat pada Tabel 4 adalah semakin besar nilai korelasi maka hasil pengujian pada *chorusnya* semakin baik yang terdapat pada *window rectangular* dan berdasarkan dari *ranking* posisi hasil dari pengujian menunjukkan jika semakin kecil nilai yang didapatkan maka akan semakin baik yang terdapat pada *window rectangular*. Kemudian dari Tabel 6 didapatkan hasil rata - rata waktu proses penentuan *chorus* paling baik terletak pada *window rectangular*.

#### 4.3 Skenario 3 Pengujian dan Analisis Pengaruh Jumlah Koefisien MFCC

Pada skenario ketiga ini dilakukan pengujian pengaruh jumlah koefisien MFCC pada *frame* 1 detik dengan jenis *window rectangular* untuk mendapatkan hasil akurasi dan waktu komputasi pada pengujian lagu.

**Tabel 7** Pengaruh Koefisien MFCC Terhadap Nilai KK-2D

Jumlah Koefisien MFCC	Nilai KK 2-D	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>

10	0,99	0,98
20	0,97	0,96
50	0,91	0,86
100	0,84	0,77
200	0,81	0,73
500	0,70	0,61

**Tabel 8** Pengaruh Koefisien MFCC Terhadap *Ranking* Posisi

Jumlah Koefisien MFCC	<i>Ranking</i> Posisi	
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>
10	18	20
20	15	21
50	12	21
100	14	20
200	11	18
500	12	18

**Tabel 9** Waktu Proses Pengaruh Koefisien MFCC Terhadap Jenis *Window*

Jumlah Koefisien MFCC	Waktu
10	0,12
20	0,11
50	0,14
100	0,15
200	0,20
500	0,59

Dari pengujian skenario 3 didapat bahwa jumlah koefisien MFCC terbaik saat bernilai 200. Pada Tabel 8 didapatkan *ranking* posisi pada saat koefisien MFCC bernilai 200 ialah yang terkecil, dimana bernilai 11 pada *chorus 2* dan bernilai 18 pada *chorus 3*.

#### 4.4 Skenario 4 Pengujian dan Analisis Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi

Pada skenario keempat ini dilakukan pengujian sistem untuk mendapatkan nilai akurasi dan waktu komputasi *chorus* menggunakan ukuran *frame* 1 detik.

**Tabel 10** Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi

Nama File	Akurasi (%)		Waktu
	<i>Chorus 2</i>	<i>Chorus 3</i>	
Avicii - Lonely Together ft. Rita Ora.mp3	100	99	0,22
Calvin Harris - My Way.mp3	24	95	0,22
DJ Snake feat. Justin Bieber - Let Me Love You.mp3	100	100	0,19
Martin Garrix ft Bebe Rexha - In The Name Of Love.mp3	100	96	0,18
The Chainsmoker - Dont Let Me Down.mp3	100	100	0,20
Aretha Franklin - Rock Steady.mp3	100	100	0,18
Bruno Mars - Calling All My Lovelies.mp3	100	100	0,23
DNCE - Body Moves.mp3	100	99	0,23
DNCE - Cake By The Ocean.mp3	99	98	0,21
Pharrell Williams - Happy.mp3	97	98	0,21
DJ Khaled - Wild Thoughts ft. Rihanna, Bryson Tiller.mp3	99	99	0,22
Pitbull feat Marc Anthony - Rain Over Me.mp3	100	100	0,27
Post Malone - rockstar ft. 21 Savage.mp3	100	100	0,23
Wiz Khalifa - Black and Yellow.mp3	33	41	0,21
Wiz Khalifa - Roll Up.mp3	100	100	0,29

Britney Spears – Baby One More Time.mp3	96	98	0,30
Carly Rae Jepsen - Call Me Maybe.mp3	100	63	0,23
Carly Rae Jepsen - I Really Like You.mp3	100	99	0,20
The Script - Super Heroes.mp3	100	99	0,24
The Script feat William - Hall Of Fame.mp3	100	100	0,22
Bon Jovi - Its My Life.mp3	100	100	0,23
Dewa - Arjuna.mp3	99	100	0,38
Dewa 19 - Pangeran Cinta.mp3	99	87	0,30
Fall Out Boy - I Dont Care.mp3	100	93	0,27
Paramore- Ignorance.mp3	100	100	0,22

Dari pengujian skenario 4 tingkat akurasi tertinggi diperoleh dengan menggunakan ukuran *frame* 1 detik dengan tipe *window rectangular*. Dengan hasil rata-rata ACC adalah 94,5% dan waktu pemrosesan rata-rata untuk satu lagu adalah 0,24 detik.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian system yang dilakukan serta analisis system dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan letak *chorus* menggunakan metode MFCC berjalan dengan baik namun pada data lagu yang memiliki tempo nada yang sama akan menghasilkan sinyal keluaran yang sulit dibedakan oleh system akan menghasilkan nilai yang kurang optimal.
2. Pada saat dilakukan pengujian sistem skenario 1 dengan penggunaan *frame* 250ms, 500ms dan 1000ms di dapat hasil sinyal audio yang optimal pada saat *frame* 1000ms atau 1 detik.
3. Pada saat dilakukan pengujian sistem skenario 2 dengan penggunaan *window rectangular*, *hanning* dan *hamming* di dapat hasil sinyal audio yang optimal pada saat *windowing* dengan jenis *rectangular*.
4. Hasil ACC dengan metode MFCC menghasilkan hasil rata-rata ACC adalah 94,5% dan waktu pemrosesan rata-rata untuk satu lagu adalah 0,24 detik.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang akan digunakan untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Pengembangan metode ekstraksi ciri yang dapat mengoptimalkan sistem kerja pada saat pengujian.
2. Pengembangan terhadap lagu dengan genre yang berbeda serta pengubahan format data pada lagu.

### Daftar Pustaka

- [1] I. Ikhsan, L. Novamizanti, I.N.A. Ramatryana, "Automatic musical genre classification of audio using Hidden Markov Model", 2nd International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT), 2014.
- [2] R.R. Juniansyah, R. Magdalena, L Novamizanti, Perancangan Sistem Pengenalan Suara Dengan Metode Linear Predictive Coding, eProceedings of Engineering, 4 (1), 2017
- [3] A. Archamadi, "Analisis dan Simulasi Identifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Discrete Cosine Transform". Bandung : Universitas Telkom.
- [4] A. R. Prassiwi, "Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Fast Fourier Transform". Bandung : Universitas Telkom.
- [5] O. G. Filemon, "Perancangan dan Simulasi Pemisahan Reff Lagu dengan Metode Fast Fourier Transform". 2017.
- [6] S. A. Armando, "Analisis dan Simulasi Pencarian Verse dan Reff Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Linear Predictive Coding". 2017.
- [7] F. Patriandhika, "Simulasi dan Analisis Pencari Reff dan Verse Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Korelasi". Bandung : Universitas Telkom.
- [8] I. Iwut, G. Budiman, L. Novamizanti, Optimization Of Discrete Cosine Transform-Based Image Watermarking by Genetics Algorithm, Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, vol: 4, issue : 1, pp. 91-103, 2016.
- [9] H. Harahap, G. Budiman, L. Novamizanti, Implementasi Teknik Watermarking menggunakan FFT dan Spread Spectrum Watermark pada Data Audio Digital, ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi & Elektronika, ISSN (p), 2338-8323, 2016.

