

**PEMISAHAN VERSE DAN REFF SECARA OTOMATIS PADA MUSIK MP3
MENGUNAKAN KORELASI ANTAR FRAME BERBASIS CIRI MODIFIED
DISCRETE COSINE TRANSFORM (MDCT)**

*AUTOMATIC VERSE DAN REEF SEPARATION ON MP3 MUSIC USING CORELATION
ON FRAME BASED ON MODIFIED DISCRETE COSINE TRANSFORM (MDCT)
FEATURE.*

Rizqi Surya Utama¹, Ir. Rita Magdalena,M.T.², I Nyoman Apraz Ramatryana,S.T.,M.T.³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹imantyar@student.telkomuniversity.ac.id, ²ritamagdalen@telkomuniversity.ac.id, ³apraz
ramatryana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Di masa sekarang teknologi telekomunikasi tidak hanya untuk mengirimkan satu informasi dari satu titik ke titik yang lain, tetapi meluas contohnya dunia musik. Dengan adanya pengolahan sinyal informasi dalam dunia musik, dimana bisa mengidentifikasi sinyal informasi pada lagu, lagu dijadikan sebagai objek utama dikarenakan perkembangan *entertainment* musik yang begitu pesat. Penelitian ini tentang pencarian *verse* dan *reff* dengan inputan potongan *verse* dan *reff* dari lagu untuk disimpan pada *database* yang terdiri dari 25 data potongan *verse* dan *reff* dan berbagai genre yang diproses secara manual.

Tugas Akhir ini menggunakan metode *Modified Discrete Cosine Transform* (MDCT) yaitu mencari *reff* dan *verse* pada lagu secara otomatis, proses yang dilakukan untuk menentukan letak *verse* dan *reff* dengan menggunakan korelasi antar *frame* setelah *frame* tersebut dilakukan ekstraksi ciri menggunakan MDCT.

Di dalam tugas akhir ini, 25 file lagu pada *database* menghasilkan rata-rata akurasi 75% dari ketepatan letak *verse* dan *reff* dalam detik dari hasil metode dibandingkan dengan letak aktual dari hasil pemisahan *verse* dan *reff* secara manual pada masing-masing lagu. Waktu komputasi terbaik pada tugas akhir ini 95 detik dengan *frame* 1000ms untuk pemotongan 1 lagu file *mp3*.

Kata kunci : *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT), verse, reff.*

Abstract

In the present time telecommunications technology is not only to send one information from one point to another, but extends for example the music world. With the existence of information signal processing in the world of music, where it can identify information signals on songs, songs are used as the main object due to the rapid development of music entertainment. This research is about verse and reff search by inputting verse pieces and referrals from songs to be stored in a database consisting of 25 pieces of verse and reff data and various genres that are processed manually.

This Final Project uses the Modified Discrete Cosine Transform (MDCT) method, which is to search for referrals and verses on songs automatically. The process is carried out to determine the verse and reff location by using the correlation between frames after the frame features extraction using MDCT.

In this final project, 25 song files on the database resulted in an average accuracy of 75% of the accuracy of the verse location and the reff in seconds from the results of the method compared to the actual location of the results of the separation of verse and reff manually on each song. The best computing time in this final project is 95 seconds with a 1000ms frame for cutting 1 song mp3 file.

Keywords: *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT), verse, reff.*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telekomunikasi semakin pesat dan menyeluruh. Teknologi telekomunikasi tidak hanya serta merta mengirimkan informasi dari satu titik ke titik yang lain, tetapi meluas ke dunia *entertainment* contohnya dunia musik. Pengolahan sinyal informasi ini sangat mencakup luas, salah satunya yaitu mengidentifikasi sinyal informasi pada lagu. Lagu dijadikan sebagai objek yang utama, hal ini disebabkan perkembangan musik yang begitu pesat juga.

Pada tahun 2016, Agatha melakukan penelitian tentang pengolahan sinyal audio musik untuk mencari judul lagu dengan input suara senandung manusia atau *humming* menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) sebagai ekstraksi ciri [1]. Hal yang sama juga dilakukan oleh Arintyo [2], Ignatius [3], Ganang [4] dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT), *Linear Predictive Coding* (LPC), *Mell Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC). Penelitian tersebut menggunakan model referensi pola nada dan lirik dari sebuah lagu. Bagian yang unik dari sebuah lagu adalah bagian *verse* dan *reff* sehingga dibutuhkan *database* yang berupa bagian *verse* dan *reff* dari lagu yang dilakukan analisis. Pada penelitian tersebut, penulis menggunakan 100 data lagu dan untuk mendapatkan bagian *verse* serta *reff* dari sebuah lagu dilakukan pemotongan secara manual menggunakan *software cool edit*. Pemotongan secara manual tersebut menjadi masalah apabila jumlah *database* *verse* dan *reff* yang dibutuhkan semakin banyak sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan proses pemotongan atau pemisahan *verse* dan *reff* secara otomatis dengan menganalisis sinyal dari *file* musik pada mp3 lagu tersebut.

Penelitian tentang pemisahan *verse* dan *reff* telah dilakukan pada tahun 2017 oleh beberapa peneliti [5]-[8]. Penelitian tersebut menggunakan 25 lagu terdiri dari lima jenis genre. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah metode FFT, LPC, *Discrete Wavelet Transform* (DWT), dan *Modified Discrete Cosine Transform* (MDCT). Kekurangan dari penelitian sebelumnya adalah memerlukan letak awal *verse* dan *reff* dari sebuah lagu sebagai referensi awal untuk dilakukan perhitungan Koefisien Korelasi 2 Dimensi (KK2D). Permasalahan ini menjadi latar belakang untuk dilakukannya penelitian lebih mendalam pada sistem pemisahan yang telah dirancang pada penelitian sebelumnya dan mengembangkan sebuah sistem yang prosesnya tanpa memerlukan letak awal *verse* dan *reff* dari sebuah lagu atau otomatis.

Tugas Akhir ini merancang sistem pemisahan *verse* dan *reff* dari *file* lagu mp3 secara otomatis menggunakan metode *Modified Discrete Cosine Transform* (MDCT) sebagai ekstraksi ciri dari *frame* sinyal audio musik. Input dari sistem adalah *file mp3* dan menghasilkan output *file mp3* yang hanya berisi bagian *verse* dan *reff* dari *file* input tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 Struktur Lagu

Struktur lagu merupakan susunan dan hubungan antara unsur-unsur musik dalam lagu sehingga menghasilkan suatu lagu yang bermakna. Bentuk atau struktur lagu itu merupakan susunan dan hubungan antar unsur musik dalam suatu lagu yang menghasilkan lagu memiliki suatu komposisi. Lagu memiliki tujuh komponen berikut struktur yang terdapat pada lagu [2].

2.2 Chorus/Reff

Chorus/Reff adalah bagian pada lagu yang sering diulang-ulang dan merupakan bagian utama dari sebuah lagu. *Chorus/Reff* merupakan bagian yang paling ditunggu-tunggu dalam sebuah lagu. *Chorus* memiliki nilai *excitement* yang lebih tinggi dari *verse*. Sementara *Reff* lebih sederhana dari pada *Chorus*. *Reff* yang berisi pengulangan kata yang biasanya menggunakan bagian lain dari lagu biasanya untuk diulang di bagian ini. Notasi pengulangan dan syairnya sama [2].

2.3 Verse

Verse adalah pengantar sebuah lagu sebelum masuk kebagian *chorus*. *Verse* sering disebut bagian 'basa-basi' dari sebuah lagu. Sebuah lagu yang baik bahkan memiliki *verse* yang kuat secara melodik dan harmonik yang tidak kalah dengan bagian *reff*-nya. Bagian *verse* bukan merupakan bagian yang klimaks pada lagu. Hanya berupa pengantar dan berisi kalimat-kalimat pembuka [9].

2.4 Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)

Modified Discrete Cosine Transform (MDCT) merupakan teknik transformasi yang mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. MDCT merupakan salah satu cabang dari *Discrete Cosine Transform* (DCT) yang berbasis pada persamaan DCT-IV. Berbeda dengan DCT biasa, MDCT merupakan sebuah *lapped transform* dimana basis fungsi transformasinya akan membuat overlap pada batas antarblok. Jika sebuah *frame* memiliki panjang N , maka MDCT akan memproses sebanyak $2N$ untuk menghasilkan sejumlah N koefisien. Namun ketika sejumlah N koefisien tersebut diberikan fungsi invers MDCT maka akan dihasilkan kembali *frame* awal yang memiliki panjang $2N$ [10].

Sifat *overlap* atau tumpang tindih ini merupakan nilai tambah MDCT dibanding transformasi lain karena dapat memperkecil kemungkinan distorsi (*artifact*) yang berasal dari batas antarblok. Rumus umum MDCT direpresentasikan dengan persamaan berikut [11] :

2.5 Korelasi

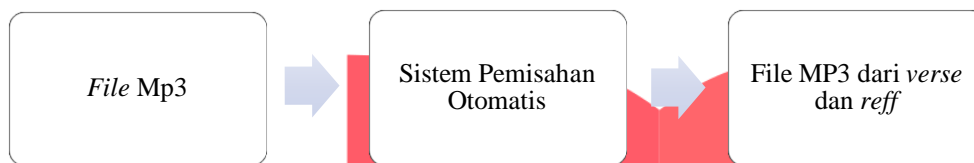
Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi/hubungan. Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam *statistic bivariate* yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel. Korelasi bermanfaat untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel dengan skala tertentu. Kuat lemah hubungan diukur

diantara jarak (*range*) 0 sampai dengan 1. korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah (*two tailed*). Korelasi searah jika nilai koefisien korelasi ditemukan positif, sebaliknya jika nilai koefisien korelasi negatif, korelasi disebut tidak searah. Jika koefisien korelasi ditemukan tidak sama dengan nol (0), maka terdapat ketergantungan antara dua variabel tersebut. Jika koefisien korelasi ditemukan +1. Maka hubungan tersebut disebut sebagai korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) positif. Jika koefisien korelasi ditemukan -1 maka hubungan tersebut disebut dengan korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) negatif. Dalam korelasi sempurna tidak diperlukan lagi pengujian hipotesis, karena kedua variabel mempunyai hubungan linear yang sempurna. Artinya variabel X mempengaruhi variabel Y secara sempurna. Jika korelasi sama dengan nol (0), maka tidak terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut [7].

3. Perancangan Sistem

3.1 Blok Diagram

Sistem yang dibuat pada tugas akhir ini yaitu pemisahan *reff* dan *verse* dari sebuah lagu asli. Pada blok diagram sistem ini terdapat beberapa tahapan dari pemrosesan data lagu sehingga menghasilkan *reff* dan *verse* lagu yang sesuai.

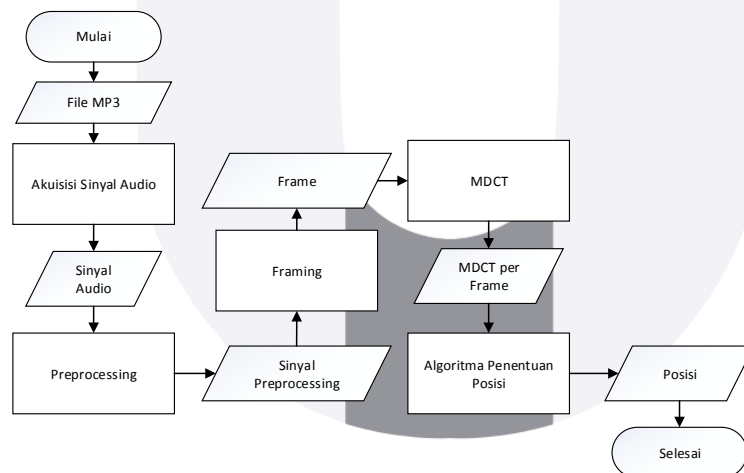


Gambar Error! No text of specified style in document..1

Dalam perancangan tugas akhir ini terdapat 3 tahapan penting yang digambarkan pada sistem ini yang pertama yaitu *file mp3* untuk mengetahui *verse* dan *reff* tersebut setelah di proses oleh otomatis kemudian akan didapat letak *verse* dan *reff* selanjutnya letak itu akan digunakan untuk pemotongan *file mp3* itu sesuai dengan letak.

3.2 Sistem Penentuan Posisi

Sistem penentuan posisi merupakan sistem untuk menentukan posisi suatu pola sinyal yang memiliki kemiripan dari hasil Koefisien Korelasi 2 Dimensi (KK2D). Alur kerja sistem penentuan posisi yang secara umum dipaparkan pada gambar 3.2.

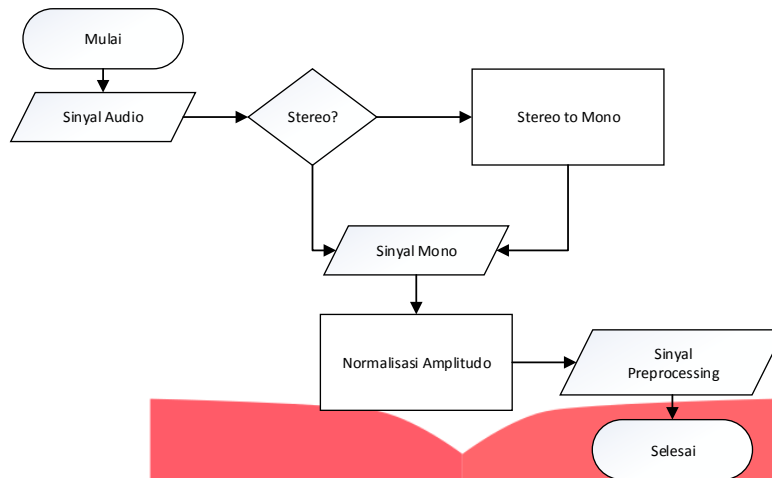


Gambar Error! No text of specified style in document..2 Alur kerja sistem

Proses dimulai dengan input *file mp3* yang selanjutnya dilakukan akuisisi sinyal audio untuk mendapatkan sinyal audio *stereo*. Proses kedua adalah proses *pre-processing* yang bertujuan untuk merubah sinyal *stereo* menjadi sinyal *mono* sehingga sinyal audio baik pada saat diproses dan untuk menyamakan kondisi sinyal audio agar seragam untuk semua jenis *file mp3*. Proses selanjutnya adalah proses *framing*, yang berfungsi untuk memudahkan membaca data dan merupakan proses pengubahan sinyal audio menjadi *frame* dimana *frame* terdiri dari data sinyal dengan jumlah yang sama setiap *frame* yaitu sesuai dengan ukuran *frame* yang telah ditentukan. Proses ke-empat adalah transformasi MDCT untuk mengubah sinyal per-*frame* menjadi koefisien MDCT per *frame*. Proses terakhir adalah proses penentuan posisi untuk mendapatkan posisi.

3.3 Flowchart Pre-processing

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



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Flowchart Pre-Processing

3.3.1 Stereo to Mono

Pada tahap ini data diubah dari stereo ke mono dengan mencari nilai rata-rata kedua kanal yang biasa disebut stereo untuk diubah menjadi satu kanal yang biasa disebut mono. Maksudnya adalah data sinyal yang sebelumnya terdiri dari dua buah matriks, kemudian diubah menjadi satu matriks dengan cara menghitung rata-rata sinyal pada tiap titik yang sama. Berikut contoh hasil sinyal proses *stereo to mono* dan perhitungan *stereo to mono*

3.3.2 Normalisasi Amplitudo

Fungsi normalisasi amplitudo pada proses *pre-processing* adalah menyamakan jarak dekat atau jauhnya mulut dengan *microphone* pada saat pengucapan. Pada tahap ini data dilakukan pembagian terhadap nilai absolut maksimum nya sehingga data akan menjadi terbatas antara -1 dan 1 untuk nilai amplitudo nya.

3.4 Frame / Buffer

Proses yang digunakan untuk pembagian sinyal audio menjadi beberapa *frame*. Pada sistem ini menggunakan beberapa nilai *frame* diantaranya yaitu 0,2 detik, 0,4 detik, dan 1 detik. Semakin besar *frame*, maka semakin cepat waktu komputasinya dikarenakan ciri yang dicocokkan menjadi sedikit oleh sistem. Satu *frame* terdiri dari beberapa sample tergantung tiap berapa detik suara yang akan disampling [2]. Ilustrasi proses *framing* ditunjukkan pada gambar.

4. Hasil Percobaan dan Analisa

4.1 Pengaruh ukuran *frame* terhadap koefisien korelasi 2 dimensi.

Pada skenario ini, penulis menggunakan *frame* 200ms, 400ms dan 1000ms. Adapun hasil yang diperoleh yaitu :

Tabel 4.1 Hasil koefisien korelasi 2 dimensi

ukuran <i>frame</i> (detik)	<i>verse 2</i>	<i>reff2</i>	<i>reff3</i>
	Nilai KK-2D (detik)	Nilai KK-2D (detik)	Nilai KK-2D (detik)
0,2	0,24	0,38	0,32
0,4	0,26	0,4	0,34
1	0,32	0,47	0,4

Tabel 4.2 Ranking posisi

ukuran <i>frame</i> (detik)	<i>verse 2</i>	<i>reff2</i>	<i>reff3</i>
	Ranking Posisi	Ranking Posisi	Ranking Posisi
0,2	534,24	631,8	378,52

0,4	190,52	176,36	291,56
1	32,32	12,6	19,64

Dari skenario 1 didapat hasil pada nilai koefisien korelasi 2 dimensi adalah jika semakin besar nilai korelasi maka hasilnya semakin baik dan hasil pada *Ranking* posisi adalah jika semakin kecil nilai *Ranking* maka semakin baik nilainya

4.2 Analisis sistem pemisahan *verse* dan *reff* dengan referensi.

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

Tabel 4.3 Hasil koefisien korelasi 2 dimensi pada *windowing*

Jenis <i>Window</i>	<i>verse 2</i>	<i>reff2</i>	<i>reff3</i>
	Nilai KK-2D (detik)	Nilai KK-2D (detik)	Nilai KK-2D (detik)
<i>Rectangular</i>	0,32	0,47	0,4
<i>Hanning</i>	0,31	0,45	0,38
<i>Hamming</i>	0,31	0,46	0,38

Dari skenario 2 didapat hasil *windowing* terbaik pada *window rectangular* Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jenis jendela mendapatkan hasil yang sama rata-rata, sehingga dapat disimpulkan bahwa *rectangular* memiliki hasil yang baik.

4.3 Analisis sistem penentuan *verse* dan *reff* dengan refrensi

Dalam skenario ini dilakukan pengujian pengaruh *frame* 1000.

Tabel 4.4 Hasil *frame* pada genre EDM

Jenis Lagu	Ukuran <i>Frame</i>	Akurasi <i>Verse</i> (%)	Waktu komputasi <i>Verse</i> (detik)	Akurasi <i>Reff</i> (%)	Waktu Komputasi <i>Reff</i> (detik)
EDM	1000ms	100,00	1,63	94,74	1,85
		92,31	1,83	93,33	2,19
		100,00	2,23	88,11	2,21
		96,43	3,03	100,00	3,23
		100,00	2,36	70,83	2,90

Tabel 4.5 Hasil *frame* pada genre Funk

Jenis Lagu	Ukuran <i>Frame</i>	Akurasi <i>Verse</i> (%)	Waktu komputasi <i>Verse</i> (detik)	Akurasi <i>Reff</i> (%)	Waktu Komputasi <i>Reff</i> (detik)
FUNK	1000ms	58,62	2,85	100,00	1,85
		90,91	3,40	91,67	3,61
		92,41	2,22	86,49	4,40
		93,33	1,94	90,32	3,60
		100,00	2,81	87,50	3,15

Tabel 4.6 Hasil *frame* pada genre EDM

Jenis Lagu	Ukuran <i>Frame</i>	Akurasi <i>Verse</i> (%)	Waktu komputasi <i>Verse</i> (detik)	Akurasi <i>Reff</i> (%)	Waktu Komputasi <i>Reff</i> (detik)
HIP HOP	1000ms	73,68	2,34	71,43	2,08
		96,55	3,88	99,45	3,65
		70,26	4,97	76,00	2,77
		85,88	3,87	80,00	2,69
		64,29	3,38	66,67	3,71

Tabel 4.7 Hasil *frame* pada genre Pop

Jenis Lagu	Ukuran <i>Frame</i>	Akurasi <i>Verse</i> (%)	Waktu komputasi <i>Verse</i> (detik)	Akurasi <i>Reff</i> (%)	Waktu Komputasi <i>Reff</i> (detik)
POP	1000ms	50,00	2,65	95,83	3,16
		80,00	1,82	84,38	3,35
		75,00	1,83	62,50	3,34
		47,06	4,42	100,00	2,74
		86,36	2,86	83,33	5,07

Tabel 4.8 Hasil *frame* pada genre Rock

Jenis Lagu	Ukuran <i>Frame</i>	Akurasi <i>Verse</i> (%)	Waktu komputasi <i>Verse</i> (detik)	Akurasi <i>Reff</i> (%)	Waktu Komputasi <i>Reff</i> (detik)
ROCK	1000ms	100,00	3,77	100,00	6,92
		99,26	12,47	95,83	7,75
		84,00	7,52	78,33	6,60
		82,14	6,78	100,00	7,86
		86,38	8,01	84,35	5,73

Pada hasil pengujian skenario 2, hasil yang didapat adalah genre terbaik ada pada genre pop. Karna pada genre pop frekuensi suara stabil.

4.4 Analisis sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis

Dalam skenario ini dilakukan pengujian pengaruh ukuran *frame* pada proses ekstraksi ciri. Dalam pengujian digunakan 25 data lagu yang dikelompokkan menjadi 5 yaitu edm, funk, pop, hip-hop dan rock. Dari hasil pengujian, dilakukan analisis akurasi menggunakan persamaan (3.1)

Pengujian terhadap genre EDM

Tabel 4.9 Hasil Data Lagu EDM

Jenis Lagu	Ukuran <i>frame</i>	Akurasi <i>reff</i> (%)	Waktu Komputasi (detik)
EDM	1000ms	87,42	99
		87,66	178
		68,88	215
		77,24	211
		62,45	145

Pada tabel 4.10 didapat hasil dari pengujian sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis dari data lagu EDM dengan akurasi sebesar 87,66% dan waktu kompitasi terbaik sebesar 99 detik. Pengujian terhadap lagu dengan genre Funk

Tabel 4.10 Hasil Data Lagu Funk

Jenis Lagu	Ukuran <i>frame</i>	Akurasi <i>reff</i> (%)	Waktu Komputasi (detik)
FUNK	1000ms	77,77	95
		72,97	136
		95,70	192
		51	166
		75,80	160

Pada tabel 4.11 didapat hasil dari pengujian sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis dari data lagu Funk dengan akurasi sebesar 95,70% dan waktu kompitasi terbaik sebesar 95 detik. Pengujian terhadap lagu bergenre HIP-HOP

Tabel 4.11 Hasil Data Lagu Hip Hop

Jenis Lagu	Ukuran <i>frame</i>	Akurasi <i>reff</i> (%)	Waktu Komputasi (detik)
HIP-HOP	1000ms	90	149
		91,66	124
		89,65	136
		93,69	181
		88,07	172

Pada tabel 4.12 didapat hasil dari pengujian sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis dari data lagu Hip-hop dengan akurasi sebesar 93,69% dan waktu kompitasi terbaik sebesar 99 detik. Pengujian terhadap lagu bergenre POP

Tabel 4.12 Hasil Data Lagu POP

Jenis Lagu	Ukuran <i>frame</i>	Akurasi <i>reff</i> (%)	Waktu Komputasi (detik)
POP	1000	81,25	111
		82,29	143
		86,95	188
		87,66	120
		87,00	183

Pada tabel 4.13 didapat hasil dari pengujian sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis dari data lagu Pop dengan akurasi sebesar 87,66% dan waktu kompitasi terbaik sebesar 111 detik. Pengujian pada lagu bergenre ROCK

Tabel 4.13 Hasil Data Lagu Rock

Jenis Lagu	Ukuran <i>frame</i>	Akurasi <i>reff</i> (%)	Waktu Komputasi (detik)
ROCK	1000	80,76	244
		97,11	146
		59,00	256
		85,49	255
		76,78	129

Pada tabel 4.14 didapat hasil dari pengujian sistem penentuan *verse* dan *reff* tanpa referensi atau otomatis dari data lagu Rock dengan akurasi sebesar 97,11% dan waktu komputasi terbaik sebesar 129 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi, pengujian serta analisa yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Pada pengujian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem ini MDCT dapat bekerja dengan baik dalam menentukan *reff* dan *verse* lagu.
2. Sistem juga dapat menampilkan potongan lagu setelah lagu dimasukkan ke dalam program.
3. pada pengujian yang sudah dilakukan, sistem dapat menentukan *reff* dan *verse* lagu dengan baik pada genre lagu EDM, rock, hip hop, funk dan pop dengan akurasi rata-rata diatas 50%.
4. Semakin besar ukuran *frame* maka semakin tinggi nilai akurasi sistem yang didapatkan, hal ini disebabkan karena semakin banyak ciri yang dihasilkan.

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk perkembangan penelitian Tugas Akhir selanjutnya, yaitu:

1. Pengembangan metode ekstraksi ciri lain yang dapat meningkatkan akurasi yang lebih baik.
2. Pengembangan terhadap lagu dengan genre yang berbeda
3. Pengembangan cara kerja sistem yang mempunyai waktu komputasi lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] Rizka, Agatha. 2017. "Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Fast Fourier Transform". Bandung : Universitas Telkom.
- [2] Arachmadi, Arintyo. 2017. "Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Discrete Cosine Transform". Bandung : Universitas Telkom.
- [3] Yoslan, Ignatius. 2016. "Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu melalui Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Linier Predictive Coding". Bandung : Universitas Telkom.
- [4] Wicaksono, Ganang. 2017. "Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Mell Frequency Cepstral Coeficient". Bandung : Universitas Telkom.
- [5] Gabriel, Obed. 2017. "Perancangan dan Simulasi Pemisahan Reff Lagu Dengan Metode Fast Fourier Transform". Bandung : Universitas Telkom.
- [6] Anterio, Shimon. 2017. "Analisis dan Simulasi Pencarian Reff dan Verse Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Linier Predictive Coding". Bandung: Universitas Telkom.
- [7] Patriandhika, Firmansyah. 2017. "Simulasi dan Analisis Pencari Reff dan Verse Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Korelasi". Bandung: Universitas Telkom.
- [8] Heru, Chandra. 2017. "Analisis dan Simulasi Pencarian Reff dan Verse Pada Musik Digital Dengan Metode Modified Discrete Cosine Transform". Bandung: Universitas Telkom
- [9] Tomo. (2017, March 3). *Mengenal Bagian-bagian dalam Lagu*. Diambil kembali dari JadiBerita.com:<http://jadiberita.com/58559/mengenal-bagian-bagian-dalam-lagu.html>
- [10] X. Shao and S. G. Johnson, "Type-IV DCT, DST, and MDCT algorithms with reduced numbers of arithmetic operations," no. 1, pp. 1–11, 2007.
- [11] D. S. Ferreira, "Spectral Coding and Post-Processing of High Quality Audio ," no. August, 1998.
- [12] S. Purwanto, T. A. Bw, and R. N. D, "Analisis dan Implementasi Audio Watermarking Dengan Menggabungkan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)," pp. 3–7, 2011.
- [13] Mooniarsih, Nelley, "Desain dan Simulasi Filter FIR Menggunakan Metode *Windowing*, 2010.