

SIMULASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) DAN MODIFIED DISCRETE COSINE TRANSFORM (MDCT) PADA PEMISAHAN REFF LAGU

SIMULATION AND COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT) AND MODIFIED DISCRETE COSINE TRANSFORM (MDCT) METHOD ON SEPARATION OF REFF SONGS

Ivan Prayoga Prawiro¹, Ir.Rita Magdalena, M.T.², I Nyoman Apraz Ramatryana, S.T.,M.T. ³,

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ivan.prayoga12@gmail.com, ²ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id,

³ramatryana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pengolahan sinyal suara dirasakan sangat membantu dalam perkembangan industri musik dan dapat mempermudah dalam mengenali ketepatan audio suara maupun musik yang diinginkan. Pada penelitian sebelumnya telah dirancang analisis dan simulasi klasifikasi judul lagu berdasarkan pada senandung manusia. Akan tetapi, pada sistem tersebut masih memiliki keterbatasan untuk melakukan penambahan data lagu pada *database* dengan cara manual pada komponen *verse* dan *reff*. Dengan cara tersebut, jika diinginkan penambahan data lagu dalam jumlah banyak ke dalam *database* akan memakan waktu yang lama. Pada Tugas Akhir ini akan dirancang simulasi untuk menentukan bagian *reff/chorus* lagu selanjutnya dengan syarat mengetahui posisi bagian *reff/chorus* pertama dari lagu tersebut. Dengan memanfaatkan perkembangan dari *audio processing* maka sistem yang dirancang akan menggunakan bagian *reff/chorus* pertama lagu sebagai input dan kemudian dilakukan ekstraksi ciri antara metode *Discrete Cosine Transform (DCT)* dan *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)* yang digunakan sebagai pembandingan dari hasil pengujian. Pada penelitian ini, skenario pengujian yang dilakukan menentukan penentuan *frame* yang bagus untuk digunakan dan kemudian dihitung berapa lama waktu komputasi dari pencarian *reff/chorus* lagu selanjutnya secara digital. Secara garis besar, hasil penelitian pada metode DCT untuk *frame* 200ms mendapatkan akurasi 62,7% dengan waktu komputasi 25,6 detik, *frame* 500ms dengan 73,3% dan 21,2 detik, *frame* 800ms dengan 86,7% dan 15,5 detik, *frame* 1000ms dengan 97,3% dan 10,5 detik, *frame* 1600ms dengan 46,7% dan 6,4 detik, dan *frame* 2000ms dengan 37,3% dan 4,7 detik. Dan pada metode MDCT untuk *frame* 200ms mendapatkan akurasi 61,3% dengan waktu komputasi 26,2 detik, *frame* 800ms dengan 76% dan 16,4 detik, *frame* 1000ms dengan 88% dan 11,1 detik, *frame* 1600ms dengan 40% dan 7,5 detik, dan *frame* 2000ms dengan 29,3% pada waktu komputasi 4,7 detik.

Kata kunci : Lagu, *Reff*, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)*.

Abstract

Sound signal processing is felt to be very helpful in the development of the music industry and can be simplified in recognizing and testing the accuracy of audio and music as desired. In previous research has designed the analysis and simulation of the song title classification based on humans humming. However, the system still have the limitations to add the data of the song to the database where's the data of the song is stored in the database in the form of verse and reff in a manual way. In this way, it will be take a long time if desired addition data of the song within large ammount into the database. In this final project will be designed a simulation to determined the reff/chorus part of the next song with hearing requirement and known the first part of the reff/chorus of the song. By using development of the audio processing, the system that already design with using the first part of the reff/chorus of the song as an input and then extraction of features between the Discrete Cosine Transform (DCT) and Modified Discrete Cosine Transform (MDCT) method that used as a comparison from the result of the test. In this research, the scenario test that have been used to determine the good frame to use and then calculated how long the computation time from the research of reff/chorus from the song in a digital way. The outline result from the DCT methode research for frame 200ms get 62,7% accuracy with computation time 25,6 second, frame 500ms get 73,3% accuracy with computation time 21,2 second, frame 800ms get 86,7% accuracy with computation time 15,5 second, frame 1000ms get 97,3% accuracy with computation time 10,5 second, frame 1600ms get 46,7% accuracy with computation time 6,4 second, and frame 2000ms get 37,3% accuracy with computation time 4,7 second. For MDCT methode the result for frame 200ms get 61,3% accuracy with computation time 26,2 second, frame 800ms get 61,3% accuracy with computation time 16,4 second, frame 1000ms get 88% accuracy with computation 11,1 second, frame 1600ms get 40% accuracy with computation time 7,5 second, and frame 2000ms get 23,9% accuracy with computation time 4,7 second.

Kata kunci : Song, *Reff*, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, and *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)*.

I. PENDAHULUAN

Pada era perkembangan teknologi yang semakin bertumbuh memberikan dampak terutama pada bidang industri musik saat ini. Musik merupakan suara atau nada yang disusun dengan bahasa umum menjadi suatu urutan pesan yang mudah diterima oleh pendengarnya. Tetapi dengan semakin banyaknya ragam dan macam jenis musik yang tersedia mungkin dapat membuat bingungnya seseorang dalam memilih sebuah musik, dan juga jumlah musik yang tersedia dari dulu hingga sekarang tidak terhitung jumlahnya. Oleh karena itu dengan adanya kasus ini, penulis menggunakan pengolahan sinyal suara untuk membantu dalam perkembangan industri musik dengan cara membuat sistem pencarian *chorus/refr* dari pemisahan persegmen sebuah lagu. Pada penelitian sebelumnya dirancang analisis dan simulasi klasifikasi judul lagu dari senandung manusia dengan menggunakan ekstraksi ciri *Fast Fourier Transform* [1]. Namun sistem tersebut terbatas dalam penambahan *database* dimana lagu-lagu yang disimpan didalam *database* dipisahkan secara manual pada bagian *verse* dan *refr* nya. Sehingga pada penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan dengan merancang suatu sistem yang dapat melakukan pemisahan *refr* menjadi lebih cepat dan efisien untuk melakukan penambahan data *refr* lagu pada *database* dengan menggunakan metode FFT dan LPC [2][3]. Pada perancangan sistem tersebut dengan menggunakan 50 lagu utuh berformat **wav* dengan 5 genre berbeda, dihasilkan akurasi sebesar 100% pada *frame* ukuran 1000ms dan 2000ms untuk metode FFT dan akurasi sebesar 96.6% pada ukuran *frame* 1000ms dan 2000ms untuk metode LPC. Pada penelitian Tugas Akhir ini, dirancang sistem yang dapat melakukan pemisahan *chorus/refr* lagu utuh sebagai masukan yang kemudian dilakukan ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *Discrete Cosine Transform (DCT)* dan *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)* sebagai pembanding nya dengan menggunakan sekitar 50 sampai 100 lagu masukan berformat **wav*. Penggunaan metode pada Tugas Akhir ini diharapkan dapat menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi serta waktu komputasi yang baik antara metode DCT dan MDCT.

II. DASAR TEORI

2.1 Sinyal Audio

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 20 Hz hingga 20 KHz (20.000 Hz) sesuai batasan sinyal audio. Angka 20 Hz sebagai frekuensi suara terendah yang dapat didengar, sedangkan 20 KHz merupakan frekuensi tertinggi yang dapat didengar. Nilai frekuensi di bawah 20 Hz disebut frekuensi infrasonik, sedangkan nilai frekuensi di atas 20 KHz disebut frekuensi ultrasonik[4].

2.2 Struktur Lagu

Introduction atau *Intro* merupakan bagian dari permulaan awal sebuah lagu yang merupakan pengantar dari sebuah lagu, *intro* juga berfungsi memberikan waktu bagi penyanyi dan untuk mempersiapkan diri sebelum lagu akan dimainkan. *Intro* dapat berupa musik instrumental atau suara vokal. *Intro* terbagi menjadi *intro* awal yang terletak diawal lagu, *intro* tengah biasanya terletak setelah *refr/chorus* dan *intro* akhir pada *coda/ending*[5].

Verse adalah pengantar sebuah lagu sebelum lagu masuk ke bagian *chorus*. *Verse* sering disebut bagian “basa-basi” dari sebuah lagu. Bagian *verse* bukan merupakan bagian yang klimaks pada lagu. Hanya berupa pengantar dan berisi kalimat-kalimat pembuka.

Bridge adalah sebuah bagian lagu yang bukan merupakan *verse* atau *chorus*. *Bridge* ini biasanya dipakai untuk menjembati antar bagian-bagian lagu seperti penghubung antara *chorus* dengan *verse* atau sebaliknya, dan *bridge* dapat menjadi penghubung antar *chorus* dengan *chorus* yang mengalami naik nada dasar, sehingga tidak terdengar ganjil. Nada yang dimainkan pada *bridge* biasanya dibuat sangat berbeda dengan nada pada *verse* dan *chorus*.

Refr/Refrain yang berarti pengulangan biasanya menggunakan bagian lain dari lagu (*verse*) untuk diulang dibagian ini. Notasi pengulangan dan syair sama, terkadang syair juga dimodifikasi, tetapi notasi atau nada tetap menggunakan nada yang sama.

Interlude merupakan bagian kosong pada lagu seperti layaknya ‘*intro*’ yang berada di tengah lagu. *Interlude* berfungsi untuk menyambungkan *verse* dengan *verse* atau *verse* dengan *chorus*. Tidak terdapat syair pada bagian *interlude*.

Modulasi adalah perpindahan nada dasar dari suatu lagu. Modulasi ditandai dengan nada pada *refr/chorus* yang berubah menjadi lebih tinggi dari nada sebelumnya. Modulasi terjadi sesudah *chorus* dan diiringi dengan *bridge* agar tidak terdengar aneh.

Ending, *coda* dan *outro* memiliki fungsi yang berbeda. *Ending* adalah bagian penutup dari sebuah lagu. *Ending* berfungsi supaya lagu berakhir secara *smooth* dan tidak berhenti secara mendadak. Bagian ending dibuat

secara *fade-out* (suara perlahan-lahan mengecil dan hilang). *Coda* yang juga disebut 'ekor', merupakan bagian akhir lagu yang berisi nada dan syair untuk menutup sebuah lagu.

2.3 Discrete Cosine Transform

Discrete Cosine Transform (DCT) merupakan suatu teknik untuk merubah suatu sinyal menjadi komponen frekuensi dasar, dengan memperhitungkan nilai riil dari hasil transformasi. *Discrete Cosine Transform* merupakan transformasi yang berhubungan dengan tranformasi *fourier* yang memberikan fungsi diskrit dengan hanya mengambil nilai cosinus dari eksponensial kompleks. *Discrete Cosine Transform* adalah transformasi ideal untuk proses kompresi data, dengan kemampuan menempatkan data hingga 99% lebih kecil dari sinyal yang masuk. DCT dapat digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien. Hal ini dikarenakan DCT mampu menghasilkan sinyal berfrekuensi rendah lebih sedikit dan frekuensi tinggi yang banyak. DCT merekonstruksi urutan data dengan DCT koefisien, parameter yang berguna yang digunakan untuk reduksi data. Persamaan DCT dapat dilihat pada persamaan di bawah[8].

$$X(k) = C(k) \sqrt{\frac{2}{n}} \sum_{x=0}^{n-1} x(n) \cos\left(\frac{(2n+1)k\pi}{2N}\right), \quad (2.1)$$

$$\text{dengan } k = 0, \dots, n - 1, \quad (2.2)$$

dimana :

$$C(k) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } k = 0 \\ 1, & \text{untuk } k \text{ lainnya.} \end{cases} \quad (2.3)$$

Pada penelitian ini DCT berfungsi untuk mengekstraksikan ciri input lagu secara utuh sehingga mendapatkan sampel data kemudian potongan *reff* lagu pertama akan diekstraksikan juga untuk mendapatkan frekuensi sampel.

2.4 Modified Discrete Cosine Transform

Dalam encoder audio, MDCT digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke dalam 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 antar blok. Jika sebuah frame memiliki panjang N, maka MDCT akan memproses sebanyak 2N untuk menghasilkan sejumlah N koefisien. Namun ketika jumlah N koefisien tersebut diberikan fungsi invers MDCT maka akan dihasilkan kembali frame awal yang memiliki panjang 2N.

Sifat overlap atau tumpang tindih ini merupakan nilai tambah MDCT dibanding transformasi lain karena dapat memperkecil kemungkinan distorsi (artifact) yang berasal dari batas antar blok. Rumus umum MDCT dipresentasikan dengan persamaan berikut :

$$X(k) = \sum_{n=0}^{2N-1} x(n) \cos\left[\frac{\pi}{N}\left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right] \quad (2.4)$$

Dimana:

$$x(n) = h(n) a(n) \quad (2.5)$$

$$h(n) = \sin\left[h(n) \left(n + \frac{1}{2}\right) / 2N\right] \quad (2.6)$$

Windowing pada MDCT berfungsi untuk mengurangi dampak diskontinuitas akibat pemotongan *frame*. Perhitungan dengan gabungan formula MDCT dan fungsi sinusoidal *window* memungkinkan sinyal diubah dari domain waktu ke domain frekuensi dan dapat dibalik dengan tepat.

2.5 Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam suatu teknik pengukuran asosiasi/hubungan. Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik *bivariate* yang digunakan untuk mengukur nilai besaran hubungan anantara dua variable dengan skala tertentu. Besar kecil nilai hubungan diukur dengan menggunakan nilai dengan *range* 0 samapai dengan 1. Bentuk-bentuk pola yang sama atau mirip pada waktu tertentu menunjukkan perulangan bentuk atau perioditas pola sinyal suara. Berikut ini merupakan rumus korelasi yang dipergunakan:

$$(2.7)$$

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

Keterangan:

$R_{ch, all}$ = nilai korelasi

\bar{A} = nilai rata-rata variable pertama

A_{mn} = nilai variable pertama

\bar{B} = nilai rata-rata variable kedua

B_{mn} = nilai variable kedua

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem

3.1.1 Blok Diagram

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

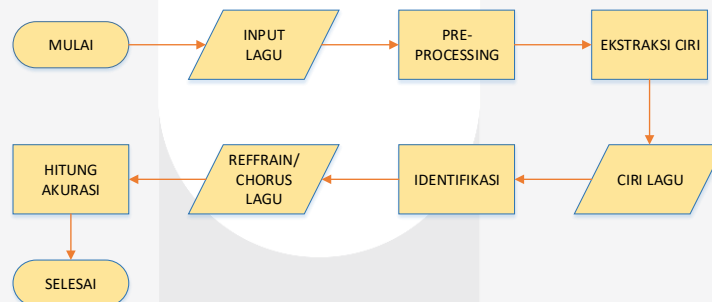


Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Dalam perancangan sistem ini terdapat 3 tahapan, yang pertama *pre-processing*, blok ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas data sebelum dilakukan ekstraksi ciri yang terdiri dari *filtering*, *resample*, *convert stereo to mono*. Setelah dilakukan *pre-processing*, selanjutnya sinyal uji diproses pada blok ekstraksi ciri yang kemudian diambil cirinya menggunakan ekstraksi ciri *Discrete Cosine Transform (DCT)* atau *Modified Discrete Cosine Transform (MDCT)*. Selanjutnya dilakukan proses identifikasi bagian lagu (*reff*) pada blok identifikasi dengan menggunakan autokorelasi untuk menentukan nilai yang paling sesuai.

3.1.2 Alur Kerja Sistem

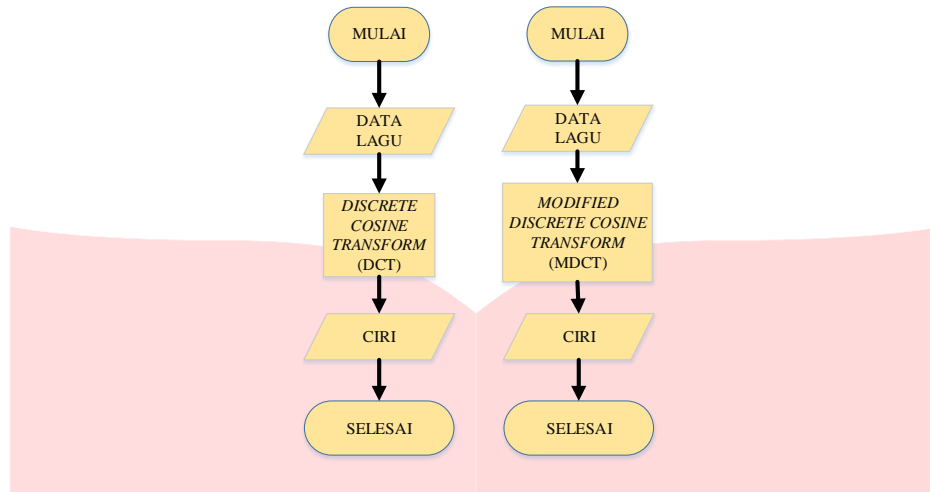
Alur kerja sistem dibuat dengan tujuan untuk mempermudah dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini. Berikut alur kerja sistem yang secara umum pada sistem pemisahan *reff* lagu secara langsung :



Gambar 3. 2 Alur Kerja Sistem

Data input lagu berupa 75 lagu dengan 5 genre yang berbeda, yaitu *pop*, *electronic dance music (edm)*, *funk*, *rock*, *hip-hop*. Data lagu selanjutnya diproses untuk menghasilkan ciri masing-masing, hasil ekstraksi ciri pada data lagu kemudian diidentifikasi sebagai acuan. Proses selanjutnya mengidentifikasi data lagu dengan menggunakan metode autokorelasi yaitu menentukan jarak terdekat antara pengulangan lagu, sehingga diperoleh kecocokan jarak terdekat dari bagian lagu (*reff*) yang sesuai.

3.2 Ekstraksi Ciri



Gambar 3. 3 Flowchart Ekstraksi Ciri

Data hasil dari *pre-processing* selanjutnya masuk pada tahap ekstraksi ciri menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) atau *Modified Discrete Cosine Transform* (MDCT). Tahap ini menggunakan DCT per *frame* untuk mengambil nilai frekuensi data, yang bertujuan mengambil ciri pada input sinyal audio. Setelah itu nilai DCT per *frame* akan mendeteksi kesamaan nada pada setiap *frame* yang ada.

3.3 Akurasi dan Waktu Komputasi

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan parameter akurasi dan waktu komputasi. Akurasi merupakan ukuran ketelitian sistem dalam pencocokan *reff* input lagu yang diberikan sehingga menghasilkan *output* yang tepat. Perhitungan akurasi sistem secara matematis dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

3.3.1 Akurasi Penentuan *Reffrain* Lagu

Akurasi suatu ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang akan diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = \frac{B}{n} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan :

A : Akurasi

n : Jumlah data keseluruhan

B : Jumlah data benar

3.3.2 Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan waktu selesai dikurangi dengan waktu mulai sehingga akan diperoleh waktu komputasi sistem.

$$WK = WS - WM \quad (3.2)$$

Keterangan :

WK = Waktu Komputasi (s)

WS = Waktu Selesai (s)

WM= Waktu Mulai (s)

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Setelah dilakukan pengujian maka hasil pengujian tersebut dianalisis dan dapat disimpulkan hasil performansinya. Untuk mengetahui performansi sistem yang telah dirancang, maka dilakukan pengujian terhadap sistem dengan skenario, yaitu pengujian dan analisis pengaruh ukuran *frame* pada ekstraksi ciri terhadap akurasi dan waktu komputasi sistem.

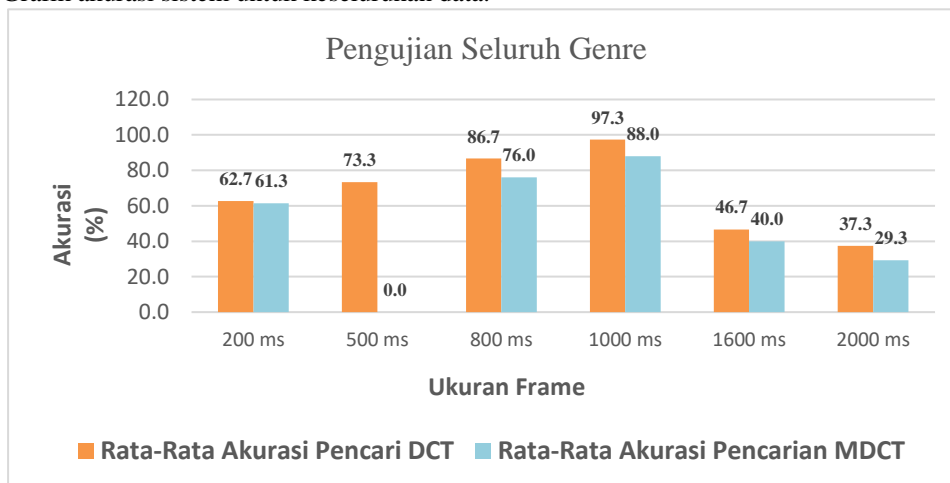
4.1 Pengaruh Ukuran *Frame* Terhadap Akurasi *Output* Sistem

Dalam skenario ini dilakukan pengujian pengaruh ukuran *frame* pada proses ekstraksi ciri. Dalam pengujian digunakan data 75 lagu dengan 15 lagu yang dikelompokkan menjadi 5 genre yaitu pop, EDM, funk, rock, dan hip-hop.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Data Keseluruhan Lagu

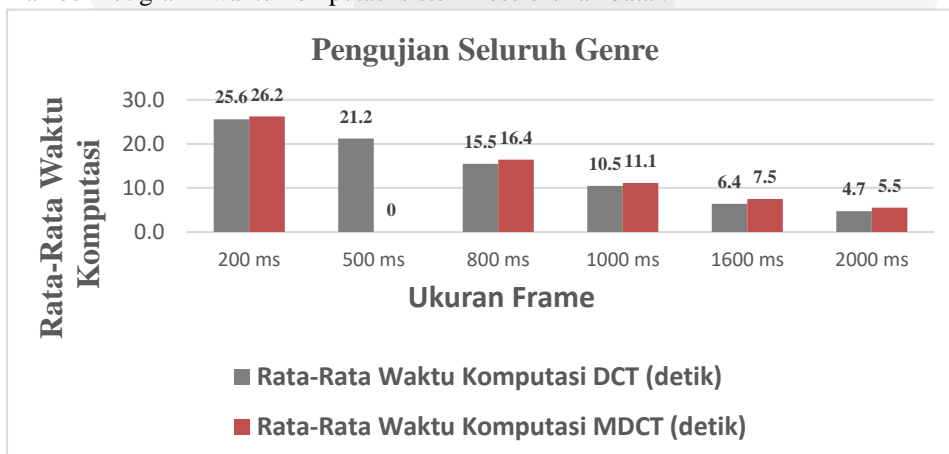
Ukuran <i>Frame</i> (ms)	Waktu Komputasi Pada DCT (detik)	Waktu Komputasi Pada MDCT (detik)	Rata-Rata Akurasi Pencarian DCT (%)	Rata-Rata Akurasi Pencarian MDCT (%)
200	25,6	26,2	62,7	61,3
500	21,2	0	73,3	0
800	15,5	16,4	86,7	76
1000	10,5	11,1	97,3	88
1600	6,4	7,5	46,7	40
2000	4,7	5,5	37,3	29,3

Grafik akurasi sistem untuk keseluruhan data:



Gambar 4.1 Pengaruh Ukuran *Frame* keseluruhan Data Lagu

Dan berikut grafik waktu komputasi sistem keseluruhan data :



Gambar 4.2 Pengaruh Ukuran *Frame* terhadap waktu komputasi

Berdasarkan Gambar 4.21 didapat nilai ukuran *frame* yang baik yaitu 800ms dan 1000ms. Dan ukuran *frame* yang terbaik yang didapatkan yaitu pada ukuran 1000ms dengan akurasi 97,3% untuk DCT dan 88% untuk MDCT dan dengan rata-rata waktu pencarian 10,5 detik pada metode DCT dan 11,14 pada metode MDCT (lihat pada Gambar 4.22). Kemudian pada ukuran *frame* 2000ms mendapatkan rata-rata waktu pencarian tercepat yaitu 4,75 detik pada metode DCT dan 5,5 detik pada metode MDCT tetapi memiliki akurasi yang menurun dibandingkan dengan *frame* 1000ms. Berdasarkan pada data pengukuran yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran *frame* tidak mempengaruhi tingkat akurasi yang semakin besar juga. Kemudian pada *frame* 500ms dengan menggunakan metode DCT didapatkan nilai akurasi 73,3% dengan rata-rata waktu pencarian 21,2 detik. Sedangkan dengan menggunakan metode MDCT tidak didapatkan nilai akurasi dan rata-rata waktu komputasi, dikarenakan pada metode MDCT nilai pencarian yang dipakai yaitu nilai kelipatan 2 (dua) sehingga yang dideteksi yaitu nilai yang bernilai genap.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Pada pengujian sistem yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem DCT dapat bekerja dengan baik dalam menentukan *chorus/ref* lagu daripada sistem MDCT.
2. Pada pengujian yang sudah dilakukan sistem dapat menentukan *chorus/ref* lagu kedua dan ketiga dengan penentuan akurasi sistem menggunakan *threshold* ± 5 detik dalam mengkatagorikan benar dan salah *chorus/ref* lagu tersebut.
3. Pada pengujian yang sudah dilakukan, sistem dapat menentukan *chorus/ref* lagu pada semua genre lagu yang diberikan dengan tingkat akurasi tertinggi pada ukuran *frame* 1000ms dengan tingkat akurasi 100% untuk genre EDM, Pop dan Hip-Hop dan 93,3% untuk genre Funk dan Rock pada sistem DCT. Sedangkan dengan tingkat akurasi 86,7% untuk genre EDM, Hip-Hop, Funk dan Rock dan 93,3% untuk genre Pop pada sistem MDCT.
4. Semakin besar ukuran *frame* maka semakin baik waktu komputasi sistem yang didapatkan yaitu seperti pada *frame* 2000 ms dengan rata-rata waktu pencarian keseluruhan lagu pada DCT 4,7 detik dan pada MDCT 5,5 detik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat digunakan untuk pengembangan dari penelitian sistem ini, yaitu:

1. Pengembangan metode ekstraksi ciri lain yang dapat meningkatkan akurasi yang lebih baik.
2. Penambahan terhadap jumlah lagu dengan genre yang berbeda.
3. Pengembangan cara kerja sistem yang mempunyai waktu komputasi lebih baik.
4. Penambahan kerja sistem yang diuji tidak hanya bagian *chorus/ref*, tetapi bagian *verse* dan *ending/outro* agar akurasi yang dicapai lebih baik lagi.
5. Pengurangan waktu *threshold* yang bernilai 5 detik dapat dikurangi menjadi 1 detik untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Prasswi, "Analisis dan Simulasi Klarifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Fast Fourier Transform," pp. 1–10, 2014.
- [2] Simanungkali, Obed G.F.2017. "*Perancangan dan Simulasi Pemisahan Reff Lagu Dengan Metode Fast Fourier Transform*".Bandung: Universitas Telkom.
- [3] Sinaga, Shimon.A.A.2017. "*Analisis dan Simulasi Pencarian Verse dan Reff Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Linear Predictive Coding*". Bandung:Universitas Telkom.
- [4] Sri Waluyanti, dkk.2008. "*Teknik Audio Video*".Diambil dari slideshare.net: <http://slideshare.net/ekostereo/bab-1-dasar-dasar-sinyal-audio>
- [5] Tomo.2017.Mengenal Bagian-bagian dalam Lagu. Diakses pada 25 Februari 2018 dari JadiBerita.com:<http://jadiberita.com/58599/mengenal-bagian-bagian-dalam-lagu.html>
- [6] Wikipedia, "Audio file format,"no.July, 1997
- [7] Santoso, T.B., & Huda, M.(2008, Desember 9).*Index of/LN_SIP_Prak*
- [8] D. Ambika and V. Radha, "Speech Watermarking Using Discrete Wavelet Transform, Discrete Cosine Transform And Singular Value Decomposition," *Int. J. Comput. Sci. Eng. Technol.*, 2014.
- [9] X.Shao and S. G. Johnson, "Type -IV DCT, DST, and MDCT algorithms with reduce numbers of arithmetic operations," no. 1, pp. -11, 2007.
- [10] A.A. Hidayat, "Pengertian, Fungsi dan Teknik Korelasi Pada Suara," vol.1, p. 7, 2016.