

**PEMISAHAN VERSE DAN REFF SECARA OTOMATIS PADA MUSIK MP3
MENGUNAKAN KORELASI ANTAR FRAME BERBASIS CIRI DWT DAN DFT**
*THE AUTOMATIC SEPARATION OF THE VERSE AND THE REFRAIN ON MP3 MUSIC
USING THE CORRELATION BETWEEN FRAME BASED ON DWT AND DFT FEATURE.*

Nadya Noviade Sapitri¹, Ratri Dwi Atmaja, S. T.,M.T.², I Nyoman Apraz Ramatryana,S.T.,M.T.³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹nadyanoviades@student.telkomuniversity.ac.id, ²ratriidwiatmaja@telkomuniversity.ac.id,
³ramatryana@gmail.com

Abstrak

Pada perkembangan teknologi yang semakin pesat saat ini, kebutuhan manusia dalam mempermudah pencarian informasi semakin bertambah, terutama di dunia hiburan seperti musik. Maka dari itu dilakukanlah penelitian pada pengolahan sinyal informasi khususnya musik, dimana pengguna dapat melakukan pencarian *verse* dan *reff* dengan inputan potongan waktu dari *verse* dan *reff* untuk disimpan pada *database* yang terdiri dari 25 data potongan dengan 5 genre yang diproses secara manual terlebih dahulu untuk menentukan letak detik dari *verse* dan *reff* pada suatu lagu tersebut.

Tugas Akhir ini melakukan pemisahan letak *verse* dan *reff* pada lagu menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Fourier Transform* (DFT) dengan perhitungan korelasi antar *frame*. Pada saat lagu dimasukkan, maka sinyal audio akan diubah menjadi *frame-frame* kecil yang disebut dengan proses *framing*, selanjutnya dilakukan proses *windowing* sebelum ditransformasi menggunakan ekstraksi ciri *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Sebelumnya dilakukan pencarian detik *verse* dan *reff* secara manual ke dalam Ms. Excel oleh penulis sebagai perbandingan yang akan di lakukan pada pengujian sistem nantinya.

Pada tugas akhir ini parameter kerja yang didapat dari tingkat akurasi tertinggi dengan waktu komputasi terkecil menggunakan ukuran *frame* 1000ms untuk bagian *verse* dengan genre hiphop yaitu lagu DJ Khaled - Wild Thoughts ft. Rihanna, Bryson Tiller.mp3 sebesar 100% dengan waktu komputasi 0,48 detik dan pada bagian *reff* dengan genre pop yaitu lagu The Script - Super Heroes.mp3 sebesar 99,71% dengan waktu komputasi 0,58 detik.

Kata kunci : *Verse, Reff, Discrete Wavelet Transform (DWT), Discrete Fourier Transform (DFT).*

Abstract

In the increasingly rapid development of technology, human needs in facilitating information search are increasing, especially in the entertainment world such as music. Therefore research is carried out on signal processing information, especially music, where users can search verse and reference with input time pieces from verses and references to be stored in a database consisting of 25 pieces of data with 5 genres that are processed manually first to determine the location seconds of verse and reff on a song.

This Final Project separates the location of verse and refrain on songs using the Discrete Wavelet Transform (DWT) method and Discrete Fourier Transform (DFT) method by calculating the correlation between frames. When the song is inserted, the audio signal will be converted into small frames called the framing process, then the windowing process is carried out before being transformed using feature extraction of the Discrete Wavelet Transform (DWT). Previously, verse and referrals were manually searched into Ms. Excel by the author as a comparison that will be done on the system testing later.

In this final assignment the work parameters obtained from the highest level of accuracy with the smallest computation time use a frame size of 1000ms for parts of the verse with the hiphop genre, namely the song DJ Khaled - Wild Thoughts ft. Rihanna, Bryson Tiller.mp3 is 100% with 0,48 second of computation time and in the reff section with the pop genre, the song The Script - Super Heroes.mp3 is 99.71% with a computing time of 0,58 seconds.

Keywords: *Verse, Reff, Discrete Wavelet Transform (DWT) and Discrete Fourier Transorm (DFT).*

1. Pendahuluan

Pada penelitian tugas akhir tahun 2016 telah dilakukan penelitian pencarian judul lagu dengan input suara senandung manusia atau humming oleh Ariyanto [1] menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT), Agatha Rizka [2] menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT), Ignatius [3] menggunakan metode *Linear Predictive Coding* (LPC) dan Danang [4] menggunakan metode *Mel Frequency Cepstrum Coefficient* (MFCC).

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), Shimon [6] dengan metode *Linier Predictive Coding* (LPC), Firmansyah [7] menggunakan metode korelasi. Pada penelitian tersebut dilakukan pemisahan secara manual kemudian dimasukkan ke *database* dan di tampilkan pada GUI.

Pada saat mendengarkan maupun bernyanyi banyak para penikmat musik yang ingin mengetahui bagian *verse* dan *reff* pada lagu, sehingga peneliti membuat simulasi untuk memisahkan letak *verse* dan *reff* musik mengetahui letak *reff* dan *verse* dalam satuan detik.

Dengan demikian, dilakukan penelitian untuk memisahkan letak *reff* dan *verse* secara otomatis menggunakan perhitungan korelasi antar *frame*. Sinyal audio dari *file mp3* diubah menjadi *frame-frame* kecil pada proses *framing*, selanjutnya *frame* tersebut ditransformasi menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Fourier Transform* (DFT). Hasil transformasi DWT dan DFT dihitung korelasi antara kumpulan untuk mencari pola kesamaan beberapa kumpulan *frame* tersebut. Dari hasil korelasi tersebut didapat pola korelasi yang sama pada kumpulan *frame* dan selanjutnya ditentukan letak *reff* dan *verse*. Proses terakhir adalah pemotongan *reff* dan *verse* sesuai dengan letak yang telah ditentukan pada proses sebelumnya. Simulasi metode ini diaplikasikan pada *software* pemrograman matlab.

Pada penelitian ini, dasar pemilihan metode ini karena pada pemrosesan sinyal suara, metode tersebut bias mempermudah dalam melakukan pemisahan *verse* dan *reff* berdasarkan tinggi atau rendahnya suatu frekuensi serta diproses lebih mudah dibandingkan dengan data domain waktu karena pada domain frekuensi, keras maupun lemahnya suara tidak akan banyak berpengaruh.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1 Dasar Teori

Descrete Wavelet Transform (DWT)

DWT merupakan proses mengubah sinyal dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi, DWT juga merupakan teknik yang efisien secara komputasi untuk mengekstrak informasi tentang sinyal non-stasioner seperti audio. DWT dikembangkan sebagai alternatif dari *Short Time Fourier Transform* (STFT) untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan frekuensi dan sifat resolusi waktu.[5] Hasil analisis dari DWT yaitu sinyal dengan *band* frekuensi yang berbeda dengan resolusi yang berbeda pula kemudian menguraikan sinyal menjadi informasi yang detail namun masih secara kasar[6].

Pada DWT, satu dimensi sinyal akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu frekuensi tinggi dan frekuensi rendah dengan menggunakan filter wavelet. Bagian frekuensi rendah akan dibagi lagi menjadi frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Proses ini akan diulang untuk jumlah terbatas. Kemudian sinyal asli akan di kembalikan lagi semirip sebelumnya dengan menggunakan inverse DWT. Awalnya, sinyal akan dibagi menjadi 2 bagian, setengah dari sinyal asli $x[n]$ melewati high-pass filter $g[n]$ dan setengah lain dari sinyal akan melewati low-pass filter $h[n]$. Setelah melakukan filtering, setengah dari sinyal dapat dihilangkan dengan mengikuti aturan Nyquist's. Sekarang sinyal tersebut memiliki frekuensi tertinggi $\frac{\pi}{2}$ radian yang sebelumnya sebesar π , sehingga didapatkan sub sampel 2. Satu tingkat dekomposisi secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut: [6]

$$Y_{high}[k] = \sum_n x[n].g[2k - n] \quad (1)$$

$$Y_{low}[k] = \sum_n x[n].g[2k - n] \quad (2)$$

Decsrete Fourier Transform

DFT merupakan salah satu varian dari transformasi *Fourier* yang umumnya digunakan untuk mengolah sinyal digital dengan komputer digital. Hal ini disebabkan karena karakteristik DFT yang sesuai dengan komputer digital, yaitu bekerja pada data-data yang berada pada jangkauan atau *range* tertentu dan jumlahnya terbatas. DFT didefinisikan sebagai berikut : [7]

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-\frac{j2\pi kn}{N}}, \text{ untuk } 0 \leq k \leq N - 1 \quad (3)$$

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 $X(z)$

Dengan rumus diatas, suatu sinyal suara dalam domain waktu dapat di cari frekuensi pembentuknya. Hal inilah tujuan dari penggunaan analisa Fourier pada data suara, yaitu untuk mengubah data dari domain waktu menjadi data spektrum didomain frekuensi. Untuk pemrosesan sinyal suara, hal ini sangatlah menguntungkan karena data pada frekuensi dapat diproses dengan lebih mudah dibandingkan data pada domain waktu, karena pada domain frekuensi, keras lemahnya suara tidak terlalu berpengaruh.

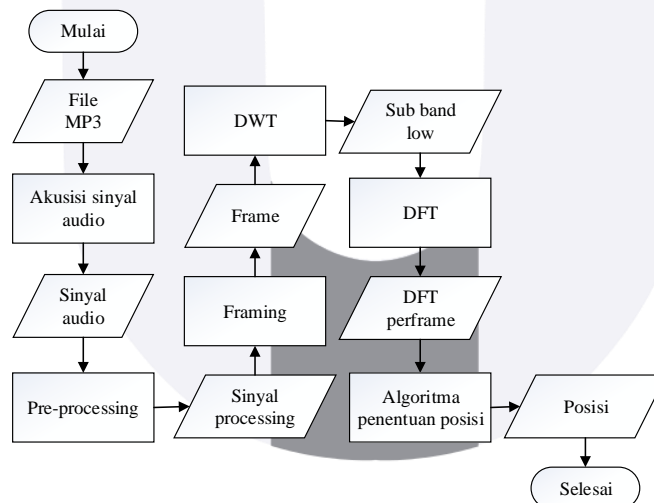
Korelasi

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 diketemukan positif, sebaliknya jika nilai koefisien korelasi negatif, korelasi disebut tidak searah. Jika koefisien korelasi diketemukan tidak sama dengan nol (0), maka terdapat ketergantungan antara dua variabel tersebut. Jika koefisien korelasi diketemukan +1. Maka hubungan tersebut disebut sebagai korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) positif. Jika koefisien korelasi diketemukan -1 maka hubungan tersebut disebut dengan korelasi sempurna atau hubungan linear sempurna dengan kemiringan (*slope*) negaitf. Dalam korelasi sempurna tidak diperlukan lagi pengujian hipotesis, karena kedua variable 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 variable tersebut [8].

Perancangan Sistem

Diagram Alir Perancangan Sistem

Sistem penentuan posisi merupakan sistem untuk menntukan 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 1.

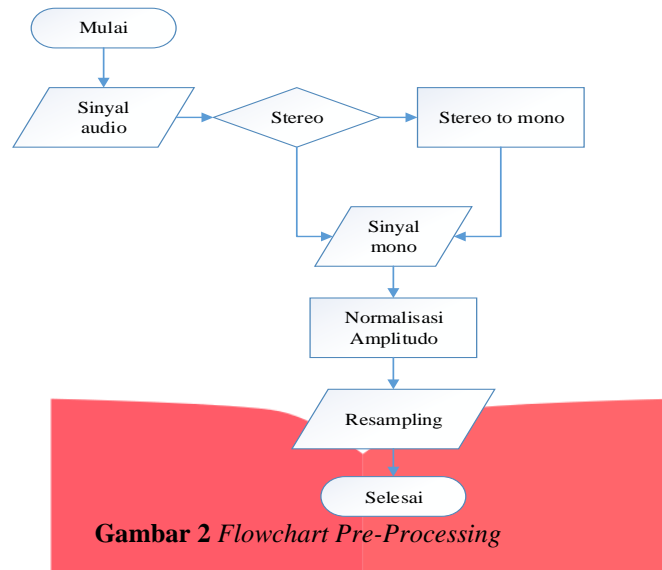


Gambar 1 Diagram Alir Perancangan Sistem

Proses dimulai dengan input *file mp3* yang selanjutnya dilakukan akusisi 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 DWT untuk mendapatkan *sub-band low* kemudian di transformasikan ke DFT untuk mengubah sinyal *per-frame* menjadi koefisien DFT *per frame*. Proses terakhir adalah proses penentuan posisi untuk mendapatkan posisi.

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 :



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.

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 setiap nilai dari sinyal yang keluar dibagi dengan nilai maksimum dari sinyal.

Framing

Proses yang digunakan untuk pembagian sinyal audio menjadi beberapa *frame*. Pada sistem ini menggunakan beberapa nilai *frame* diantaranya 0,25 detik, 0,5 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 [4].

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*. Ada beberapa teknik *window* yang biasa digunakan, teknik tersebut diantaranya adalah *Rectangular window*, *Hamming window* dan *Hanning window* [9]

Algoritma Penentuan Posisi

Algoritma penentuan posisi menggunakan *High Frequency Content* (HFC) dengan perhitungan sesuai persamaan berikut :

$$HFC = k(x) k$$

Keterangan :

$k(x)$: domain frekuensi

k : sinyal hasil DWT

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 *reff* dari HFC. S_{awal} merupakan awal segmen dari HFC dan sepanjang *Spanjang* sehingga $S_{akhir} = S_{awal} + S_{panjang}$. Referensi *reff* disimbolkan sebagai $S_{reff} = HFC_{(k, S_{awal} : S_{akhir})}$ dan selanjutnya referensi tersebut dihitung koefisien korelasi 2-D terhadap seluruh HFC dengan proses *overlapping* sebesar 1 *frame*. Perhitungan koefisien korelasi 2-D ($R_{ch, all}$)

Hasil Percobaan dan Analisa

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 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)
250ms	0,58	0,66	0,61
500ms	0,65	0,72	0,67
1000ms	0,69	0,77	0,71

Tabel 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	302,56	344	303,92
0,4	199,36	165,68	174,36
1	13,16	22,4	25,88

Tabel 3 Waktu proses penentuan *verse* dan *reff* terhadap *frame*

Ukuran <i>Frame</i> (Detik)	Rata - rata waktu proses (detik)	
	<i>Verse</i>	<i>Reff</i>
0,25	4,68	3,88
0,5	2,72	2,27
1	1,58	1,44

Dari pengujian skenario 1 dengan jumlah *frame* 1000ms didapat hasil pada nilai koefisien korelasi 2D terlihat pada tabel 1. Hal ini karena semakin besar nilai korelasi maka hasil pengujian pada *verse* dan *reff*nya semakin baik dan hasil pada *Ranking* posisi yang paling baik pada pengujian *frame* 1000ms pada tabel 2 adalah semakin kecil nilai *Ranking* maka semakin baik nilainya. Kemudian dari tabel 3 didapatkan hasil rata - rata waktu proses penentuan *verse* dan *reff* paling baik pada *frame* 1000s.

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 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>	0,69	0,65	0,65
<i>Hanning</i>	0,77	0,73	0,74
<i>Hamming</i>	0,71	0,67	0,68

Tabel 5 Hasil ranking posisi pada verse dan reff terhadap *windowing*

Jenis Window	<i>verse 2</i>	<i>reff2</i>	<i>reff3</i>
	Rata - rata ranking posisi	Rata - rata ranking posisi	Rata - rata ranking posisi
<i>Rectangular</i>	13,16	22,24	25,88
<i>Hanning</i>	16,76	28,36	30,04
<i>Hamming</i>	16,04	27,84	29,4

Tabel 5 Waktu Proses Penentuan Verse dan Reff pada *Windowing*

Jenis Wndowing	Rata - rata waktu proses (detik)	
	<i>Verse</i>	<i>Reff</i>
<i>Rectangular</i>	1,73	1,4
<i>Hanning</i>	1,32	1,21
<i>Hamming</i>	1,61	1,48

Dari pengujian skenario 2 didapat hasil *windowing* terbaik pada nilai koefisien 2D terlihat pada tabel 4 jika semakin besar nilai korelasi maka hasil pengujian pada *verse* dan *reff*nya semakin baik yang terdapat pada *window hanning* 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 5 didapatkan hasil rata - rata waktu proses penentuan *verse* dan *reff* paling baik terletak di *window hanning*.

Skenario 3 Pengujian dan Analisis nilai akurasi dan waktu komputasi *verse* dan *reff*.

Dalam scenario ketiga ini dilakukan pengujian pengaruh *frame* 1000ms dengan jenis *window hanning* untuk mendapatkan hasil akurasi dan waktu komputasi pada pengujian lagu.

Tabel 6 Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi genre EDM

Ukuran Frame	Akurasi(%)		Waktu Komputasi (detik)	
	Verse	Reff	Verse	Reff
1s	60,61	83,35	7,59	0,47
	31,25	70	0,5	0,49
	34,88	53,61	0,5	0,47
	75,92	90,16	0,53	0,52
	83,56	97,09	0,47	0,51

Tabel 7 Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi genre Funk

Ukuran Frame	Akurasi(%)		Waktu Komputasi (detik)	
	Verse	Reff	Verse	Reff
1s	56,98	72,31	0,51	0,42
	100	93,03	0,59	0,64
	66,28	59,91	0,5	1,45
	68,83	80,02	0,48	0,64
	100	96,75	0,56	0,55

Tabel 8 Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi genre Hiphop

Ukuran Frame	Akurasi(%)		Waktu Komputasi (detik)	
	Verse	Reff	Verse	Reff
1s	100	87,06	0,48	0,45
	67,78	76,23	0,64	0,64
	13,51	63,26	1,55	0,53
	1,06	64,83	1,27	0,49
	75,9	88,26	0,62	0,64

Tabel 9 Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi genre Pop

Ukuran Frame	Akurasi(%)		Waktu Komputasi (detik)	
	Verse	Reff	Verse	Reff
1s	73,75	84,49	0,55	0,57
	93,85	93,18	0,45	1,09
	73,61	67,38	0,42	1,13
	79,31	99,71	1,46	0,58
	83,58	92,25	0,47	0,48

Tabel 10 Nilai Akurasi dan Waktu Komputasi genre Rock

Ukuran Frame	Akurasi(%)		Waktu Komputasi (detik)	
	Verse	Reff	Verse	Reff
1s	89,19	95,92	0,56	1,3
	32,95	85,24	2,33	0,71
	98,72	88,26	0,71	0,73
	79	87,76	0,75	0,7
	47	69,71	1,56	0,51

Dari pengujian skenario 3 didapat tingkat akurasi tertinggi dengan waktu komputasi terkecil menggunakan ukuran *frame* 1000ms untuk bagian *verse* dengan genre hiphop yaitu lagu DJ Khaled - Wild Thoughts ft. Rihanna, Bryson Tiller.mp3 sebesar 100% dengan waktu komputasi 0,48 detik dan pada bagian *reff* dengan genre pop yaitu lagu The Script - Super Heroes.mp3 sebesar 99,71% dengan waktu komputasi 0,58 detik.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

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

1. Penentuan letak *verse* dan *reff* menggunakan metode DWT berjalan dengan baik namun pada data lagu yang memiliki tempo nada yang sama akan menghasilkan sinyal keluaran yang sulit dibedakan oleh sistem 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.
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 *hanning*.
4. Tingkat akurasi tertinggi dengan waktu komputasi terkecil menggunakan ukuran *frame* 1000ms untuk bagian *verse* dengan genre hiphop yaitu lagu DJ Khaled - Wild Thoughts ft. Rihanna, Bryson Tiller.mp3 sebesar 100% dengan waktu komputasi 1 detik dan pada bagian *reff* dengan genre pop yaitu lagu The Script - Super Heroes.mp3 sebesar 99,71% dengan waktu komputasi 1,06 detik

Saran

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

1. Pengembangan metode ekstraksi ciri yang dapat mengoptimalkan sistem kerja pada saat pengujian.
2. Pengembangan terhadap lagu dengan genre yang berbeda serta perubahan format data pada lagu.
3. Pengembangan cara kerja sistem yang mempunyai waktu komputasi lebih optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Archamadi, Arintyo. 2016. “Analisis Dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu Dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri DCT (Discrete Cosine Transform)”. Bandung : Universitas Telkom.
- [2] Rizka, Agatha. 2017. “Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu dari Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Fast Fourier Transform”. Bandung : Universitas Telkom
- [3] Yoslan, Ignatius. 2016. “Analisis dan Simulasi Klasifikasi Judul Lagu melalui Senandung Manusia Menggunakan Ekstraksi Ciri Linear 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] T. Goerge.(2001). *Audio Ananlysis Using the Descrete Wavelet Transform*. Diambil kembali dari Google: http://soundlab.cs.princeton.edu/publications/2001_amta_aadwt.pdf
- [6] Maliah, Syifa. 2016. “Analisi Performansi Teknik Gabungan Discrete Wavelet Transform, Discrete Sine Transform, dan QR Decomposition Pada Audio Watermarking Stereo Dengan Compressive Sampling”. Bandung : Universitas Telkom
- [7] Arina, Guruh. 2007. “Analysis of Fourier Transform (DFT, FFT, FFTn) on Audio Watermarking Using Phase Coding Method”. Bandung : Universitas Telkom
- [8] Patriandhika, Firmansyah. 2017 “Simulasi dan Analisis Pencari Ref dan Verse Lagu Pada Musik Digital Dengan Metode Korelasi”. Bandung : Universitas Telkom
- [9] Naufal, Reza. 2016. “Analisis sinyal ultrasonik menggunakan windowing”