

SISTEM PENGOLAHAN SUARA MENGGUNAKAN ALGORITMA FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)

Harun Sujadi¹, Ii Sopiandi², Agis Mutaqin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
e-mail : ¹harunsujadi@gmail.com, ²supiandi999@gmail.com, ³agismutaqin04@gmail.com

ABSTRAK

Fast Fourier Transform (FFT) adalah suatu algoritma untuk menghitung transformasi Fourier diskrit (Discrete Fourier Transform, DFT) dengan cepat dan efisien. Transformasi Fourier cepat diterapkan dalam beragam bidang, mulai dari pengolahan sinyal digital, memecahkan persamaan diferensial parsial, dan untuk algoritma untuk mengalikan bilangan bulat besar. Ada pun kelas dasar dari algoritma FFT yaitu decimation in time (DIT) dan decimation in frequency (DIF). Garis besar dari kata fast diartikan karena formulasi FFT jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode perhitungan algoritma Fourier Transform sebelumnya. Pada penelitian tugas akhir ini telah dibuat suatu aplikasi sistem pengolahan suara untuk menampilkan output frequency FFT, gelombang sinyal suara dan sederetan nilai waktu pada file data suara berbentuk .wav. Tool yang digunakan untuk membuat aplikasi sistem pengolahan suara yaitu Matlab 2013a. Metode yang digunakan pada aplikasi ini metode waterfall.

Kata Kunci : Pengolahan suara, Waterfall, FFT, DIT, Matlab.

1. PENDAHULUAN

Di zaman modern ini, perkembangan dalam hal mengidentifikasi suara belum banyak, dikarenakan belum banyak orang yang mengetahui bagaimana suara itu bisa diidentifikasi berdasarkan suara yang dimasukkan dan akan tampil sinyal suara yang dihasilkan [2]. Suara merupakan suatu bentuk lazim dari sebuah komunikasi. Perkembangan terakhir menciptakan kemungkinan bahwa suara dapat digunakan dalam sistem *security*. Suara manusia dihasilkan oleh pita suara yang menghasilkan bunyi yang berbeda-beda. Setiap individu manusia memiliki suara yang beraneka ragam tergantung dari posisi atau bentuk rongga seseorang [3]. *Fast Fourier Transform (FFT)* adalah suatu algoritma untuk menghitung transformasi *Fourier diskrit (Discrete Fourier Transform, DFT)* dengan cepat dan efisien. Dalam melakukan teknik FFT ini terdapat teknik *decimation in time (DIT)* dan *decimation in frequency (DIF)*.

Proses identifikasi merupakan salah satu bidang teknologi yang sedang banyak dikembangkan, alasannya sendiri bermacam-macam beberapa diantara adalah untuk pengembangan sistem keamanan, *marketing*, *Human and Computer Interaction (HCI)*, autentikasi biometrik, dan lain-lainnya. Salah satu cara dalam proses identifikasi seseorang adalah dengan cara mengidentifikasi ciri biometriknya (identitas manusia) yang dilakukan karena fitur-fitur yang terdapat didalamnya bersifat unik dalam artian berbeda antara setiap manusia, salah satu contohnya adalah suara [6]. WAV merupakan audio *file* yang dikembangkan oleh IBM dan *Microsoft*. Wav adalah singkatan dari 'waveform'. Format *file* ini tidak bisa mengkompresi audio. Keuntungan bahwa format Wav mudah untuk diubah dan dikompresi ke format MP3 atau lainnya jika diperlukan. dan yang lebih penting, ia berjalan pada semua operasi seperti *Windows* atau *Mac*, serta *browser* populer. Dan hasil keluarannya dalam bentuk ekstensi .wav [4].

Matlab merupakan sebuah singkatan dari *Matrix Laboratory*, yang pertama kali dikenalkan oleh *University of New Mexico* dan *University of Stanford* pada tahun 1970. *software* ini pertama kali memang digunakan untuk keperluan analisis numerik, aljabar linier dan teori tentang matriks. Saat ini, kemampuan dan fitur yang dimiliki oleh *Matlab* sudah jauh lebih lengkap dengan ditambahkannya *toolbox-toolbox* yang sangat luar biasa. Beberapa manfaat yang didapatkan dari *Matlab* antara lain perhitungan matematika, komputasi numerik, simulasi dan pemodelan, visualisasi dan analisis data.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk memperbandingkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan oleh orang lain, penulis membandingkan tiga (3) jurnal yang sudah dilakukan orang lain, sebagai berikut :

ISSN 1411-0105, Agustinus N, Rudi Adipranata, Dengan Judul Implementasi Sistem Pengenalan Suara Menggunakan Sapi 5.1 Dan Delphi 5, Dan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan adalah Metode *Continuous Speech*, Dan *output* yang keluar adalah dengan menggunakan *Microsoft Speech Engine* pembuat aplikasi dapat mengimplementasikan kemampuan pengenalan pembicaraan yang dibuat untuk sistem operasi *Windows* secara cepat dan mudah dan tidak tergantung bahasa pemrogramannya yang dipakai. Dengan menggunakan SAPI 5.1 Untuk pengenalan pembicaraan, aplikasi tidak terbatas menggunakan salah satu *engine* tertentu saja untuk pengenalan pembicaraan, tetapi dapat menggunakan *engine* lain yang diinginkan selama *engine* tersebut didesain sesuai dengan *standard* SAPI 5.1. SAPI 5.1 memberikan hampir semua antar muka, tipe dan konstanta yang penting melalui *registered type library*, sehingga memungkinkan pembuat aplikasi untuk mengakses SAPI 5.1 melalui

latebound ataupun early bound automation secara mudah. Untuk pengembangan lebih lanjut bisa dilakukan perbandingan kemampuan engine yang mendukung SAPI 5.1 yang ada di pasaran sehingga didapatkan engine yang mempunyai keakuratan tinggi.

ISSN: 1907-5022, Susetyo Bagas B, Altedzar Riedho W.D, Dengan judul Aplikasi Pengenalan Gender Menggunakan Suara, Menggunakan Metode *Linear Predictive Coefficiency* (LPC), Dan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan adalah Metode pengambilan ciri (*feature extraction*) yang digunakan pada aplikasi ini adalah metode *Cepstral* untuk ciri *pitch* (F0) dan metode LPC (*Linier Predictive Coding*) untuk formant (F1, F2, dan F3). Cara penentuan jenis kelamin user adalah dengan membandingkan nilai fitur yang didapat dari suara user dengan bobot akhir yang diperoleh dari data *training* berdasarkan metode *clustering* LVQ [2].

ISSN 1978-1520, Adi Rinaldi, Hendra, Derry Alamsyah, Dengan judul Pengenalan Gender Melalui Suara dengan Algoritma *Support Vector Machine* (SVM), Dengan menggunakan ekstraksi fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) dan Algoritma *Support Vector Machine* (SVM), Dan *output* yang dihasilkan adalah Algoritma klasifikasi fitur SVM (*Support Vector Machine*) dapat diterapkan untuk mengenali gender melalui suara dengan bantuan algoritma MFCC (*Mel-Frequency Cepstral Coefficient*) untuk ekstraksi ciri. Pada pengujian data testing sebanyak 66 suara, terdiri dari 33 suara laki-laki dan 33 suara perempuan didapatkan akurasi sebesar 90,90% untuk pengenalan gender laki-laki dan 81,81% untuk pengenalan gender perempuan [5].

2.2 Fast Fourier Transform

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu diskrit dan domain frekuensi. Sementara itu, IFFT adalah singkatan dari *Inverse Fast Fourier Transform*. Membahas mengenai FFT-IFFT tentunya tidak dapat dilepaskan dari DFT (*Discrete Fourier Transform*). DFT merupakan metode transformasi matematis untuk sinyal waktu diskrit ke dalam domain frekuensi. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa DFT merupakan metode transformasi matematis sinyal waktu diskrit, sementara FFT adalah algoritma yang digunakan untuk melakukan transformasi tersebut. dirumuskan bersama [6].

Secara matematis, DFT dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot W_N^{nk} \quad ; k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (1)$$

Dimana W_N^{nk} disebut sebagai *twiddle factor*, memiliki nilai $e^{-\frac{j2\pi nk}{N}}$, sehingga

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-\frac{j2\pi nk}{N}} \quad ; k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (2)$$

Sementara itu, *Inverse Discrete Fourier Transform* (IDFT) dapat dirumuskan sebagai berikut :

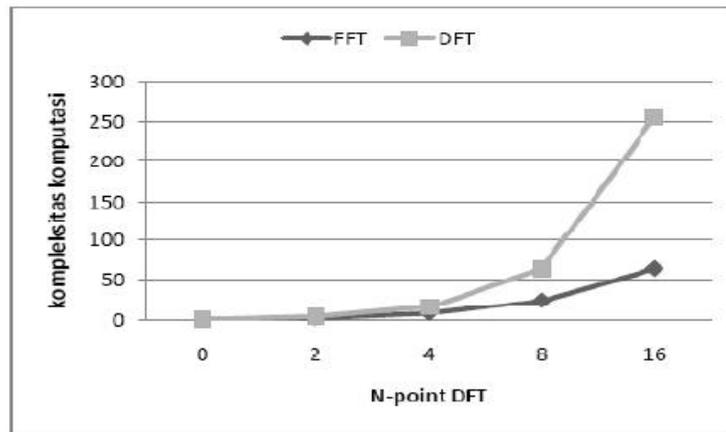
$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] \cdot W_N^{-nk} \quad ; n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3)$$

Sehingga persamaan IDFT dapat dituliskan juga sebagai berikut :

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] \cdot e^{\frac{j2\pi nk}{N}} \quad ; n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (4)$$

FFT dipergunakan untuk mengurangi kompleksitas transformasi yang dilakukan dengan DFT. Sebagai perbandingan, bila kita menggunakan DFT, maka kompleksitas transformasi kita adalah sebesar $O(N^2)$, sementara dengan menggunakan FFT, selain waktu transformasi yang lebih cepat, kompleksitas transformasi pun menurun, menjadi $O(N \log(N))$. Untuk jumlah *sample* yang sedikit mungkin perbedaan kompleksitas tidak begitu terasa, namun lain ceritanya bila kita mengambil jumlah *sample* yang sedikit lebih banyak.

Misalnya kita hanya mengambil 2 *sample*, dengan menggunakan DFT, tingkat kompleksitas transformasi kita adalah 4, sementara dengan menggunakan FFT kompleksitasnya sebesar 0,602. Perbedaan yang semakin mencolok tampak bila kita mengambil jumlah *sample* yang lebih banyak lagi, misalnya kita ingin meninjau 64 titik *sample*, maka kompleksitas dengan menggunakan DFT adalah sebesar 4096, sementara dengan menggunakan FFT kompleksitasnya menjadi 115,6. Perbedaan yang sangat mencolok melihat perbandingan yang mencapai hampir 40 kali lipatnya. Kompleksitas transformasi ini terutama menjadi vital saat diimplementasikan pada perangkat riil. Perbandingan kompleksitas DFT dan FFT dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :



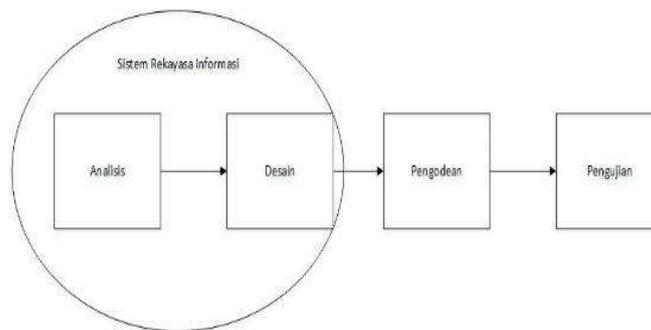
Gambar 1. Komplek Komputasi

Sumber : Lyons, Richard G. 1997 Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall PTR.)

Secara umum, terdapat dua buah pendekatan yang dijalankan dalam algoritma FFT. Pendekatan tersebut yaitu Decimation in Time (DIT) serta pendekatan Decimation in Frequency (DIF) [5].

2.3 Model Waterfall

Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung (*support*) ditunjukkan pada gambar 2. [7].



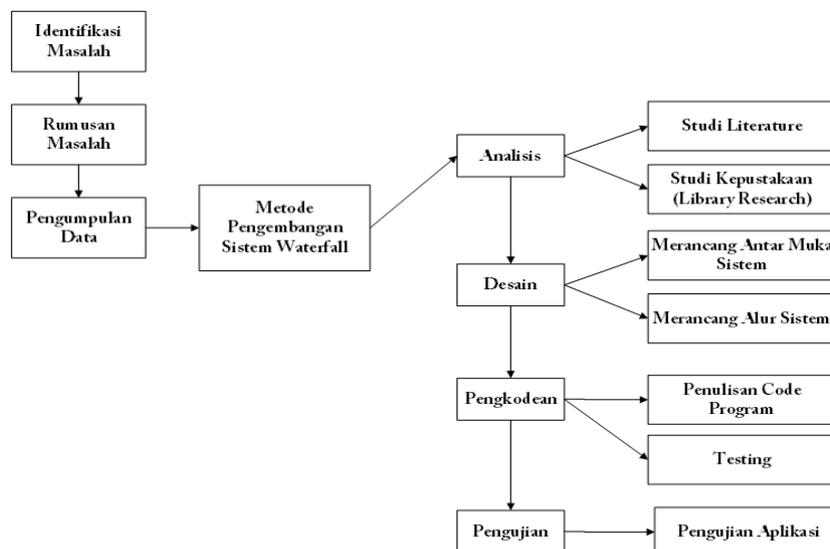
Gambar 2. Ilustrasi Model Waterfall

Sumber : Roger S. Pressman , Software Engineering 2010

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Berfikir

Pada penulisan penelitian ini penulis terlebih dahulu menjabarkan kerangka berfikir yang ditunjukkan pada gambar 3. sebagai berikut :



Gambar 3. Kerangka Berfikir

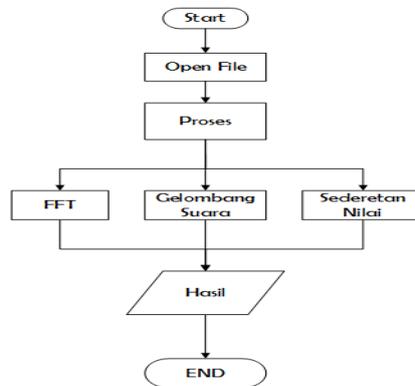
Keterangan dari gambar diatas adalah sebagai berikut :

- a. Identifikasi Masalah, yaitu tahapan peneliti mengidentifikasi masalah-masalah apa yang akan di rumuskan dan pekerjaan apa yang akan dilakukan;
- b. Perumusan Masalah, yaitu tahapan peneliti merumuskan masalah yang telah di identifikasi;
- c. Analisis, peneliti mencari dan mengumpulkan data-data dari jurnal, buku, dan internet yang berkaitan dengan penelitian sejenis yang dapat mendukung landasan teori yang kuat;
- d. Desain, peneliti merancang sketsa tampilan yang akan diimplementasikan pada sistem dengan bantuan aplikasi lain atau *tools* pembantu yang dapat menggambarkan tampilan yang akan digunakan pada aplikasi yang dibuat;
- e. Pengkodean, peneliti melakukan proses pengkodean, untuk menyelesaikan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman tertentu, dimana bahasa pemrograman yang digunakan adalah Matlab;
- f. Pengujian, peneliti melakukan proses pengujian terhadap aplikasi yang sudah dibangun. Yang bertujuan mencari kesalahan yang terdapat pada aplikasi yang sudah dibangun dan kemudian dilakukan perbaikan. Pengujian dilakukan di *tools* Matlab dan algoritma yang digunakan adalah algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*). Serta menggunakan *tools* pembantu untuk proses merekam dengan *tools free sound recorder*.

3.2 Metode Pengembangan Sistem

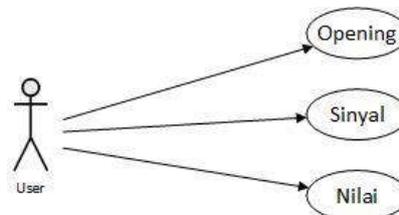
Terdapat beberapa tahapan dalam metodologi SDLC model waterfall, diantaranya yaitu analisis, desain/perancangan, pengkodean dan pengujian ditunjukkan pada gambar 4 dan 5.

- a. Alur Sistem



Gambar 4. Alur Sistem Pengolahan Suara

- b. Use Case Diagram



Gambar 5. Use Case Diagram Pengolahan Suara

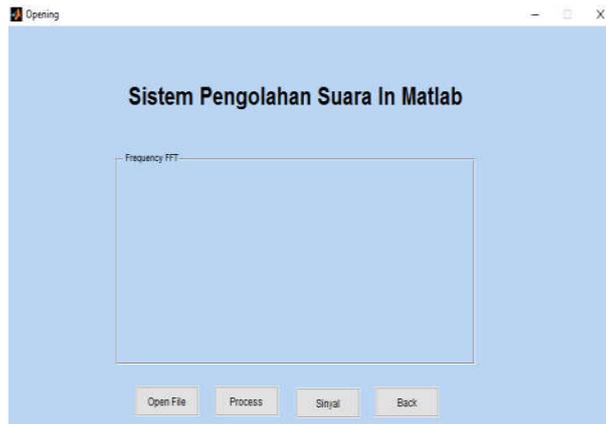
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

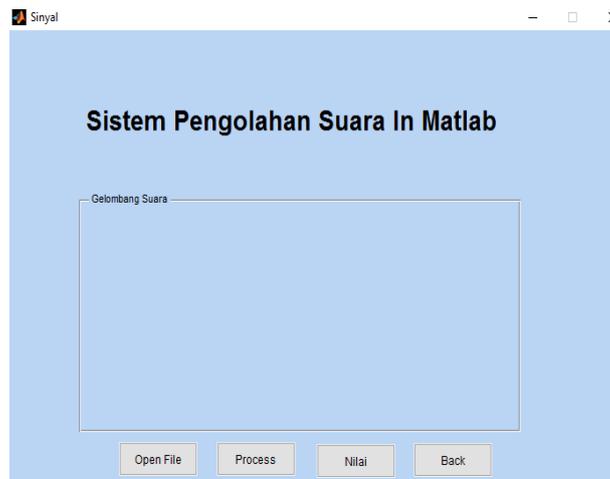
Implementasi merupakan hasil dari sebuah kerangka desain program yang telah dirancang pada tahapan desain dan kemudian dibangun menjadi sebuah perangkat lunak.



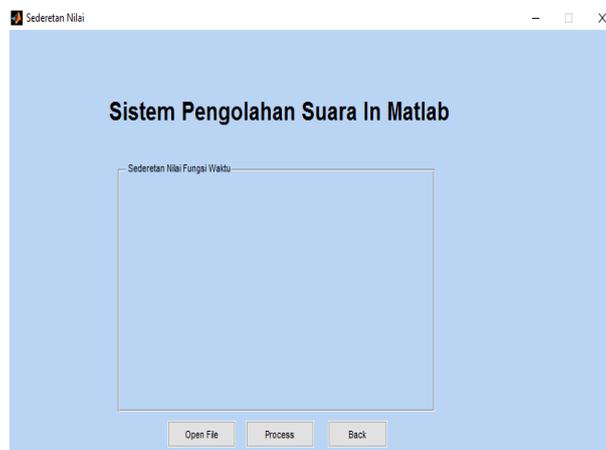
Gambar 6. Tampilan FigureHomepage



Gambar 7. Tampilan Figure *Opening*



Gambar 8. Tampilan Figure *Sinyal*

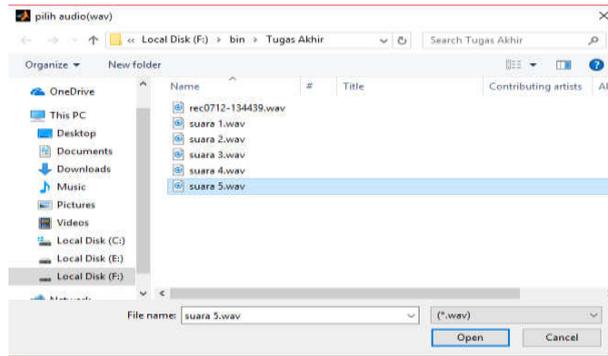


Gambar 9. Tampilan Figure *Nilai*

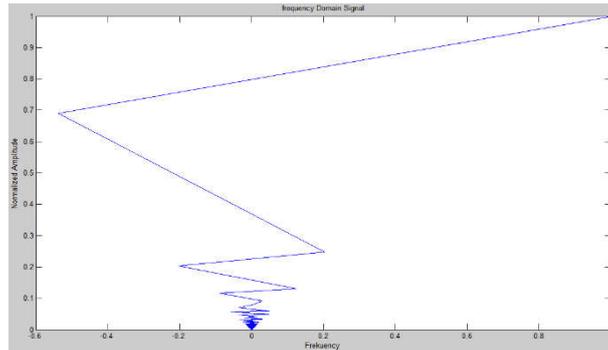
4.2 Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan untuk memeriksa apakah suatu perangkat lunak yang dihasilkan sudah dapat dijalankan sesuai dengan kriteria/standar tertentu. Pada jurnal ini hanya menampilkan 1 data suara dari 10 data suara yang digunakan. Pengujian akan dijelaskan pada proses dibawah ini :

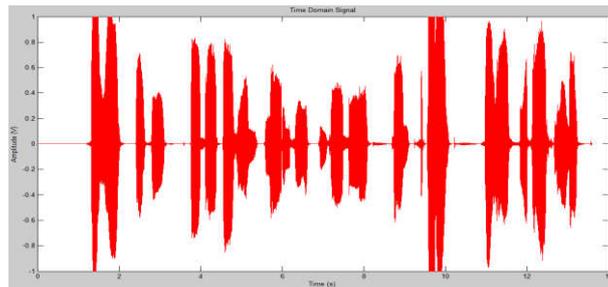
- a. Memproses file suara ke-1



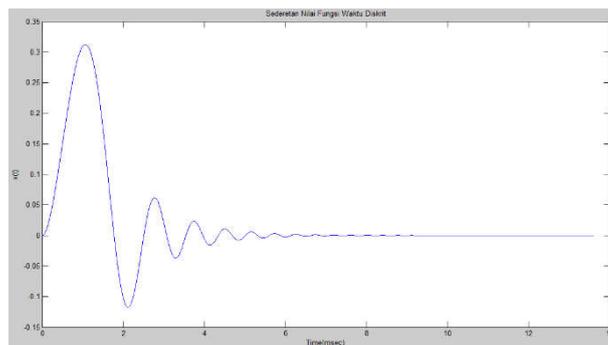
Gambar 10. Memilih File Suara



Gambar 11. *Frequency* FFT Suara



Gambar 12. Gelombang Suara



Gambar 13. Sederetan Nilai Fungsi Waktu Diskrit Suara

b. Perhitungan Suara

Dari ke-10 data suara yang sudah dilakukan, bisa kita lihat perhitungan data suara dari tabel 1. dibawah :

Tabel 1. Perhitungan Suara

No	Name	Size	Bytes	Class
1	suara 1	141120x2	564480	int16
2	suara 2	194040x2	776160	int16
3	suara 3	246960x2	987840	int16
4	suara 4	352800x2	1411200	int16
5	Suara 5	599760x2	2399040	int16
6	Suara 6	326340x2	1305360	int16

7	Suara 7	273420x2	1093680	int16
8	Suara 8	194040x2	776160	int16
9	Suara 9	167580x2	670320	int16
10	Suara 10	246960x2	987840	int16

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Telah dibuat aplikasi sistem pengolahan suara menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) yang nantinya bisa digunakan untuk mengetahui *frequency* suara dari sejumlah orang yang berbicara;
- b. Pada proses *opening*, jenis file suara hasil perekaman yang akan disimpan berformat WAV suara bagus karena tidak di kompresi, format wav mudah untuk diubah dan dikompresi ke format mp3 atau lainnya jika diperlukan, Mampu dimainkan pada semua operasi seperti *widowws* atau *macstereo browser* pupoler dan tidak disimpan dalam format MP3.
- c. *Output* yang dihasilkan pada aplikasi ini yaitu adalah *frequency* FFT suara, gelombang suara dan sederetan nilai fungsi waktu diskrit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustinus Noertjahyana dan Rudy Adipranata. 2003, *Implementasi Sistem Pengenalan Suara Menggunakan Sapi 5.1 Dan Delphi 5*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- [2] B Susetyo Bagas S dan Altedzar Riedho W.D. 2012, *Aplikasi Pengenalan Gender Menggunakan Suara*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2012 (SNATI 2012), Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111, Universitas Widyatama, Yogyakarta.
- [3] Gultom Maryati, Mukhlisa, Derry Alamsyah, *Rancang Bangun Aplikasi Pengenal Penutur Menggunakan Metode Hidden Markov Model (HMM)*, Program Studi Teknik Informatika, STMIK GI MDP Palembang.
- [4] Gunawan,Ibnu, Kartika Gunadi,2005,"Pembuatan Perangkat Lunak WAVE Manipulation Untuk Memanipulasi File Wav", Fakultas Teknologi Industri,Jurusan Teknik Imformatika,Universitas Kristen Petra.
- [5] Lyons, Richard G. 1997.Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall PTR
- [6] Rinaldi Adi, Hendra, Derry Alamsyah, *Pengenalan Gender Melalui Suara dengan Algoritma Support Vector Machine (SVM)*, Program Studi Teknik Informatika, STMIK GI MDP Palembang.
- [7] Roger S. Pressman, 2010, *Software Engineering*.