

IMPLEMENTASI *FAST FOURIER TRANSFORM* DAN *DEVIDE AND CONQUER* UNTUK PENGENALAN HURUF HIJAIYAH

SKRIPSI

Oleh :

Perdana Kusuma WP

NIM : 09650107



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

IMPLEMENTASI FAST FOURIER TRANSFORM DAN *DEVIDE AND CONQUER* UNTUK PENGENALAN HURUF HIJAIYAH

SKRIPSI

Diajukan Kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
Perdana Kusuma WP
NIM : 09650107

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015

**IMPLEMENTASI FAST FOURIER TRANSFORM DAN *DEVIDE AND CONQUER*
UNTUK PENGENALAN HURUF HIJAIYAH**

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Perdana Kusuma WP
NIM : 09650107

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Irwan Budi Santoso, M.Kom

Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

NIP. 19770103 201101 1 004

NIP. 19670118 200501 1 001

Tanggal 14 Juli 2015

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdiان

NIP. 19740424 200901 1 008

**IMPLEMENTASI FAST FOURIER TRANSFORM DAN *DEVIDE AND CONQUER*
UNTUK PENGENALAN HURUF HIJAIYAH**

SKRIPSI

Oleh :

Perdana Kusuma WP

NIM : 09650107

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)**

Tanggal 14 Juli 2015

1. Penguji Utama : Dr. Cahyo Crysdiان ()
NIP. 19740424 200901 1 008
2. Ketua Penguji : Dr. Muhammad Faisal, M.T ()
NIP. 19740510 200501 1 007
3. Sekretaris Penguji : Irwan Budi Santoso, M.Kom ()
NIP. 19770103 201101 1 004
4. Anggota Penguji : Dr. M. Amin Hariyadi, M.T ()
NIP. 19670118 200501 1 001

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdiان
NIP. 19740424 200901 1 008**

SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN

Nama : Perdana Kusuma Wardoyo Putro
NIM : 09650107
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI FAST FOURIER TRANSFORM DAN *DEVIDE AND CONQUER* UNTUK PENGENALAN HURUF HIJAIYAH**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Juni 2015

Yang membuat pernyataan,

Perdana Kusuma WP

NIM. 09650107

MOTTO

“Man Jadda Wa Jada”

Siapa yang Bersungguh-sungguh akan Berhasil...!



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas setiap nikmat karunia-Nya serta tak lupa sholawat atas Nabi besar kita Muhammad saw, semoga setiap langkah Engkau ridhoi dengan segala rahmat-Mu

Saya persembahkan karya ini kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan karya ini

Terima kasih untuk kedua orang tuaku, Bapak Moch. Wardoyo dan Ibu Titin Sumarni serta seluruh keluarga besar tercinta yang tidak dapat disebutkan satu-persatu terima kasih atas segalanya yang telah diberikan...

Untuk Dosen Pembimbing yang saya hormati, Bapak_Irwan Budi Santoso, M.T. dan Bapak Amin Hariyadi, M.T. Dan untuk seluruh dosen dan guru yang sudah mendidik saya dengan ikhlas dan sabar, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan...

Untuk sahabat-sahabat seperjuangan yang setia menemani. Dan seluruh teman-teman TI UIN khususnya kepada teman angkatan 2009. Terima kasih atas kerjasamanya, kebersamaannya, inspirasinya dan waktu yang tak bisa tergantikan...

dan untuk semua orang yang aku cintai, yang tak bisa disebutkan satu persatu...

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metodologi	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan	8
2.3 Pengertian Suara	9
2.3.1 Teori Sinyal	9
2.3.2 Sinyal Suara	10

2.3.3 Sinyal dan Sistem	12
2.4 Proses Pembentukan Suara Manusia	13
2.5 Media Pembelajaran	16
2.6 Iqro	18
2.7 Pengenalan Suara	19
2.8 Fast Fourier Transform	23
2.8.1 Penemu Fast Fourier Transform	25
2.8.2 Penggunaan Fast Fourier Transform	27
2.8.3 Metode Fast Fourier Transform	28
2.8.4 FFT 1D	28
2.8.5 FFT 2D	30
2.9 Divide And Conquer Algorithm	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Rancangan Sistem	33
3.2 Desain Sistem	34
3.2.1 Skema Utama Pengolahan Suara	35
3.2.2 Template Suara	36
3.2.3 Proses Pencocokan Pola Suara	38
3.3 Flowchart Menu Aplikasi	43
3.4 Tampilan Aplikasi	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil Implementasi Progam	50
4.2 Aplikasi Huruf Hijaiyah	50
4.2.1 Materi Aplikasi.....	50
4.2.2 Tampilan Aplikasi.....	52
4.2.3 Implementasi Algoritma.....	57

4.3 Hasil Pengujian Progam.....	62
4.4 Kajian Sains dan Agama	64
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Pengkodean	38
Tabel 4.1 : Materi Pembelajaran.....	51
Tabel 4.2 : Tabel Pengujian Menu Belajar Iqro'	62
Tabel 4.2 : Tabel Pengujian Tes Iqro'	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Panjang Gelombang	11
Gambar 2.2 : Frekuensi.....	11
Gambar 2.3 : Amplitudo	12
Gambar 2.4 : Sinyal Analog dan Sinyal Digital	13
Gambar 2.5 : Organ Pembentukan Suara Manusia	14
Gambar 2.6 : Sistem Produksi Suara Pada Manusia.....	15
Gambar 2.7 : Blok Diagram Pembelajaran Pola.....	19
Gambar 2.8 : Blok Diagram Pengenalan Suara	19
Gambar 2.9 : Gambar Fungsi Cosinus 1 Periode.....	29
Gambar 2.10 : Gambar Fungsi Sinus 1 Periode.....	30
Gambar 3.1 : Konsep Dasar Pengenalan Pola Suara	34
Gambar 3.2 : Skema Pengolahan Suara	35
Gambar 3.3 : Alur Penyimpanan Suara pada Template	36
Gambar 3.4 : Kuantisasi Sinyal Suara	37
Gambar 3.5 : Flowchart Pencocokan Suara dengan Algoritma FFT dan DC.....	39
Gambar 3.6 : Spektrum Suara.....	40
Gambar 3.7 : Hasil Konversi Sinyal Diskrit	40
Gambar 3.8 : <i>Flowchart</i> algoritma <i>FFT</i>	41
Gambar 3.9 : Proses Perbandingan Aray	42
Gambar 3.10 : <i>Flowchart</i> algoritma <i>Devide And Conquer</i>	44
Gambar 3.11 : Flowchart Pencocokan Suara Pada Menu Belajar	45
Gambar 3.12 : Flowchart Menu Tes	46
Gambar 3.13 : Tampilan Halaman Utama	48
Gambar 3.14 : Tampilan Input Suara Pada Template.....	49

Gambar 3.15 : Tampilan Belajar Iqro'	50
Gambar 3.16 : Tampilan Menu Tes	50
Gambar 3.17 : Tampilan Pengaturan Suara	51
Gambar 4.1 : Halaman Utama	52
Gambar 4.2 : Menu Input Template.....	53
Gambar 4.3 : Menu Belajar Hijaiyah.....	54
Gambar 4.4 : Menu Tes Hijaiyah.....	55
Gambar 4.5 : Hasil Tes	55
Gambar 4.6 : Menu Seting	56
Gambar 4.7 : Kode Pemrograman Konversi Sinyal Analog ke Digital	57
Gambar 4.8 : Kode Pemrograman Penyimpanan File Audio.....	58
Gambar 4.9 : Kode Pemrograman Fast Fourier Transform	59
Gambar 4.10 : Kode Pemrograman Devide and Conquer.....	60

ABSTRAK

Kusuma, Perdana. 2015. 09650107. **Implementasi *Fast Fourier Transform* dan *Devide And Conquer* Untuk Pengenalan Huruf Hijaiyah.** Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Irwan Budi Santoso, M.Kom, (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

Kata kunci : *Fast Fourier Transform, Devide and Conquer, voice recognition, media pembelajaran*

Media pembelajaran merupakan salah satu wadah dalam menyampaikan ilmu dari seorang pengajar kepada anak didik. Pada nyatanya banyak model pembelajaran yang masih dilakukan secara manual sehingga proses pembelajaran kurang menarik dan kurang maksimal terutama pada pembelajaran mengaji. Hal ini terbukti dari sebuah penelion yang dilakukan BAZIZ DKI yang menyatakan bahwa tingkat buta huruf hijaiyah masih sangat tinggi yaitu sekitar 65% pada tahun 2013. Pada penelitian ini membahas tentang pembuatan media pembelajaran berbasis dekstop dengan memadukan teknologi komputer dengan mengimplementasikan *Fast Fourier Transform* dan *Devide And Conquer*. Aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah ini merupakan aplikasi *voice recognition* atau aplikasi pengenalan suara sehingga bisa membantu tenaga didik dalam memberi penilaian terutama pada proses pengucapannya. Pada proses matching suara akan dibantu menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Devide And Conquer*. Pada proses ini suara yang masuk akan dicocokkan dengan suara yang telah tersimpan pada template sehingga akan diketahui selisih dari dua frekuensi tersebut sehingga didapatkan nilai. Data huruf hijaiyah diambil dari buku Iqro. Hasil percobaan menunjukkan bahwa data suara yang tersimpan pada template dapat dicocokkan dengan suara yang masuk akan tetapi tingkat keakurasian masih rendah.

ABSTRACT

Kusuma, Perdana. 2015. 09650107. **The Implementation of Fast Fourier Transform and Divide And Conquer to Introduction Letter to Hijaiyah.** Information Technology Faculty Science and Technology Department State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Promotor : (I) Irwan Budi Santoso, M.Kom, (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

Keywords : *Fast Fourier Transform, Divide and Conquer, voice recognition, instructional Media*

Instructional media is one of the containers in conveying knowledge from teacher to students. In reality many learning model that is still done manually so that the learning process is less attractive and less than the maximum, especially in learning the Qur'an. This is evident from a recent research conducted BAZIZ DKI stating that hijaiyah illiteracy rate is still very high at around 65% by 2013. In this study discusses the making of desktop-based learning media by combining computer technology with implementing Fast Fourier Transform and Divide And Conquer. Hijaiyah learning application letter is a voice recognition application or voice recognition applications that can help workers learners in their evaluation process, especially in pronunciation. In the process of matching the sound will be assisted using Fast Fourier Transform algorithm and Divide And Conquer. In this process the incoming sound will be matched with a voice that has been stored on the template so they will know the difference of the two frequencies so that the obtained value. Data taken from the book hijaiyah letter Iqro. The results showed that the voice data stored in the template can be matched with incoming sound but still low level of accuracy.

ملخص

كوسوما، فاردنا. 2015. 09650107. تنفيذ *Fast Fourier Transform* و *Devide And Conquer* لمعرفة حروف الهجائية. قسم تقنية المعلومات. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) إروان بودي سانتوسو الماجستير، (2) الدكتور محمد أمين حريادي الماجستير.

الكلمات الأساسية: *Fast Fourier Transform*، *Devide and Conquer*، *voice recognition*، الوسائل التعليمية

الوسائل التعليمية هي واحدة من الحاويات في إرسال المعرفة من المعلم إلى المتعلم. في الواقع كثير من نموذج التعلم لا يزال يتم يدويا بحيث أن عملية التعلم هي أقل جاذبية وأقل من الحد الأقصى، وخاصة في تعلم القرآن الكريم. وهذا واضح من إجراء بحث BAZIZ جاكارتا يقرر بأن جملة أمية الهجائية مرتفعة جدا حوالي 65% في السنة 2013. بحث الباحث في هذا البحث عن تصميم الوسائل التعليمية القائمة على بتكامل التكنولوجيا الكمبيوتر بتنفيذ *Fast Fourier Transform* و *Devide And Conquer*. تطبيق تعلم حروف الهجائية من تطبيق التعرف على الصوت يستطيع أن يساعد المعلم في عملية التقويم خصوصا في النطق. في عملية مطابقة الصوت يساعد باستخدام خوارزمية *Fast Fourier Transform* و *Devide And Conquer*. في هذه العملية الصوت الداخل يطابق بالصوت في القالب حتى يعرف الفرق من ترددات بحيث تكون القيمة التي تم الحصول عليها. بيانات حروف الهجائية مأخوذة من كتاب إقرأ. ودلت النتائج أن بيانات الصوتية في القالب تستطيع أن تتطابق بالصوت الداخل ولكن مستوى الدقة منخفض.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan didunia ini kita sebagai umat manusia dan khususnya umat muslim harus mempunyai pedoman hidup agar didalam kehidupan kita ini sesuai dengan ajaran yang diajarkan dalam agama Islam. Allah SWT sendiri telah menurunkan Al-Qur'an sebagai pedoman hidup umat muslim agar terciptanya kehidupan yang teratur . Al-Qur'anul karim merupakan kitab suci yang menjadi pedoman hidup bagi seluruh umat islam yang diturunkan kepada Rasulullah SAW untuk seluruh umat manusia. Al-Qur'an merupakan cahaya yang Allah turunkan kepada Rasul-Nya agar ia mengeluarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang dan mengeluarkan manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu. Didalam Al-Quran juga diterangkan tentang ajaran-ajaran yang mengajak manusia agar selamat didunia dan akhirat karena tujuan diturunkannya Al-Qur'an sendiri merupakan petunjuk bagi seluruh umat manusia dan tidak sedikitpun keraguan didalamnya. Hal ini dijelaskan dalam firman Allah SWT :

ذَٰلِكَ الْكِتَابُ لَا رَيْبَ فِيهِ هُدًى لِّلْمُتَّقِينَ

Artinya : *Kitab (Al-Qur'an) ini tidak ada keraguan pada nya dan petunjuk bagi orang yang bertakwa (QS. Al-baqaroh:2)*

Dalam at-Tafsir al-Muyassar halaman 2, ditafsirkan bahwa inilah Al-Qur'an yang merupakan kitab yang agung. Tak ada keraguan bahwa ia berasal dari Allah. Tak satu pun dari orang bertakwa yang boleh meragukan penjelasannya. Orang-orang yang bertakwa bisa mengambil manfaat darinya, baik berupa ilmu yang bermanfaat dan amal saleh. Mereka itulah orang-orang yang merasa takut kepada Allah dan rela mengikuti hukum-hukum-Nya.

Seperti yang kita ketahui bersama, pada ayat tersebut dijelaskan tentang salah satu keutamaan diturunkannya kitab suci Al-Qur'an sebagai pedoman hidup umat manusia. Untuk itu kita sebagai manusia harus mempelajari dan mengamalkannya agar kita bisa selamat hidup di dunia dan diakhirat. Akan tetapi berdasarkan data yang diperoleh dari BAZIS DKI: Hasil survei Institut Ilmu Al-Quran (IIA) Jakarta pada tahun 2013 menyebutkan bahwa 65 persen umat Islam di Indonesia ternyata masih buta aksara Al-Qur'an. Tiga puluh lima persennya hanya bisa membaca Al-Qur'an saja. Sedangkan yang membaca dengan benar hanya 20 persen (Sumatra Ekspres JPNN Group), Minggu (7/07/2013).

Dari hasil survei tersebut tentu sangat memprihatinkan, penduduk Indonesia yang merupakan penduduk dengan jumlah muslim terbesar di dunia namun sangat minim pengetahuan tentang belajar Al-Qur'an. Untuk itu diperlukan peran yang aktif dari beberapa pihak untuk memberikan pelajaran membaca Al-Qur'an sejak usia dini. Dalam kitab Shahihnya, Imam Al-Bukhari meriwayatkan sebuah hadits dari Hajjaj bin Minhal dari Syu'bah dari Alqamah bin Martsad dari Sa'ad bin Ubaidah dari Abu Abdirrahman As-Sulami dari Utsman bin Affan Radhiyallahu Anhu, bahwa Rasulullah Shallallahu Alaihi wa Sallam bersabda :

خَيْرُكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ

Artinya : *“Sebaik-baik kalian adalah orang yang belajar Al-Qur`an dan mengajarkannya.”* [Al-Bukhari 5027]

Masih dalam hadits riwayat Al-Bukhari dari Utsman bin Affan, tetapi dalam redaksi yang agak berbeda, disebutkan bahwa Nabi Shallallahu Alaihi wa Sallam bersabda :

إِنَّ أَفْضَلَكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ

Artinya : *“Sesungguhnya orang yang paling utama di antara kalian adalah yang belajar Al-Qur`an dan mengajarkannya.”* [HR. Bukhari No.4639].

Dalam dua hadits tersebut, terdapat dua amalan yang dapat membuat seorang muslim menjadi yang terbaik di antara saudara-saudaranya sesama muslim lainnya, yaitu belajar Al-Qur`an dan mengajarkan Al-Qur`an. Tentu, baik belajar ataupun mengajar yang dapat membuat seseorang menjadi yang terbaik di sini, tidak bisa lepas dari keutamaan Al-Qur`an itu sendiri. Al-Qur`an adalah kalam Allah, firman-firman-Nya yang diturunkan kepada Nabi-Nya melalui perantara Malaikat Jibril Alaihissalam. Al-Qur`an adalah sumber pertama dan acuan utama dalam ajaran Islam. Karena keutamaan yang tinggi inilah, yang membuat Abu Abdirrahman As-Sulami –salah seorang yang meriwayatkan hadits ini– rela belajar dan mengajarkan Al-Qur`an sejak zaman Utsman bin Affan hingga masa Al-Hajjaj bin Yusuf Ats-Tsaqafi.

Dewasa ini perkembangan teknologi yang berkembang pesat telah mendorong sebagian manusia untuk berinovasi dalam menciptakan berbagai penemuan untuk memudahkan aktivitas manusia itu sendiri termasuk dalam

bidang pembelajaran. Salah satu inovasi tersebut adalah menggunakan teknologi komputer sebagai media pembelajaran yang interaktif. Menurut Heinich yang dikutip oleh Azhar Arsyad (2011:4), media pembelajaran adalah perantara yang membawa pesan atau informasi bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran antara sumber dan penerima. Media pembelajaran itu sendiri juga bisa dibagi menjadi dua jenis, yaitu : media visual dan media cetak.

Dari serangkaian permasalahan tersebut maka peneliti membuat sebuah aplikasi sederhana tentang pembelajaran huruf hijaiyah yang mana aplikasi ini sudah mengimplementasikan pengolahan suara dalam proses penilaiannya. Sehingga diharapkan dalam aplikasi ini pengguna aktif dalam proses belajar. Selain itu aplikasi ini dibangun dengan basis dekstop yang bisa dijalankan di komputer atau laptop.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah :

1. Bagaimana cara membangun aplikasi pembelajaran yang dapat memotivasi siswa dalam belajar pengenalan huruf hijaiyah?
2. Bagaimana implementasi algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Divide And Conquer* untuk pengenalan pola suara pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis dekstop ?
3. Apakah *Algoritma Fast Fourier Transform* dan *Divide And Conquer* sudah bisa mengenali suara secara maksimal?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1 Materi yang diajarkan diambil dari buku iqro' oleh : KH. As'ad Humam, Balai Litbang LPTQ Nasional Yogyakarta.
- 2 Aplikasi yang dibuat merupakan aplikasi berbasis suara hanya untuk pengenalan huruf hijaiyah.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Membuat aplikasi pembelajaran pengenalan huruf hijaiyah dengan basis suara sehingga bisa menarik minat belajar siswa dan dapat membantu tenaga didik dalam proses belajar mengajar
2. Pengimplementasian algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Devide And Conquer* pada aplikasi pembelajaran untuk mengolah inputan suara.
3. Mengukur kinerja algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Devide And Conquer* pada pengenalan suara huruf hijaiyah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Membantu siswa dalam proses belajar mengaji terutama pada pengucapan huruf hijaiyah.
2. Membantu tenaga pendidik dalam proses belajar mengajar.

1.6 Metodologi

1. Studi Pustaka dan Analisa

Dalam melakukan perancangan sistem aplikasi penentuan level pembacaan iqro' berbasis dekstop dibutuhkan beberapa literatur. Adapun literatur

yang perlu dipelajari mempelajari buku, artikel, dan situs yang terkait dengan pemrograman java dekstop. Mempelajari literatur mengenai *design* tampilan aplikasi yang sifatnya *user friendly* sehingga mudah dikenali oleh *user*.

2. Desain Sistem

Merancang desain dari sistem yang akan dibangun atau alur sistem. Yaitu dilakukan penyesuaian dengan metode yang akan digunakan. Dalam tahap ini dapat menggunakan Diagram *Flowchart* sebagai representasi *design* yang dibuat.

3. Mengimplementasikan Metode dalam Bahasa Pemrograman

Pada Bagian ini akan dilakukan perancangan penentuan level pembacaan iqro' berbasis dekstop. Langkah pertama adalah melakukan instalasi *adobe eclipse*. Kemudian melakukan coding program.

4. Pengujian

Pada bagian ini adalah untuk mengamati kinerja penentuan level pembacaan iqro' berbasis dekstop.

5. Pembuatan Laporan

Kegiatan ini dilakukan setelah tahapan studi kasus dilakukan dan akan berjalan sampai dengan sistem ini selesai dan sesuai dengan tujuan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini disusun menjadi beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi landasan teori sebagai parameter rujukan untuk dilaksanakannya penelitian ini. Adapun landasan teori tersebut adalah hasil penelitian yang relevan, media pembelajaran, iqro', pengenalan suara, *Fast Fourier Transform, Divide and Conquer Algorithms*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahapan desain penelitian dan kerangka konsep penelitian yang digunakan untuk penentuan level pembacaan iqro' berbasis dekstop. Dengan adanya metodologi penelitian ini diharapkan dapat memberikan petunjuk dalam merumuskan masalah penelitian.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini membuat implementasi meliputi implementasi sistem dan implementasi aplikasi, hasil pengujian aplikasi meliputi skenario pengujian, hasil pengujian dan pengujian fungsional.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari sistem yang dibuat serta saran untuk kepentingan lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tinjauan pustaka. Yaitu kajian jurnal penelitian pendukung sebelumnya sehingga dapat diperoleh gambaran mengapa penelitian ini dilakukan. Juga berisi landasan teori yang membahas tentang media pembelajaran, iqro', pengenalan suara, Fast Fourier Transform, Divide and Conquer Algorithms.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hapsari (2008) melakukan penelitian tentang Pengenalan Pola Suara dalam Pengaksesan Sistem Informasi Akademik mengemukakan bahwa pengujian kinerja sistem 94 % untuk masukan password suara dan 100 % untuk masukan password ketik. Derau dengan amplitudo melebihi amplitudo ambang tetap terproses dan memberikan sebuah keluaran, namun penelitian tersebut menghasilkan pemrosesan derau keluaran yang tidak dapat diprediksi sehingga ucapan harus diulang beberapa kali
2. Begam dkk (2010) melakukan penelitian tentang *voice recognition* menggunakan dua algoritma Liner Predictive Predictive Coding (LPC) dan Hidden Markov Model (HMM) menyimpulkan bahwa teknik tersebut mampu mengotentikasi pembicara tertentu berdasarkan informasi individu yang termasuk dalam sinyal suara dan dapat digunakan secara efektif

untuk tujuan pengenalan suara, namun penelitian tersebut belum diterapkan untuk pengenalan bacaan iqro'

2.3 Pengertian Suara

Dalam kehidupan sehari-hari aktivitas manusia tidak akan pernah lepas dengan namanya suara. Selain sebagai alat komunikasi suara juga dapat membantu dalam berbagai bidang kehidupan. Suara sendiri merupakan sebuah fenomena fisik yang dihasilkan getaran suatu benda yang berupa sinyal analog dengan amplitudo yang berubah secara kontinu terhadap waktu. Suara merupakan sebuah gelombang yang didalamnya mengandung sejumlah parameter yaitu amplitudo, simpangan, frekuensi dan spectrum yang dapat menyebabkan suara yang satu berbeda dari suara lainnya. Pada suara yang memiliki amplitudo besar maka suara tersebut akan terdengar lebih keras dan jika suara mempunyai frekuensi yang lebih besar maka suara tersebut akan terdengar lebih tinggi.

J. Fourier (1768-1830) menyatakan bahwa gelombang kompleks dapat direpresentasikan sebagai penjumlahan dari sejumlah gelombang sinusoidal, dengan amplitudo dan frekuensi yang bervariasi. Dari teori Fourier dapat disimpulkan bahwa gelombang-gelombang sinusoidal, yang memiliki amplitudo dan frekuensi berbeda-beda dinamakan deret Fourier.

2.3.1 Teori Sinyal

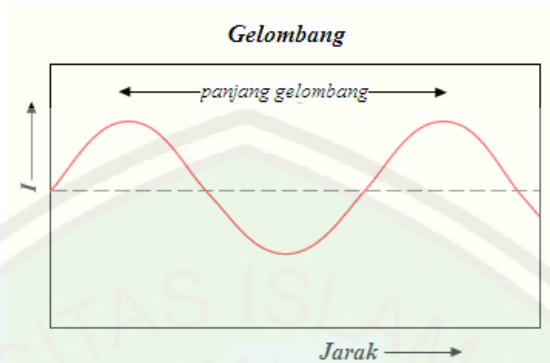
Sinyal adalah suatu isyarat untuk melanjutkan atau meneruskan suatu kegiatan. Biasanya isyarat ini berbentuk tanda-tanda, lampu-lampu, suara-suara ataupun yang lainnya. Dalam kereta api, misalnya, isyarat berarti 2E-journal Teknik Elektro dan Komputer (2014), ISSN 2301-8402 suatu tanda untuk melanjutkan atau meneruskan perjalanan ke tempat/stasiun berikutnya, dan

biasanya isyarat ini dikirimkan oleh stasiun yang terkait. Dalam dunia Keteknikan, khususnya Teknik Elektro, Teknik Informasi, dan Teknik Kendali, isyarat adalah besaran yang berubah dalam waktu dan atau dalam ruang dan membawa suatu informasi. Menurut ITU (International Telecommunication Union), sinyal adalah suatu gejala fisika dimana satu atau lebih dari karakteristiknya melambangkan informasi. Sinyal ini biasanya berupa sinyal elektrik. Sinyal ini bisa merupakan besaran elektrik murni (tegangan, arus, dan lain-lain), tetapi pada umumnya adalah besaran fisik lain yang dijadikan elektrik dengan bantuan sensor. Contoh sinyal elektrik adalah sinyal suara yang berasal dari radio, sinyal citra yang berasal dari kamera fotografi, dan sinyal video yang berasal dari kamera video.

2.3.2 Sinyal Suara

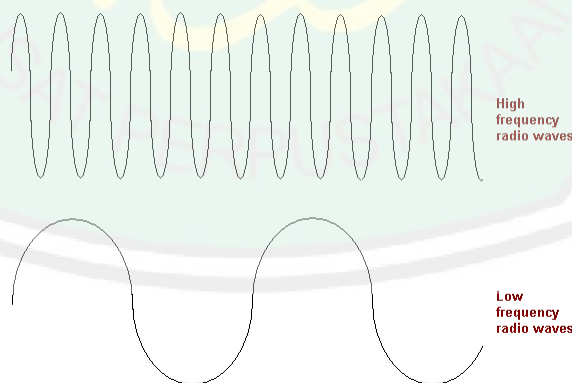
Audio diartikan sebagai suara atau reproduksi suara. Gelombang suara adalah gelombang yang dihasilkan dari sebuah benda yang bergetar. Gambarnya adalah senar gitar yang dipetik, gitar akan bergetar dan getaran ini merambat di udara, atau air, atau material lainnya. Satu-satunya tempat dimana suara tak dapat merambat adalah ruangan hampa udara. Gelombang suara ini memiliki lembah dan bukit, satu buah lembah dan bukit akan menghasilkan satu siklus atau periode. Siklus ini berlangsung berulang-ulang, yang membawa pada konsep frekuensi. Jelasnya, frekuensi adalah jumlah dari siklus yang terjadi dalam satu detik. Satuan dari frekuensi adalah Hertz atau disingkat Hz. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz (20.000 Hz) sesuai dengan batasan sinyal suara. Karena pada dasarnya sinyal suara adalah sinyal yang dapat diterima oleh

telinga manusia. Angka 20 Hz sebagai frekuensi suara terendah yang dapat didengar, sedangkan 20 KHz merupakan frekuensi tertinggi yang dapat didengar.



Gambar 2.1. Panjang gelombang

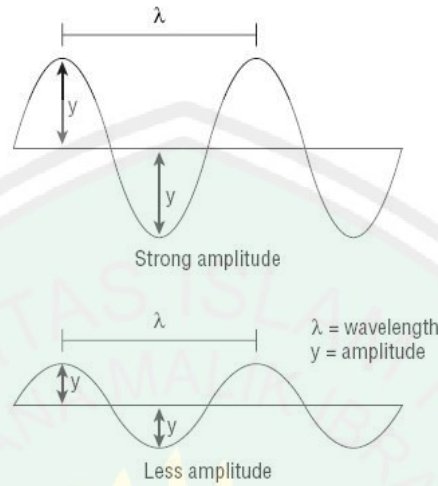
Panjang gelombang merupakan jarak antara titik gelombang dan titik ekuivalen pada fasa berikutnya. Amplitudo merupakan kekuatan atau daya gelombang sinyal. Gelombang yang lebih tinggi diinterpretasikan sebagai gelombang yang lebih tinggi, sehingga dinamakan amplifier untuk perangkat yang berfungsi untuk menambah amplitudo.



Gambar 2.2. Frekuensi

Frekuensi merupakan jumlah getaran dalam waktu satu detik. Diukur dalam Hertz atau siklus per detik. Getaran gelombang suara semakin cepat, maka frekuensi semakin tinggi. Frekuensi lebih tinggi diinterpretasikan sebagai jalur

yang lebih tinggi. Misalnya, bila menyanyi dalam pita suara tinggi, maka memaksa tali suara untuk bergetar secara cepat.

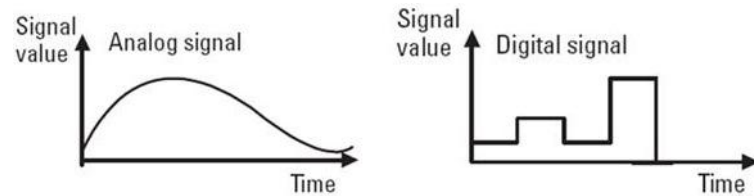


Gambar 2.3. Amplitudo

2.3.3 Sinyal dan Sistem

Sinyal adalah fenomena dari lingkungan yang terukur atau terkuantisasi, sementara sistem merupakan bagian dari lingkungan yang menghubungkan sinyal dengan sinyal lainnya, atau dengan kata lain merespon sinyal masuk dengan menghasilkan sinyal keluaran. Ada berbagai macam contoh sinyal dan sistem, salah satunya adalah suara pembicaraan dan sistem komunikasi telepon. Berdasarkan bentuknya, data dan sinyal dapat dibedakan ke dalam data dan sinyal analog atau data dan sinyal digital seperti gambar 2.4. Suatu data atau sinyal dikatakan analog apabila amplitudo dari data atau sinyal tersebut terus menerus ada dalam rentang waktu

tertentu (kontinyu) dan memiliki variasi nilai amplitudo tak terbatas. Misalnya, data yang berasal dari suara (voice) tergolong sebagai data analog. Sebaliknya data atau sinyal dikatakan digital apabila amplitudo dari data atau sinyal tersebut tidak kontinyu dan memiliki variasi nilai amplitudo yang terbatas (diskrit).

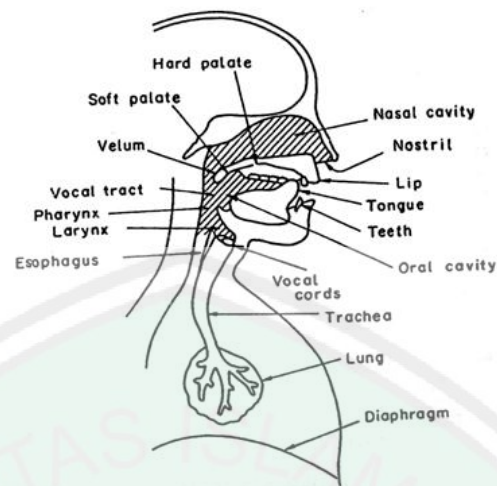


Gambar 2.4. Sinyal analog dan sinyal digital

Pada gambar 2.4 sinyal analog memiliki jumlah kemungkinan nilai amplitudo yang tak terhingga sedangkan sinyal digital memiliki jumlah kemungkinan nilai amplitudo yang terhingga.

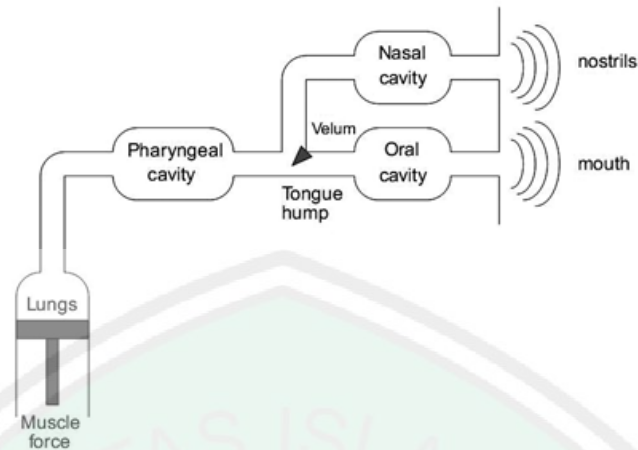
2.4 Proses Pembentukan Suara Manusia

Pada manusia proses yang mendasari terbentuknya suara terdapat tiga proses utama, antara lain proses pembangkitan sumber, proses artikulasi dan radiasi. Pada saat proses pembentukan bunyi bahasa atau ucapan dimulai dengan memanfaatkan tekanan pernafasan pada rongga dada yaitu paru-paru. Pada saat manusia melakukan pernafasan tekanan udara yang ada pada rongga dada yang dikeluarkan berupa arus udara. Arus udara yang dikeluarkan inilah dapat mengalami perubahan pada pita suara manusia yang ada pada pangkal tenggorokan. Pada arus udara ini dapat membuka dua pita suara yang rapat sehingga dapat menyebabkan corak bunyi tertentu. Dari gerakan membuka dan menutupnya pita suara inilah yang menjadi dasar munculnya suara yang keluar dari mulut kita dikarenakan arus udara dan udara yang berada disekitar pita suara berubah tekanan dan ikut bergetar. Berikut ini gambaran organ-organ tubuh manusia yang berperan dalam proses pembentukan suara.



Gambar 2.5. Organ pembentukan suara manusia (Furui, 2001)

Pada proses awal paru-paru mengalami keadaan mengembang dan mengempis untuk menyedot dan mengeluarkan udara dari paru-paru. Setelah itu udara dihembuskan oleh paru-paru keluar melewati suatu daerah yang dinamakan daerah glotal. Dalam keadaan ini pita suara bervibrasi menghasilkan berbagai jenis gelombang suara. Udara kemudian melewati lorong yang dinamakan faring. Dari faring, udara melewati dua lintasan, yaitu melalui hidung dan melalui rongga mulut. Untuk organ penghasil suara manusia dapat dijelaskan pada gambar 2.6 berikut ini



Gambar 2.6. Sistem produksi suara pada manusia (Picone, 1996)

Manusia memiliki suara atau bunyi bahasa yang berbeda-beda yang dipengaruhi dari bentuk saluran suara yang terdiri dari rongga faring, rongga mulut dan rongga hidung. Ketika udara dari paru-paru dihembuskan, pita suara akan mengalami kondisi merapat dan merenggang. Jika kedua pita suara tersebut bergantian merapat atau merenggang dalam pembentukan suatu bunyi bahasa, maka bunyi bahasa yang akan dihasilkan terasa berat. Pada proses tersebut bunyi bahasa dinamakan bunyi bersuara (*voiced*). Akan tetapi jika kedua pita suara merenggang dan arus udara dapat lewat dengan mudah, maka bunyi bahasa ini pada umumnya dinamakan bunyi tak bersuara (*unvoiced*).

Berdasarkan ada tidaknya rintangan terhadap arus udara, bunyi bahasa dapat dibedakan menjadi dua yaitu vokal dan konsonan. Vokal adalah bunyi udara yang arus udaranya tidak mengalami rintangan dan kualitasnya ditentukan oleh ketinggian posisi lidah, pada bagian lidah yang dinaikkan dan bentuk bibir. Sedangkan konsonan adalah bunyi bahasa yang arus udaranya mengalami

rintangan dan kualitasnya ditentukan oleh keadaan pita suara, penyentuhan atau pendekatan berbagai alat ucap dan cara alat ucap itu bersentuhan.

2.5 Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar. Dalam bahasa Arab media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan (Arsyad, 2004). Media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi dan kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, ketrampilan atau sikap. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media.

Menurut (Daryanto, 2011; 40) media pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi, yaitu a) media simbol, b) media audio-visual, c) media teknik, d) kumpulan benda-benda, dan e) contoh-contoh kelakuan. Adapun penjelasan mengenai klasifikasi media, adalah sebagai berikut:

- a. Bahan yang mengutamakan kegiatan membaca atau dengan menggunakan simbol-simbol kata dan visual (bahan-bahan cetakan dan bacaan).
- b. Alat-alat audio-visual, alat-alat yang tergolong ke dalam kategori ini, yaitu:
 - 1) Media proyeksi (*overhead* projector, slide, film, dan LCD).
 - 2) Media non-proyeksi (papan tulis, poster, papan temple, kartun, papan panel, komik, bagan, diagram, gambar, grafik, dan lain-lain).

- 3) Benda tiga dimensi antara lain benda tiruan, diorama, boneka, topeng, lembaran balik, peta, globe, pameran, dan museum sekolah.
- c. Media yang menggunakan teknik atau masinal, yaitu, slide, film strif, film rekaman, radio, televisi, video, VCD, laboratorium elektronik, perkakas otoinstruktif, ruang kelas otomatis, sistem interkomunikasi, komputer, dan internet.
- d. Kumpulan benda-benda (*material collections*), yaitu berupa peninggalan sejarah, dokumentasi, bahan-bahan yang memiliki nilai-nilai sejarah, jenis kehidupan, mata pencarian, industri, perbankan, perdagangan, pemerintahan, agama, kebudayaan, politik, dan lain-lain.
- e. Contoh-contoh kelakuan, perilaku pengajar. Pengajar memberi contoh perilaku atau suatu perbuatan. Misalnya, mencontohkan suatu perbuatan dengan gerakan tangan dan kaki, gerakan badan, mimik, dan lain-lain.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa media adalah segala sesuatu benda atau komponen yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat siswa dalam proses belajar.

Media pembelajaran adalah sarana penyampaian pesan pembelajaran kaitannya dengan model pembelajaran langsung yaitu dengan cara guru berperan sebagai penyampai informasi dan dalam hal ini guru seyogyanya menggunakan berbagai media yang sesuai. Media pembelajaran adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran,

perasaan, perhatian dan kemampuan atau ketrampilan pebelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar.

Menurut Heinich yang dikutip oleh Arsyad (2004), media pembelajaran adalah perantara yang membawa pesan atau informasi bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran antara sumber dan penerima.

2.6 Iqro'

Metode iqro' adalah suatu metode membaca Al-Qur'an yang menekankan langsung pada latihan membaca. Adapun buku panduan iqro' terdiri dari enam jilid dimulai dari tingkat yang sederhana, tahap demi tahap sampai pada tingkatan yang sempurna. Metode iqro' ini dalam prakteknya tidak membutuhkan alat yang bermacam-macam, karena ditekankan pada bacaannya (membaca huruf Al-Qur'an dengan fasih). Bacaan langsung tanpa dieja. Artinya diperkenalkan nama-nama huruf hijaiyah dengan cara belajar siswa aktif (CBSA) dan lebih bersifat individual (Zuliana, 2007).

Metode pembelajaran ini pertama kali disusun oleh H. As'ad Humam di Yogyakarta. Buku metode Iqro' ini disusun/dicetak dalam enam jilid sekali. Di mana dalam setiap jilidnya terdapat petunjuk mengajar dengan tujuan untuk memudahkan setiap peserta didik (santri) yang akan menggunakannya, maupun ustadz/ustadzah yang akan menerapkan metode tersebut kepada santrinya. Metode iqro' ini termasuk salah satu metode yang cukup dikenal dikalangan masyarakat, karena metode ini sudah umum digunakan ditengah-tengah masyarakat Indonesia.

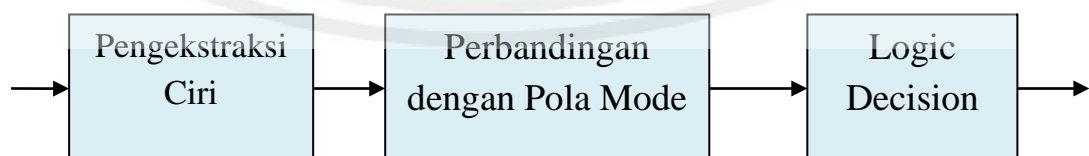
2.7 Pengenalan Suara

Pengenalan suara merupakan salah satu upaya agar suara dapat dikenali atau diidentifikasi sehingga dapat dimanfaatkan. Pengenalan suara dapat dibedakan ke dalam tiga bentuk pendekatan, yaitu pendekatan akustik-fonetik (the acoustic-phonetic approach), pendekatan kecerdasan buatan (the artificial intelligence approach), dan pendekatan pengenalan pola (the pattern recognition approach) (Hapsari, 2008).

Pendekatan pengenalan pola terdiri dari dua langkah yaitu pembelajaran pola suara dan pengenalan pola melalui perbandingan pola. Tahap perbandingan pola adalah tahap bagi ucapan yang akan dikenali, dibandingkan polanya dengan setiap kemungkinan pola yang telah dipelajari dalam fase pembelajaran, untuk kemudian diklasifikasi dengan pola terbaik yang cocok. Blok diagram pembelajaran pola pada pengenalan suara ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2.7. Blok Diagram Pembelajaran Pola (Hapsari, 2008)



Gambar 2.8. Blok Diagram Pengenalan Suara.

Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing blok:

1. Pengekstraksi ciri.

Merupakan proses mendapatkan sederetan besaran pada bagian sinyal masukan untuk menetapkan pola pembelajaran atau pola uji. Pada sinyal suara, ciri-ciri besaran biasanya merupakan keluaran dari beberapa bentuk teknik analisis spektrum seperti *filter bank analyzer*, FFT

2. Pembelajaran Pola

Satu atau lebih pola pembelajaran yang berhubungan dengan bunyi suara dari kelas yang sama, digunakan untuk membuat pola representatif dari ciri-ciri kelas tersebut. Hasilnya yang biasa disebut dengan pola referensi, dapat menjadi sebuah model yang mempunyai karakteristik bentuk statistik dari ciri-ciri pola referensi.

3. Perbandingan dengan Pola Model

Pola uji yang akan dikenali, dibandingkan dengan setiap kelas pola referensi. Kesamaan besaran antara pola uji dengan setiap pola referensi akan dihitung.

4. *Logic Decision*

Menentukan kelas pola referensi mana yang paling cocok untuk pola uji berdasarkan klasifikasi pola.

Pengenalan ucapan atau suara (*speech recognition*) adalah suatu teknik yang memungkinkan sistem komputer untuk menerima input berupa kata yang diucapkan. Kata-kata tersebut diubah bentuknya menjadi sinyal Digital dengan cara mengubah gelombang suara menjadi sekumpulan angka lalu disesuaikan dengan kode-kode tertentu dan dicocokkan dengan suatu pola yang tersimpan

dalam suatu perangkat. Hasil dari identifikasi kata yang diucapkan dapat ditampilkan dalam bentuk tulisan atau dapat dibaca oleh perangkat teknologi. Ukuran kosakata (vocabulary) dari sistem pengenalan suara mempengaruhi kompleksitas, parameter pelatihan dan akurasi sistem. Beberapa aplikasi pengenalan suara hanya memerlukan beberapa kata, sedangkan yang lainnya memerlukan kamus yang sangat besar (misalnya mesin pendiktean). Terdapat 4 jenis ukuran kosakata, yaitu:

- a) Kosakata ukuran kecil (small vocabulary) yang terdiri dari puluhan kata.
- b) Kosakata ukuran sedang (medium vocabulary) yang terdiri dari ratusan kata.
- c) Kosakata ukuran besar (large vocabulary) yang terdiri dari ribuan kata,
- d) Kosakata ukuran sangat besar (very large vocabulary) yang terdiri dari puluhan ribu kata.

Teknologi pengenalan suara berkembang dengan begitu pesat. Beberapa jenis diantaranya yaitu:

- a) Sintesis suara (speech synthesis) dari teks ke suara.
- b) Pengenalan pembicara (speaker recognition) : dari suara ke identitas pembicara.
- c) Pendiktean (dictation) : dari suara ke teks.
- d) Rangkuman suara (speech summarization) : dari suara ke teks sederhana.
- e) Pengkategorian suara (speech categorization) : dari suara ke label kelas.
- f) Pengertian suara (speech understanding) : dari suara ke representasi makna suara.

- g) Pemrosesan dialog (dialog processing) : dari suara ke makna suara yang interaktif.
- h) Penerjemah suara (speech translation) : dari suara ke suara dalam bahasa lain.

Kegunaan aplikasi pengenalan ucapan yaitu:

1. Pada bidang komunikasi:
 - a. Sebagai komando suara pada komputer untuk melakukan perintah seperti membuka, menyimpan, menutup file dan sebagainya.
 - b. Sebagai alat pendiktean untuk membuat laporan dimana aplikasi akan menuliskan teks sesuai dengan yang diucapkan pembicara.
2. Pada bidang kesehatan, alat pengenalan ucapan digunakan untuk membantu para penyandang cacat agar dapat beraktivitas dengan memerintahkan alat-alat bantu melalui suaranya.
3. Pada bidang militer, aplikasi alat pengenalan ucapan digunakan pada pengatur lalu lintas udara yang dikenal dengan Air Traffic Controllers (ATC). Alat ini dipakai untuk memberi keterangan mengenai keadaan lalu lintas udara seperti radar, cuaca, dan navigasi dengan kata lain sebagai pengganti operator yang memberikan informasi kepada pilot dengan cara berdialog.
4. Secara umum, pengenalan ucapan banyak digunakan karena mudah yakni hanya menggunakan suara dan cepat prosesnya.

Kekurangan pengenalan ucapan yaitu:

- a. Rawan terhadap gangguan sinyal suara lain terutama di tempat yang ramai.
- b. Kata-kata yang diucapkan dapat sulit dikenali karena cara pengucapan yang berbeda walaupun oleh pembicara yang sama. Intonasi, logat, dan kecepatan pengucapan sangat mempengaruhi.
- c. Bahasa lisan seringkali diucapkan tidak sesuai dengan kaidah tata bahasa yang baku.
- d. Jumlah kata yang dapat dikenali masih terbatas.

2.8 Fast Fourier Transform

Fast Fourier Transform (FFT) yang ditemukan tahun 1965 merupakan pengembangan dari Fourier Transform (FT). Penemu FT adalah J. Fourier pada tahun 1822. FT membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks.

Definisi Fast Fourier Transform (FFT) adalah metode yang sangat efisien untuk menghitung koefisien dari Fourier diskrit ke suatu finite sekuen dari data yang kompleks. Karena substansi waktu yang tersimpan lebih dari pada metoda konvensional, fast fourier transform merupakan aplikasi temuan yang penting didalam sejumlah bidang yang berbeda seperti analisis spectrum, speech and optical signal processing, design filter digital. Algoritma FFT berdasarkan atas prinsip pokok dekomposisi perhitungan discrete fourier transform dari suatu sekuen sepanjang N kedalam transformasi diskrit Fourier secara berturut-turut lebih kecil. Cara prinsip ini diterapkan memimpin ke arah suatu variasi dari

algoritma yang berbeda, di mana semuanya memperbandingkan peningkatan kecepatan perhitungan.

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Karena banyak sinyal-sinyal dalam sistem komunikasi yang bersifat kontinyu, sehingga untuk kasus sinyal kontinyu kita gunakan transformasi fourier. Transformasi Fourier didefinisikan oleh rumus:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

Dimana $s(f)$ adalah sinyal dalam domain frekuensi (frequency domain), $s(t)$ adalah sinyal dalam domain waktu (time domain), dan adalah konstanta dari nilai sebuah sinyal, f adalah frekuensi dan t adalah waktu.

FFT (Fast Fourier Transform) merupakan salah satu metode untuk transformasi sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi, artinya proses perekaman suara disimpan dalam bentuk digital berupa gelombang spectrum suara yang berbasis frekuensi sehingga lebih mudah dalam menganalisa spectrum frekuensi suara yang telah direkam.

Menurut J. W. Cooley dan J. W. Tukey (1965, p297), *Fast Fourier Transform* merupakan sebuah algoritma yang digunakan untuk mesin perhitungan yang melakukan perhitungan *Fourier* yang kompleks. *Transformasi Linear*, terutama *Fourier* dan *Laplace*, digunakan untuk menyelesaikan persoalan dalam *system linear*. Walaupun tidak terlalu sering dipakai ataupun digunakan dalam pembelajaran *Transformasi Linear*, *Fourier* banyak dipakai dalam aplikasi-aplikasi dan terbukti memiliki hasil yang akurat *Fast Fourier Transform* dapat dipakai untuk menyelesaikan permasalahan yang berupa *wave-*

form optical, electrical, ataupun acoustical, dan spektrum yang ditampilkan dapat digambarkan sebagai sesuatu yang dapat digambarkan dan dapat diukur. Fast Fourier Transform tidak selalu berupa rumus matematika yang harus menghitung. Tetapi bisa juga berupa pengartian terhadap arti dari fungsi-fungsi kearah mana suatu fungsi tersebut berkelanjutan.

Dalam perancangan algoritma FFT terdapat empat langkah yaitu :

- a. Penyusunan runtun masukan menggunakan pembalikan bit
- b. Perhitungan FFT kompleks N titik
- c. Pemisahan genap dan ganjil
- d. Perhitungan keluaran akhir

2.8.1 Penemu *Fast Fourier Transform*

Fast Fourier Transform ditemukan oleh Baron Jean-Baptiste-Joseph Fourier (21 Maret 1768 sampai dengan 16 Mei 1830), Joseph Fourier lahir di *Auxerre, France*. Memperkenalkan mengenai *arbitrary function*, seperti *staircase waveform*. Ide mengenai *arbitrary function* pada awalnya ditentang banyak pihak, tetapi *arbitrary function* ini menjadi inti utama dari perkembangan untuk matematik, ilmu pengetahuan, dan ilmu mesin. Penemuan ini sekarang menjadi kunci utama dari mesin elektronik sekarang ini. *Fourier* mendapatkan ide ini melalui pembelajaran mengenai permasalahan dari aliran panas dalam *solid bodies*, termasuk Bumi.

Arbitrary function adalah sebuah simbol yang dapat dianggap sebagai simbol yang mewakilkan sebuah fungsi dari set fungsi yang ada. *Staircase Waveform* adalah sebuah *waveform* yang biasanya berada di antara nilai maksimum dan minimum dari nilai voltase listrik. Diantara nilai tersebut *waveform* ini hanya dapat menyimpan diskrit dan nilai konstan *voltase* dalam

waktu tertentu saja. *Waveform* ini memiliki beberapa langkah pergantian dalam *level voltase*, langkah-langkah tersebut lah yang berbentuk seperti tangga (*staircase*). Jarak diantara tangga tersebut biasanya memiliki nilai yang konstan tetapi dapat berbeda-beda, dan waktu yang dibutuhkan tiap tangga dalam *waveform* juga dapat berbeda-beda atau bervariasi (Cooley dan Tukey, 1965)

Pembelajaran *Fourier* terjadi pada saat beliau ikut serta dalam ekspedisi yang dilakukan oleh Napoleon ke Mesir. Beliau ikut serta dalam ekspedisi tersebut sebagai profesor matematik, tetapi saat di Mesir beliau bekerja sebagai sekretaris untuk *Institut d'Egypte*. Kemudian beliau mulai fokus pada teori perhitungan, tetapi dikarenakan kompetensinya dalam bidang administrasi, beliau juga sukses dalam bidang politik serta diplomatik. Perperangan yang terjadi dalam ekspedisi Napoleon inilah yang membuat beliau mempelajari banyak jenis ilmu yang dapat digunakan dalam perperangan. Setelah kembali ke Perancis beliau diangkat menjadi *Prefect of Isere* oleh Napoleon pada 1802. Tugas beliau di *Grenoble* mengenai perpajakan, memperkuat hukum, memperbanyak jumlah pasukan, serta menjalankan instruksi dari *Paris* serta memberikan laporan (Cooley dan Tukey, 1965)

Pada Tahun 1807, beliau menuliskan teorinya mengenai *heat conduction*, tetapi karena diragukan oleh Laplace dan Lagrange maka teorinya tersebut tidak diperbolehkan untuk diketahui oleh umum, sehingga tidak dipublikasikan. Beliau juga mendapat kritik dari Biot dan Poisson. Meski demikian Institut memberikan penghargaan dalam bidang matematik mengenai propagasi dari panas dalam *solid bodies* pada tahun 1811, yang diberikan kepada beliau. Tetapi publikasi dari teori beliau terhambat sampai tahun 1815.

Pada tahun 1817 diangkat sebagai sekretaris tetap untuk *Academie des Sciences*, yang kemudian menjadi sekretaris tetap pada tahun 1823, kemudian beliau menjadi sekretaris untuk *Academie Francaise* pada tahun 1826. Beliau juga menulis mengenai penemuannya pada tahun 1808-1809 mengenai formula dari Euler yang menjelaskan bahwa formula Euler benar untuk $-\pi < x < \pi$ tetapi tidak bisa digunakan untuk x yang lebih besar dari itu.

2.8.2 Penggunaan *Fast Fourier Transform*

Menurut Ronald N. Bracewell (2000), *Fast Fourier Transform* tidak terbatas untuk menyelesaikan persamaan dari *transformasi linear*, tetapi juga dapat digunakan dalam berbagai jenis aplikasi. Berikut contoh-contoh aplikasi yang menggunakan *Fast Fourier Transform* : Perkiraan dengan menggunakan *trigonometric polynomials*, seperti:

- a. Perkiraan dengan menggunakan *trigonometric polynomials*, seperti:
 - 1) *Data compression* (contohnya MP3)
 - 2) Analisis *Spectral* dari signal.
 - 3) *Frequency response* dari sebuah sistem.
 - 4) Perhitungan diferensial parsial.
- b. Konvolusi melalui domain frekuensi, seperti:
 - 1) *Cross-correlation*.
 - 2) Perkalian untuk bilangan bulat yang besar.
 - 3) Simbolis perkalian polinomial.

2.8.3 Metode *Fast Fourier Transform*

Metode *Fast Fourier Transform* telah ada sejak tahun 1965. Berikut akan disebutkan metode untuk *Fast Fourier Transform* pada tahun 1965 :

- Dalam banyak aplikasi, *digitized dataset* yang besar mulai tersedia, tetapi tidak dapat di proses dikarenakan terlalu lamanya *running time* dari DFT.
- Semua metode yang ada digunakan untuk memanfaatkan perhitungan yang efisien mengenai fungsi *trigonometric* yang simetri, tetapi tetap dalam bentuk $O(N^2)$.
- Metode yang paling dikenal pada saat itu adalah metode Goertzel

2.8.4 FFT 1D

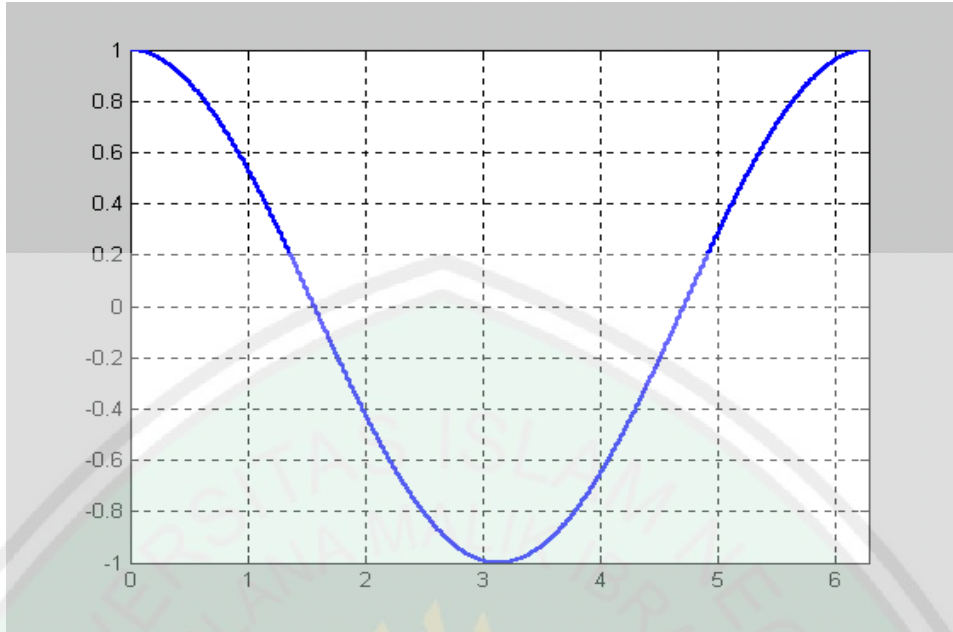
FFT adalah DFT dengan teknik perhitungan yang cepat dengan memanfaatkan sifat periodikal dari transformasi fourier. Perhatikan definisi dari DFT :

$$F(k) = \sum_{n=1}^N f(n) \cdot e^{-j2\pi knT/N} \dots\dots\dots (1)$$

Atau dapat dituliskan dengan :

$$F(k) = \sum_{n=1}^N f(n) \cos(2\pi nkT/N) - j \sum_{n=1}^N f(n) \sin(2\pi nkT/N) \dots\dots\dots (2)$$

Perhatikan fungsi cosinus berikut ini :

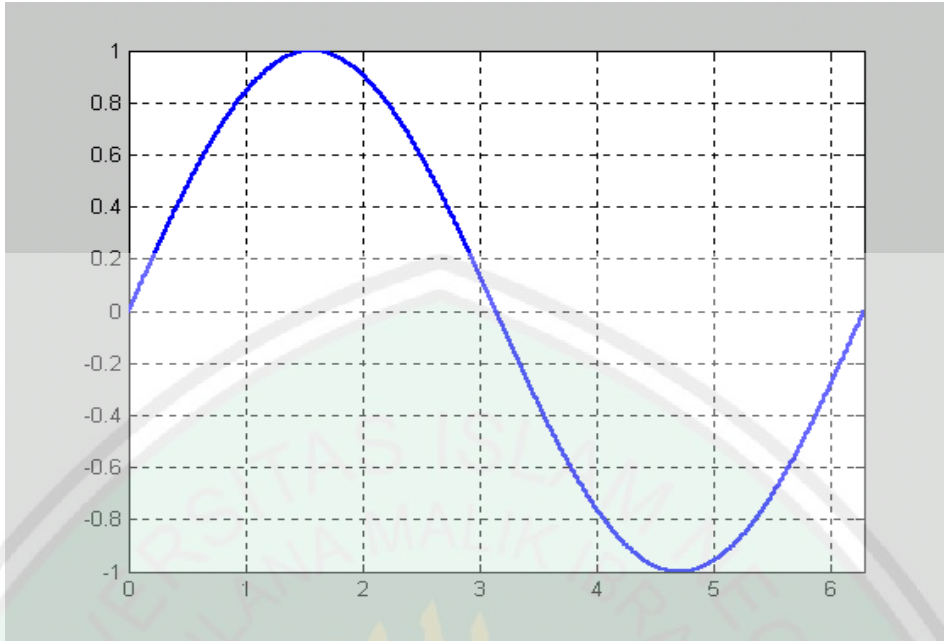


Gambar 2.9. Gambar fungsi cosinus 1 periode (Ronald, 2000)

Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa nilai fungsi cosinus untuk setengah bagian bila dilihat dari kiri dan setengah bagian dari kanan akan sama, atau dapat dikatakan bahwa nilai fungsi cosinus untuk setengah periode adalah kebalikan horisontal (shift) dari nilai setengah periode sebelumnya, atau dapat dituliskan bahwa ;

$$\cos(T/2-x) = -\cos(x), \text{ untuk } 0 < x < T/2 \dots\dots\dots(3)$$

Perhatikan fungsi sinus berikut ini :



Gambar 2.10. Gambar fungsi sinus 1 periode (Ronald, 2000)

Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa nilai fungsi sinus untuk setengah periode adalah kebalikan dari nilai setengah periode sebelumnya, atau dapat dituliskan bahwa ;

$$\sin(x+T/2) = -\sin(x), \text{ untuk } 0 < x < T/2 \dots\dots\dots(4)$$

Dari kedua sifat di atas, maka perhitungan DFT dapat disederhanakan dengan cukup menghitung setengah periode saja, sedangkan setengah periode berikutnya dapat dihitung dengan menggunakan :

$$F(x+T/2) = \text{Real}\{F(T/2-x)\} - j \text{Im}\{F(x)\} \dots\dots\dots(5)$$

2.8.5 FFT 2D

FFT 2D adalah DFT 2D dengan teknik perhitungan yang cepat dengan memanfaatkan sifat periodikal dari transformasi fourier. Seperti halnya FFT 1D, maka dengan menggunakan sifat fungsi sinus dan cosinus, algoritma dari FFt 2D ini adalah :

- (1) Hitung FFT 2D untuk $n_1 = 1$ s/d $N_1/2$ dan $n_2 = 1$ s/d $N_2/2$ menggunakan rumus DFT.
- (2) Untuk selanjutnya digunakan teknik konjugate 2D.

2.9 Divide And Conquer Algorithms

Algoritma *Divide and Conquer* pada awalnya adalah sebuah nama strategi militer yang dikenal dengan nama *divide ut imperes*. Akan tetapi seiring dengan perkembangan teknologi strategi tersebut kini diaplikasikan sebagai strategi fundamental didalam ilmu computer dengan nama *Divide and Conquer*. Arti kata *divide* sendiri adalah membagi masalah menjadi beberapa upa-masalah yang memiliki kemiripan dengan masalah semula namun berukuran lebih kecil (idealnya berukuran hampir sama). *Conquer* sendiri memiliki arti memecahkan (menyelesaikan) masing-masing upa-masalah (secara rekursif) (Edelsbruner, 2008).

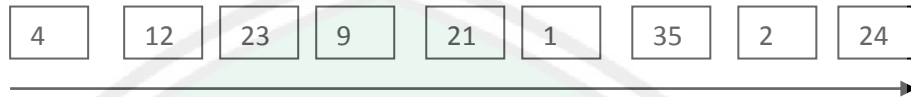
Dari pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa Algoritma *Divide and Conquer* adalah strategi pemecahan masalah yang besar dengan cara melakukan pembagian masalah yang besar tersebut menjadi beberapa bagian yang lebih kecil secara rekursif hingga masalah tersebut dapat dipecahkan secara langsung. Solusi yang didapat dari setiap bagian kemudian digabungkan untuk membentuk sebuah solusi yang utuh. Pada algoritma *Divide and Conquer* ini memiliki tiga proses utama yaitu (Edelsbruner, 2008) :

1. *Divide* : membagi masalah menjadi beberapa upa-masalah yang memiliki kemiripan dengan masalah semula namun berukuran lebih kecil (idealnya berukuran hampir sama)
2. *Conquer* : memecahkan (menyelesaikan) masing-masing upa-masalah (secara rekursif), dan

3. Combine : menggabungkan solusi masing-masing upa-masalah sehingga membentuk solusi masalah semula

Sebagai contohnya adalah sebagai berikut :

Misalkan pada sebuah tabel A terdapat elemen-elemen sebagai berikut :



Pada tahap awal tabel akan dipecah menjadi dua (*Devide*)



Untuk langkah selanjutnya adalah pemecahan masalah yaitu dengan menentukan nilai minimum (min) dan nilai maksimum (mak)



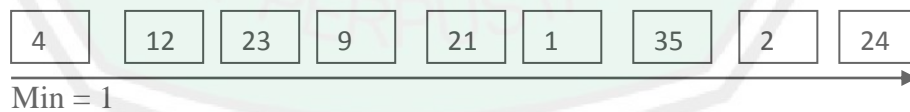
Min = 4

Min = 1

Mak = 23

Mak = 35

Setelah ditentukan nilai minimum dan maksimumnya maka langkah selanjutnya adalah menggabungkan (combine).



Mak = 35

Ada 4 hal penting yang harus dipahami dalam strategi ini, yaitu : Branching factor, balance, data dependence of divide function dan sequentialy (Edelsbruner, 2008)

1. Branching Factor

Branching Factor dalam algoritma ini adalah jumlah dari subproblem yang akan dibagi dari sebuah problem awal. Pada langkah ini adalah langkah nyata dari algoritma *divide and conquer*, didalam proses pembagian yang sebenarnya, jumlah dari branching itu sendiri harus 2 atau lebih, karena jika kurang dari 2 masalah tidak bisa dibagi.

2. Balance

Balance atau bisa disebut dengan seimbang atau sama jika masalah awal dibagi menjadi bagian-bagian masalah dengan ukuran yang sama. Yang mempunyai arti jumlah dari keseluruhan ukuran bagian masalah sama dengan ukuran masalah awal (inisialisasi masalah).

3. Data dependence of divide function

Algoritma *divide and conquer* memiliki sebuah fungsi pembagian terhadap data yang memiliki ketergantungan, artinya jika ukuran relative dari sebuah *Pseudocode* untuk model algoritma *n-way divide and conquer* subproblem tergantung pada proses input datanya. Ini merupakan salah satu ciri dari algoritma yang tidak seimbang, salah satu contohnya adalah algoritma quicksort yang akan membagi subproblem dengan fungsi *data-dependent divide*.

4. Sequentially

Pada algoritma *Divide and Conquer* ini bisa dikatakan seimbang (*sequential*) jika subproblem dieksekusi sesuai dengan perintah program. Algoritma *Divide and Conquer* mempunyai kelebihan yang membuat banyak diterapkan dan digunakan dalam aplikasi dunia nyata, seperti

penyelesaian masalah yang rumit yang sampai saat ini masih sulit dipecahkan oleh computer biasa seperti *Tower of Hanoi Problem*.



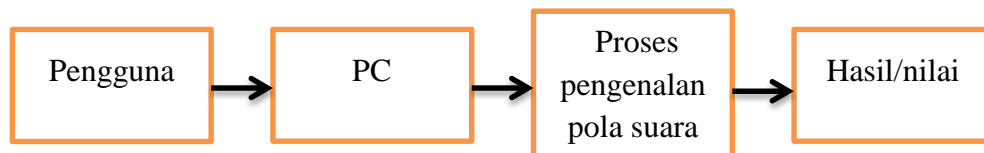
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Sistem

Pada perancangan sistem aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah ini, akan membahas tentang perencanaan dan pembahasan yang terdapat pada aplikasi yang akan dibuat. Aplikasi pembelajaran ini merupakan pengembangan dari aplikasi pembelajaran sebelumnya. Pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah sebelumnya, disajikan dalam bentuk permainan. Sehingga ditampilkan beberapa efek animasi untuk menarik minat belajar siswa. Pada aplikasi pembelajaran sebelumnya, aplikasi dibangun dengan menggunakan *Adobe Flash* dengan inputan berupa klik menggunakan *mouse*. Akan tetapi berbeda dengan aplikasi yang ini, aplikasi dikembangkan menggunakan aplikasi dekstop dengan inputan berupa suara. Dalam aplikasi pembelajaran ini terdapat dua menu inti, yaitu menu tes bacaan dan menu perekaman suara untuk inputan suara dalam *template*.

Dalam penelitian ini peneliti membutuhkan sample atau contoh suara untuk disimpan pada template yang telah disediakan. Suara-suara tersebut akan disimpan dalam bentuk bit-bit biner sehingga memudahkan dalam pemrosesannya. Pada aplikasi ini hal yang paling ditekankan adalah suara. Karena aplikasi ini merupakan aplikasi dekstop pengolahan suara sehingga tinggi rendahnya suara juga akan mempengaruhinya. Secara sederhana cara kerja pengolahan suara merupakan proses perbandingan suara dengan data suara yang telah ada. Secara sederhana proses pencocokan suara atau *voice recognition* dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini



Gambar 3.1. Konsep dasar pengenalan pola suara

Pada aplikasi ini membutuhkan alat tambahan berupa mikrofon guna menangkap sinyal analog agar bisa direkam oleh PC. Pada aplikasi ini akan memanfaatkan dua algoritma yaitu algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan algoritma *Divide and Conquer*. Dua algoritma ini nantinya akan memiliki fungsi yang saling berkaitan. Pada algoritma FFT akan mengolah sinyal suara yang diinputkan melalui mikrofon yang kemudian akan dirubah menjadi frekuensi dan akan dirubah kedalam bilangan bit biner. Setelah dirubah barulah algoritma *Divide and Conquer* membandingkan bilangan tersebut dengan bilangan bit biner yang telah tersimpan pada template.

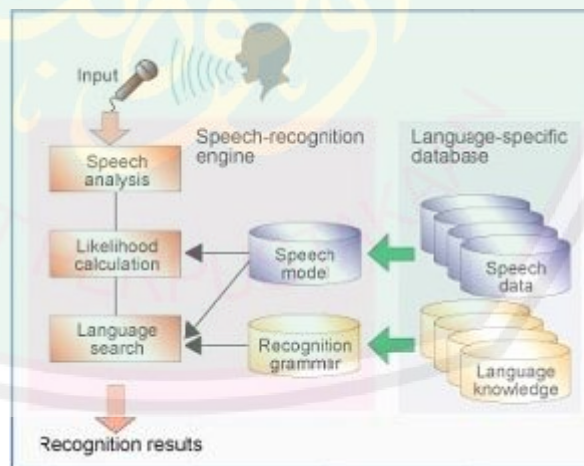
3.2 Desain Sistem

Pada perancangan aplikasi ini, suara merupakan hal yang sangat penting. Karena suara akan menentukan hasil dari proses pembelajaran. Suara akan diolah menggunakan dua algoritma yaitu algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Divide and Conquer* yang saling terintegrasi sehingga dapat mengolah suara dan dapat menghasilkan nilai.

Adapun dalam membangun aplikasi ini kita memerlukan beberapa tahap dalam penyusunannya. Tahap tersebut antara lain yaitu :

3.2.1 Skema Utama Pengolahan Suara

Pada tahap ini, kita harus memahami terlebih dahulu tentang konsep dasar atau kerangka jalannya pengolahan suara. Pada tahap awal dalam pengolahan suara (*speech recognition*) adalah penerimaan data input. Penerimaan data input dalam hal ini adalah inputan suara yaitu suara analog pada manusia. Setelah penginputan suara proses selanjutnya adalah *ekstraksi*, yaitu penyimpanan data masukan berupa file suara yang disimpan pada *database* atau *template* suara. Proses selanjutnya perbandingan atau pencocokan suara. Pada proses ini akan dilakukan pencocokan antara suara baru dengan data suara yang telah tersimpan pada *template database* suara. Setelah melalui proses pencocokan maka pada tahap akhir adalah validasi yaitu mengecek apakah suara itu sama atau tidak. Skema pengolahan suara dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini

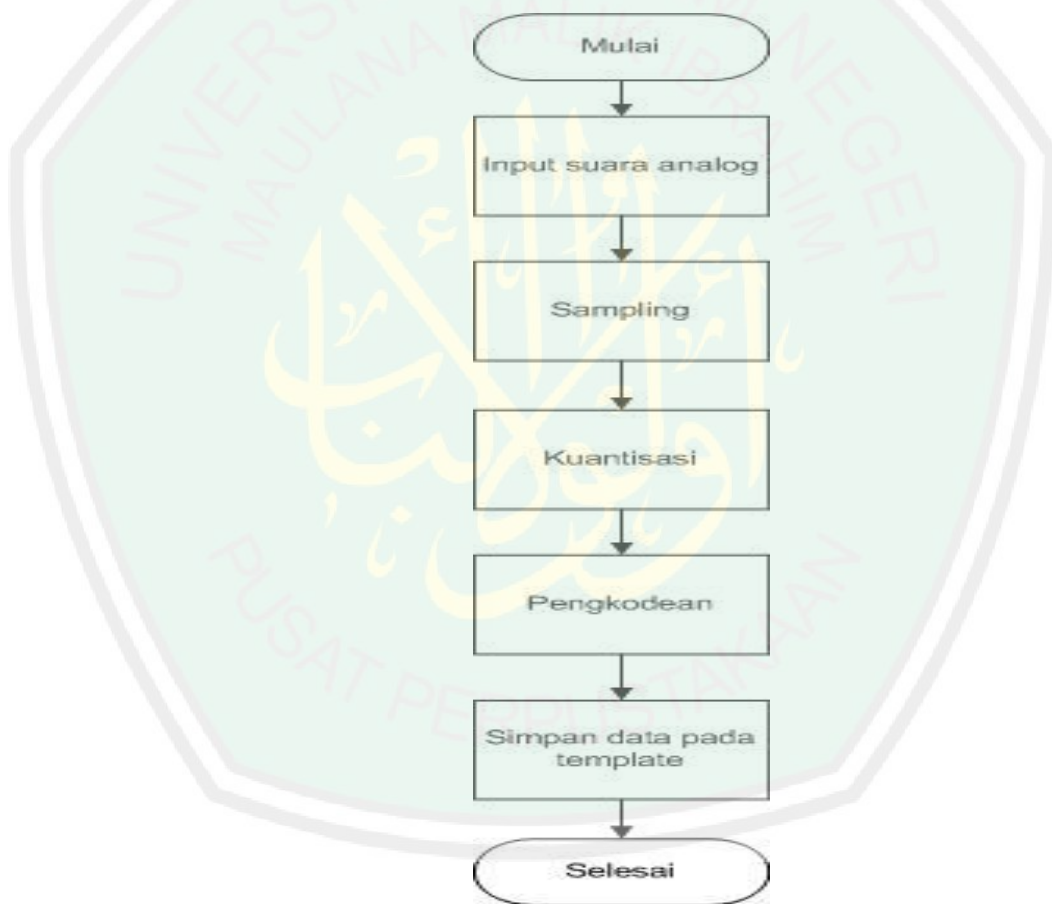


Gambar 3.2. Skema pengolahan suara (Gressia Melissa)

Pada gambar 3.2 bagian gambar yang berwarna pink merupakan proses pada pengolahan suaranya sedangkan pada gambar biru merupakan *database* atau *template* suara.

3.2.2 Template Suara

Pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah suara akan disimpan dalam beberapa folder yang telah dibuat. Dalam folder penyimpanan tersebut suara akan disimpan dalam dua bentuk, yang pertama suara akan disimpan dalam bentuk format suara sedangkan dalam bentuk kedua berupa bit biner. Untuk mendapatkan suara pada template terdapat langkah-langkah sebagai berikut :



Gambar 3.3. Alur penyimpanan suara pada template

Pada gambar 3.3 terdapat beberapa proses dalam penyimpanan suara pada template, berikut ini penjelasan dari proses tersebut

a. Teknik Sampling

Data berupa sinyal suara diperoleh dengan cara melalui mikrofon yang dihubungkan di laptop. Frekuensi sampling diambil standar stereo sebesar 22050Hz dan 16 bit agar dapat ditampung pada PC. Contoh durasi pengambilan suara A adalah 0,8 detik, frekuensi 800 Hz dengan rumus :

$$X = FS \times dt \text{ (detik)} \times \text{bit}/8 \times j \dots\dots\dots (6)$$

$$X = 22050 \times 0.8 \times 16/8 \times 2 = 70560 \text{ data sample}$$

b. Kuantisasi

Proses ini adalah proses pengkonversian sinyal analog ke dalam suatu nilai diskrit. Diambil suatu input sinyal analog yang akan di kuantisasi. Contoh proses pengambilan sample suara A berupa sinyal sebagai berikut



Gambar 3.4. Kuantisasi sinyal suara

Dari hasil kuantisasi pada gambar 3.3 maka dapat diambil data suara hasil sinyal diskrit dengan diwakili sebagai nilai $f(x)$

$F_x(0) = 2$	$F_x(1) = 3$	$F_x(2) = 4$	$F_x(3) = 4$
--------------	--------------	--------------	--------------

c. Pengkodean

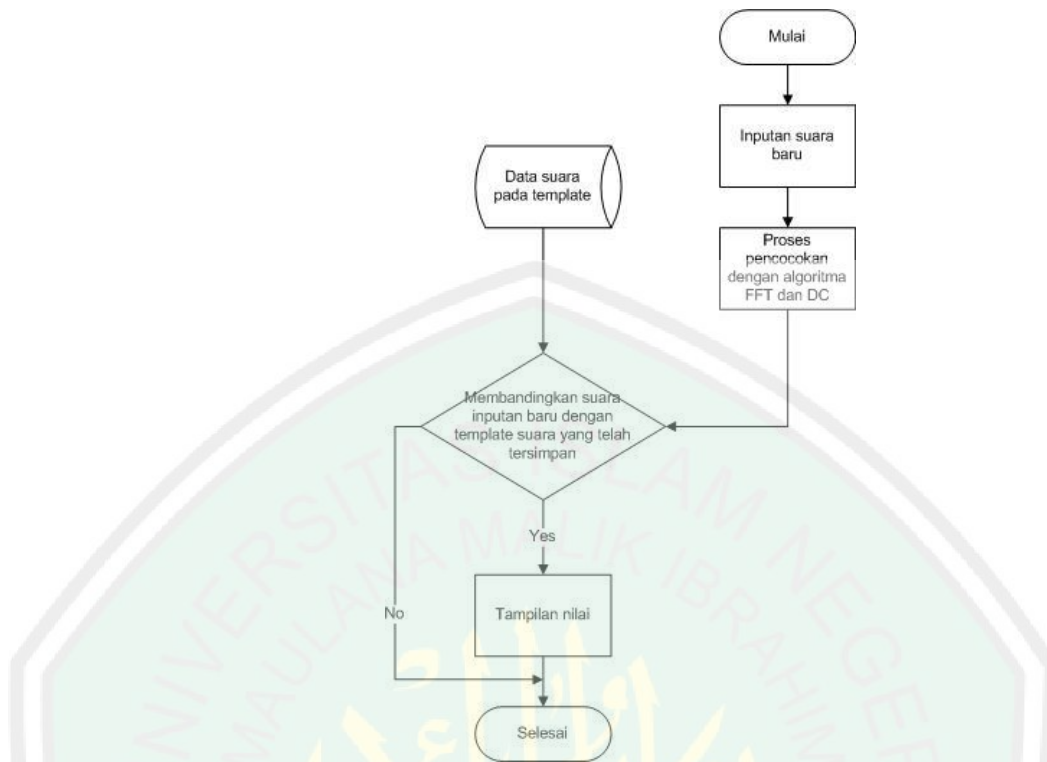
Pengkodean pada proses ini tiap nilai diskrit yang telah didapat, direpresentasikan dengan angka binary n-bit. Cara konversinya adalah dengan membagi bilangan desimal dengan bilangan biner dengan memperhatikan hasil sisa pembagian.

Tabel 3.1. Pengkodean

Nilai Diskrit Hasil Kuantisasi	Kode Biner 16 bit
$F_x(0) = 2$	0000000000000010
$F_x(1) = 3$	0000000000000011
$F_x(2) = 4$	0000000000000100
$F_x(3) = 4$	0000000000000100

3.2.3 Proses Pencocokan Pola Suara

Pada aplikasi akan memanfaatkan dua algoritma yang akan membantu dalam pencocokan pola suara yaitu algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan DC (Devide and Conquer). Dua algoritma tersebut memiliki fungsi masing-masing yaitu sebagai pengolah sinyal analog ke sinyal digital yang kemudian dirubah ke bit biner dan sebagai pemberi nilai. Secara singkat prosesnya dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini



Gambar 3.5. Flowchart pencocokan suara dengan algoritma FFT dan DC

Fast Fourier Transform adalah suatu algoritma komputasi optimal yang mengimplemetasikan *Discreet Fourier Transform* (DFT) dengan teknik perhitungan yang cepat serta memanfaatkan sifat periodikal dari transformasi *fourier*. FFT merupakan operasi matematika yang bertujuan untuk dekomposisi dari suatu sinyal domain waktu ke sinyal domain frekuensi dengan mengimplementasikan sebuah transformasi dan panjang vektor N berdasarkan rumus (Cooley dan Tukey, 1965)

$$\mathbf{F(u)} = 1/N \mathbf{f(x)} \exp [-2j*\phi*ux/N] \quad (3.1)$$

$$\mathbf{F(u)} = 1/N \mathbf{f(x)} \cos (2*\phi*ux/N) - \mathbf{J} \sin (2*\phi*ux/N) \quad (3.2)$$

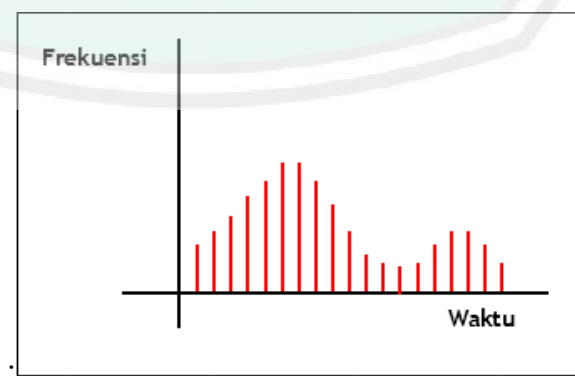
Pada dasarnya, konsep pengolahan suara merupakan penyimpanan sinyal suara analog yang telah dirubah menjadi sinyal digital yang kemudian disimpan. Pada sinyal data digital yang telah disimpan

kemudian akan dikonversi menjadi spektrum suara. Hasil dari konversi tersebut kemudian dibandingkan dengan data *template* yang tersimpan pada database.

Pada proses selanjutnya adalah memproses gelombang kontinu spektrum ke dalam bentuk diskrit. Pada proses berikutnya yaitu akan dilakukan kalkulasi yang mempunyai dua langkah proses. Untuk proses pertama transformasi gelombang diskrit dirubah menjadi *array* data setelah itu untuk masing-masing element data *array* akan dihitung ketinggian gelombang, dalam hal ini adalah frekuensi.



Gambar 3.6. Spektrum suara (Gressia Melissa)



Gambar 3.7. Hasil konversi sinyal diskrit (Gressia Melissa)

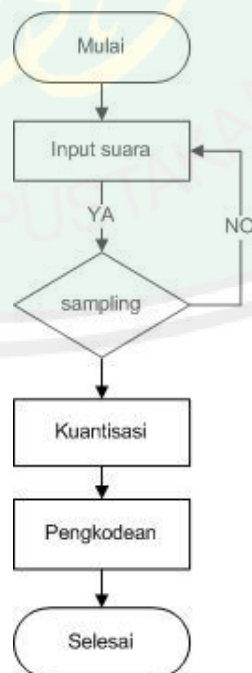
Pada gambar 3.6 dan gambar 3.7 merupakan tahapan dari proses perubahan sinyal yang memanfaatkan algoritma FFT. Pada tahap ini FFT juga akan berfungsi dalam pemrosesan sinyal suara diskrit menjadi array atau bit biner berdasarkan tinggi rendahnya suara. Untuk *pseudocode* pada algoritma FFT adalah sebagai berikut

```

jika n=1
  maka Fout[0]=Fin[0]
  jika tidak {
    untuk k=0 to (n/2)-1 { set[k]=
    Fin[2*k] odd[k]=Fin[2*k+1] }
    fft(even, Feven, n/2, w^2)
    fft(odd, Fodd, n/2, w^2)
    for k=0 to n-1 { hasil
    F[k]=Feven[mod(k, n/2)] + w^k * Fodd[mod(k, n/2)]
  }

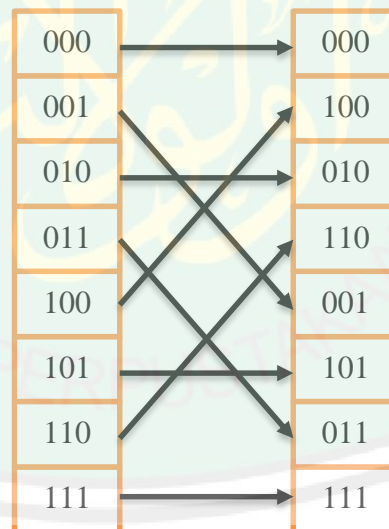
```

Untuk flowchart pada algoritma FFT dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3.8 Flowchart algoritma FFT

Data masukan yang akan disimpan yaitu data yang berukuran n berupa data diskrit gelombang. Pada saat pengkonversian gelombang suara dari spektrum suara ke diskrit, gelombang akan diperlebar yaitu dengan cara memperincinya berdasarkan waktu. Hal ini nanti akan yang kemudian akan diproses dengan memanfaatkan algoritma DC (*Divide and Conquer*). Algoritma DC ini nantinya akan mengolah nilai diskrit yang akan dipecah-pecah menjadi beberapa upa masalah. Pada proses ini data akan dipilah-pilah menjadi beberapa bagian sehingga dapat ditentukan bilangan biner yang sama akan tetapi hal ini memiliki kekuarangan yaitu proses akan lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini



Gambar 3.9. Proses perbandingan array data dengan data pada template

Pada gambar 3.8 merupakan proses dari algoritma Divide and Conquer.

Algoritma tersebut memiliki beberapa proses, diantaranya adalah

- a. Memilih sebuah angka N , dimana merupakan bilangan bulat kelipatan 2. Pada bilangan ini berfungsi untuk menghitung jumlah elemen transformasi FFT.
- b. Setelah proses pertama langkah selanjutnya adalah membagi dua data diskrit seperti proses pada algoritma *Divide and Conquer* menjadi data diskrit yang dipecah menjadi beberapa upa yang lebih kecil berukuran $N=N_1.N_2$.
- c. Pada upa masalah tadi (objek data) dimasukkan ke dalam tabel sebagai elemen tabel.
- d. Pada setiap elemen data akan dicocokkan dengan data pada *template* (pada data *template* akan mengalami proses yang sama yaitu pemrosesan digitalisasi menjadi data diskrit, dengan cara yang sama dengan proses digitalisasi data masukan yang baru yang akan dicocokkan.
- e. Pada setiap upa masalah pada proses sebelumnya kemudian akan disatukan kembali dan dianalisis secara keseluruhan, kecocokan dari segi tata bahasa dan membandingkan apakah data yang diucapkan sesuai dengan kata yang telah tersimpan pada data *template*.
- f. Proses terakhir adalah verifikasi data, yaitu jika data sesuai maka proses akan lanjut yang kemudian akan menghasilkan output berupa nilai pada aplikasi.

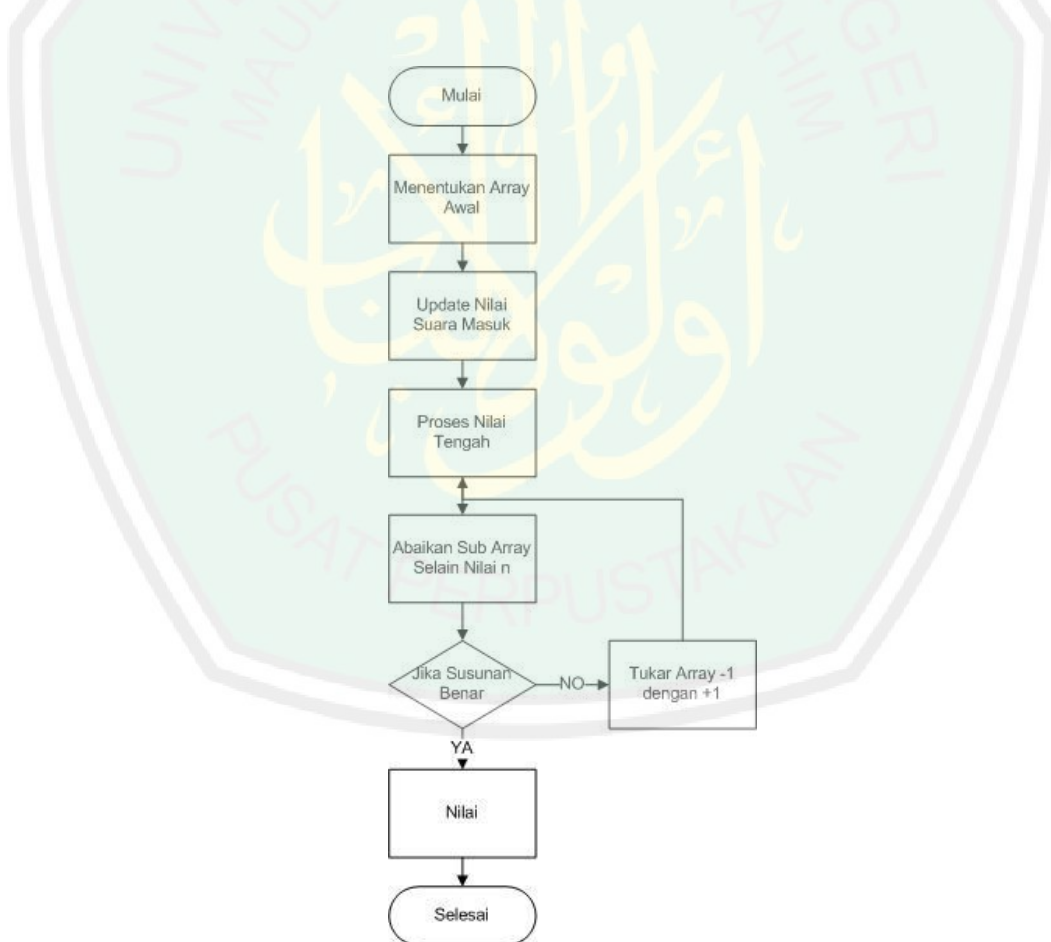
Untuk *pseudocode* pada algoritma *Divide and Conquer* adalah sebagai berikut :

```

Solution solve(Problem P)
if (baseCase(P))
else {
Problem subProblems[N]
Solution subSolutions[N]
subProblems = split(P)
for (int i = 0; i < N; i++)
subSolutions[i] =
solve(subProblems[i])

```

Untuk flowchart pada algoritma FFT dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3.10 Flowchart algoritma *Divide And Conquer*

3.3 Flowchart Menu Aplikasi

Pada aplikasi ini terdapat dua menu utama yaitu pembelajaran iqro' dan tes iqro'. Untuk menu pembelajaran iqro' pengguna tinggal memilih menu pada tampilan aplikasi. Pada menu belajar iqro' ini nanti pengguna tinggal mengucapkan kata sesuai dengan huruf yang ditampilkan. Jika pengguna tepat mengucapkan kata sesuai dengan gambar huruf maka secara otomatis akan lanjut ke gambar selanjutnya sampai gambar tersebut habis. Akan tetapi jika pengguna tidak tepat dalam pengucapan huruf maka tampilan huruf yang ada pada aplikasi tidak akan berubah. Untuk lebih jelasnya proses pada menu belajar iqro' bisa dilihat pada gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11. Flowchart pencocokan suara pada menu belajar

Keterangan :



Proses Algoritma FFT dan DC

Pada menu aplikasi selanjutnya terdapat menu tes. Menu ini berfungsi untuk mengetahui kemampuan belajar siswa dalam mengenali serta mengucapkan huruf hijaiyah secara benar. Sehingga dalam menu ini nanti diharapkan bisa memunculkan hasil dari proses tes pembelajaran yang diharapkan bisa digunakan sebagai referensi para tenaga pendidik dalam menentukan tingkatan pembelajaran. Pada menu ini nanti peserta akan disajikan beberapa rangkaian pertanyaan. Pertanyaan tersebut merupakan gabungan antara iqro' 1, iqro 2 dan iqro'3. Akan tetapi pada menu ini akan berbeda dengan menu sebelumnya, dimana pada menu ini akan mengenali semua jenis suara meskipun kata yang diucapkan tidak sesuai dengan tampilan yang ada pada aplikasi. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.12. *Flowchart* menu tes

Keterangan :



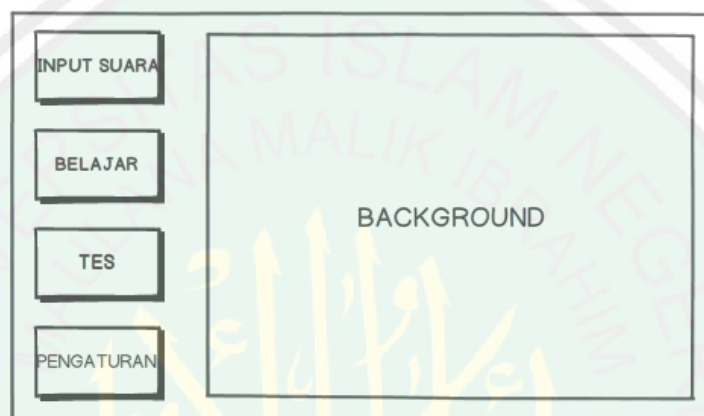
Proses Algoritma FFT dan DC

Pada gambar 3.4 dan 3.5 telah dijelaskan rangkaian proses pada aplikasi pembelajaran. Warna biru pada gambar tersebut merupakan letak pemrosesan algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Divide and Conquer*. Jadi pada mulanya suara manusia yang menghasilkan sinyal analog terlebih dahulu komputer akan mengukur amplitudo pada satuan waktu tertentu untuk menghasilkan sejumlah angka, karena suara analog ini tidak dapat langsung direpresentasikan pada komputer. Tiap satuan pengukur ini dinamakan dengan “Sampel”. Dalam pemrosesan Transformasi Fourier sinyal suara harus dibentuk dalam potongan-potongan waktu. Setelah melakukan sampling maka terbentuklah sinyal digital yang diwakili oleh beberapa digit angka untuk menentukan keakuratan. Teknik inilah yang disebut dengan kuantisasi atau proses konversi sinyal yang telah disampling menjadi sinyal digital dengan diwakili oleh sebuah nilai dengan jumlah digit tertentu. Setelah suara melalui tahap kuantisasi kemudian suara melalui proses pemberian kode untuk setiap data sinyal yang telah terkuantisasi berdasar level yang ditempati.

Kemudian *Fast Fourier Transform* akan mengubah data dari domain waktu menjadi data spektrum di domain frekuensi. Hal ini akan mempermudah pada pemrosesan sinyal suara karena domain frekuensi keras lemahnya suara tidak seberapa berpengaruh. Setelah melalui proses tersebut sinyal diskrit kemudian akan dibagi dalam beberapa sub bagian. Setelah data itu terbagi menjadi beberapa bagian maka algoritma *Divide and Conquer* akan mencari solusi dari beberapa bagian data suara tersebut kemudian dijadikan satu lagi sehingga ditemukan solusi dari permasalahan tersebut. Pada tahapan ini hasilnya berupa angka atau skor yang ditampilkan pada halaman aplikasi.

3.4 Tampilan Aplikasi

Pada rancangan tampilan halaman utama, aplikasi pembelajaran huruf hujaiyah ini memiliki empat menu utama, diantaranya menu input suara, menu belajar iqra, menu tes dan pengaturan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.13 berikut ini.



Gambar 3.13. Tampilan halaman utama

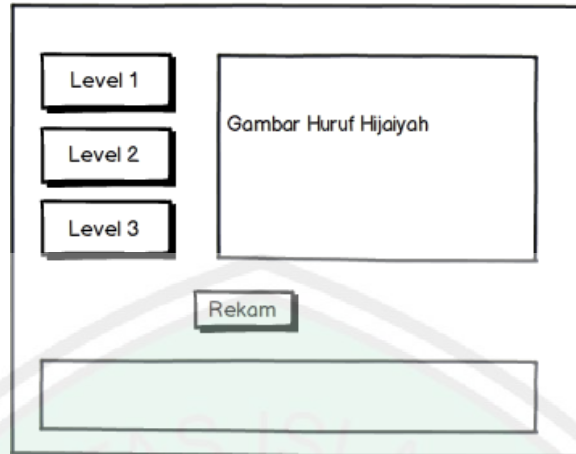
Pada menu input suara berfungsi untuk memasukkan suara baru pada *template*. Suara yang disimpan pada *template* ini nanti akan menjadi pembandingan dengan suara yang baru sehingga dari proses pembandingan dua suara tersebut akan didapatkan hasil berupa nilai. Pada menu selanjutnya berupa menu belajar iqro' yang berfungsi dalam proses pembandingan antara suara masuk dan suara yang tersimpan pada *template*. Dalam menu ini terdapat tiga level yang tiap levelnya harus diselesaikan pengguna agar dapat melanjutkan pada level selanjutnya. Menu tes merupakan menu yang hampir mirip dengan menu belajar iqro' namun yang membedakan adalah pada menu ini tidak terdapat level seperti yang terdapat pada menu belajar iqro'. Menu pengaturan merupakan menu yang digunakan untuk mengatur suara yang masuk.

Pada menu input suara ini pengguna sebelumnya harus menginputkan suara beserta gambar yang ada pada menu, sehingga nanti akan disimpan pada komputer yang kemudian akan ditampilkan pada halaman belajar iqro'. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.14 berikut ini.

Gambar 3.14. Tampilan input suara pada *template*

Pada halaman ini pengguna harus menginputkan beberapa keterangan diantaranya nama huruf hijaiyah, level serta gambar kemudian pengguna tinggal merekan suara yang ingin dimasukkan kemudian menyimpannya sebagai template suara.

Pada menu selanjutnya adalah menu belajar iqro' yang mana pada menu ini terdapat tiga level yaitu level 1, level 2, dan level 3. Untuk memainkannya pengguna harus memulainya terlebih dahulu pada level 1. Pengguna tidak bisa melanjutkan ke menu berikutnya sebelum pengguna lulus pada level 1. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.15 berikut ini



Gambar 3.15. tampilan belajar iqro

Setelah menu belajar iqro' terdapat menu tes yaitu menu yang bertujuan untuk mengukur kemampuan pengguna dalam pengucapan huruf hijaiyah. Menu ini merupakan gabungan dari level 1,2 dan 3 yang terdapat pada menu belajar iqro'. Untuk lebih jelasnya rancangan tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.16 berikut ini

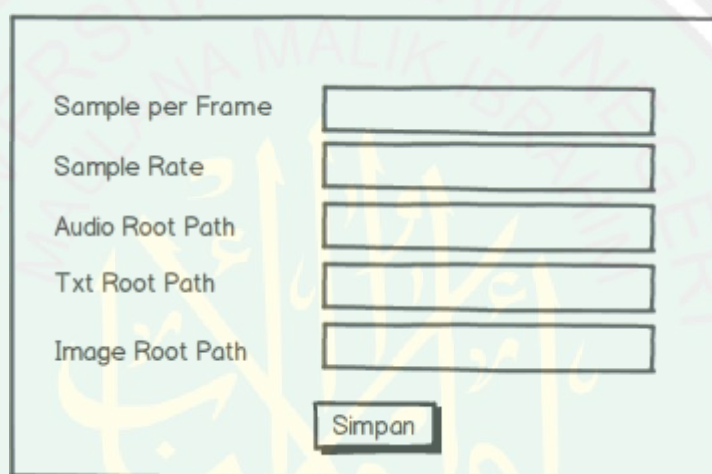


Gambar 3.16. Tampilan menu tes

Pada tampilan tes pengguna tinggal mengucapkan kata berdasarkan suara yang ditampilkan pada aplikasi. Dari tiap suara yang di inputkan sistem akan

memberikan nilai berdasarkan suara yang diucapkan yang kemudian akan diakumulasi pada akhir sehingga didapatkan nilai akhir.

Pada menu selanjutnya terdapat menu pengaturan, pada menu ini berfungsi untuk mengatur suara yang diinputkan pada template suara dan pengaturan pada ruang penyimpanan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.17 berikut ini



The image shows a screenshot of a software interface for audio settings. It features five text input fields stacked vertically, each preceded by a label: 'Sample per Frame', 'Sample Rate', 'Audio Root Path', 'Txt Root Path', and 'Image Root Path'. Below these fields is a button labeled 'Simpan' (Save). The entire interface is overlaid on a large, faint watermark of the Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang logo.

Gambar 3.17 Tampilan pengaturan suara

Pada rancangan tampilan pengaturan suara terdapat lima form yang harus diisi untuk pengaturan dalam penyimpanan suara yang dimasukkan.

- a. Sample per frame digunakan untuk melakukan pengaturan banyaknya sample pada tiap-tiap frame audio.
- b. Sample rate digunakan untuk melakukan pengaturan jumlah sample per second yang diambil dari sinyal kontinu menjadi sinyal diskrit.
- c. Audio root path digunakan untuk melakukan pengaturan path penyimpanan file audio yang menjadi acuan pencocokan file audio.

- d. Txt root path digunakan untuk melakukan pengaturan path penyimpanan file .txt yang berisi sample bit dari file audio
- e. Image root path digunakan untuk melakukan penyimpanan gambar huruf hijaiyah.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Program

Pada bab ini akan membahas tentang perancangan yang telah dibuat serta kemudian menguji apakah rancangan tersebut sudah sesuai dengan yang diharapkan. Pada implementasi penentuan level pembelajaran iqro' pada program aplikasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman java yang berbasis dekstop.

4.2 Aplikasi Huruf Hijaiyah

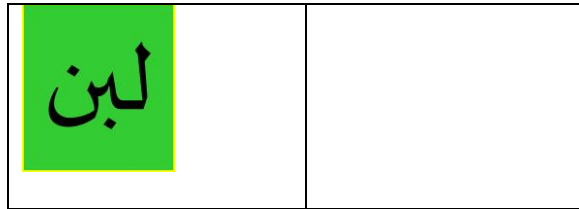
Aplikasi pengenalan huruf hijaiyah merupakan aplikasi pengolahan suara yang digunakan untuk proses pembelajaran dengan metode pencocokan suara. Aplikasi ini merupakan aplikasi pembelajaran yang berbasis suara. Dalam aplikasi ini menggunakan materi huruf hijaiyah dengan tujuan memberikan pembelajaran tentang pengenalan huruf hijaiyah. Berikut ini beberapa tampilan dan proses yang ada pada aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah

4.2.1 Materi Aplikasi

Aplikasi ini memiliki tiga level dimana tiap levelnya terdapat 5 sampai 6 huruf hijaiyah. Pada tiap level memiliki macam huruf hijaiyah yang berbeda, ada yang huruf hijaiyah tunggal maupun sambung, hal ini berdasarkan tingkatan pada levelnya.

Tabel 4.1 Materi Pembelajaran

Materi level 1	
ا	ح
ب	خ
ج	ث
Materi level 2	
ب	انا
خ	جاء
ام	قال
Level 3	
ضرب	نصر
فعل	رفع



4.2.2 Tampilan Aplikasi

Pada bagian tampilan aplikasi ini akan menjelaskan berbagai macam tampilan dan fungsi dari setiap tampilan yang ada pada aplikasi ini. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Halaman Utama

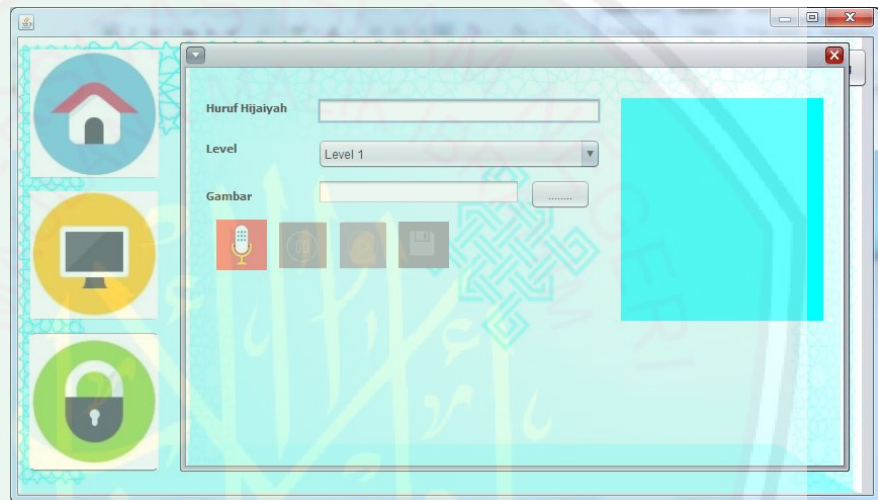
Pada halaman utama aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah akan disajikan empat menu utama, diantaranya ada menu input template, menu belajar hijaiyah, menu tes hijaiyah, menu seting. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini



Gambar 4.1 Halaman Utama

b. Menu Input Template


Halaman menu input template berfungsi untuk memasukkan data suara yang akan disimpan pada database yang kemudian data yang disimpan tersebut akan dibandingkan dengan data suara baru yang akan diucapkan pada halaman menu belajar hijaiyah dan menu tes.



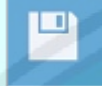


Gambar 4.2 Menu Input Template

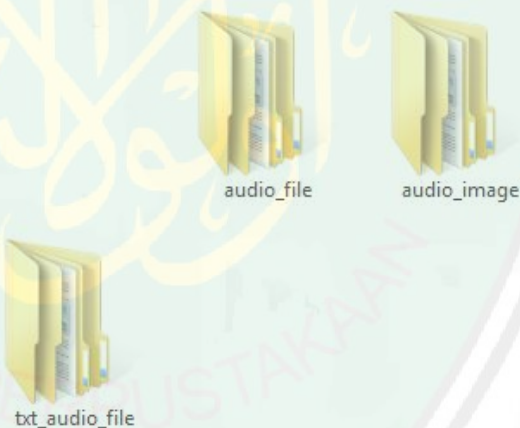
Pada tampilan menu input *template* seperti gambar 4.2 ada tiga kolom yang harus diisi. Untuk kolom huruf hijaiyah diisi sesuai dengan nama huruf hijaiyah yang akan diisi. Pada kolom level pilih level yang akan digunakan untuk menampilkan huruf hijaiyah dan kolom gambar digunakan untuk mengunggah gambar huruf hijaiyah.

Pada halaman ini terdapat juga empat *botton* yang mana tiap *botton* memiliki fungsi masing-masing, diantaranya adalah

	Tombol ini berfungsi untuk merekam suara yang akan diinputkan
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

	Tombol ini berfungsi untuk <i>mempause</i> suara yang diputar setelah direkam
	Tombol ini berfungsi untuk memutar suara yang telah direkam
	Tombol ini berfungsi untuk menyimpan suara yang telah direkam yang kemudian akan disimpan pada template yang telah dibuat

Suara yang dimasukkan akan disimpan pada folder yang telah tersedia, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 4.3 berikut ini



Gambar 4.3 Folder suara

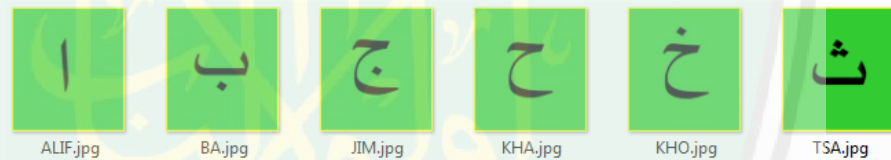
Pada gambar tersebut suara yang dimasukkan akan disimpan dalam tiga folder, yaitu `audio_file` yang berisi file suara dalam format wav, untuk `audio_image` akan menyimpan gambar huruf hijaiyah yang ditampilkan pada menu belajar dan menu tes dan `txt_audio_file` berisi frekuensi yang dirubah dalam bentuk angka.

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar-gambar berikut ini :



Gambar 4.4 File suara alif.wav

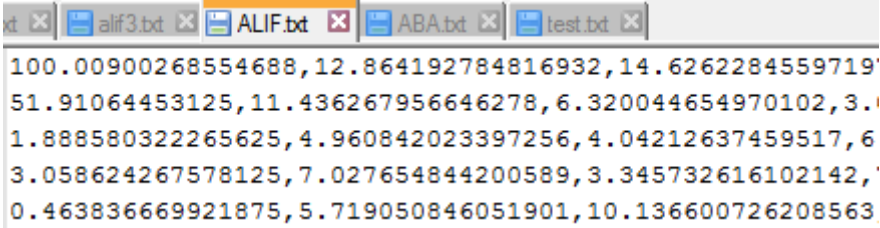
Data suara alif yang disimpan ini merupakan suara yang diucapkan ketika memasukkan suara dan file ini bisa diputar. File ini disimpan dengan intonasi nada yang berbeda-beda. Selanjutnya file yang disimpan berupa audio image, yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.5 File audio image

Pada gambar 4.5 file yang disimpan merupakan data gambar level satu yang ada pada menu belajar. Pada menu level satu terdapat enam huruf yang harus dibaca dengan benar agar bisa melanjutkan ke level dua.

File yang terakhir yaitu file angka yang merupakan konversi dari suara digitan ke bilangan angka. Deretan angka ini mempunyai panjang sebanyak 256 dan merupakan hasil implementasi dari fungsi algoritma *Fast Fourier Transform*. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini



```
100.00900268554688, 12.864192784816932, 14.6262284559719,
51.91064453125, 11.436267956646278, 6.320044654970102, 3.1
1.888580322265625, 4.960842023397256, 4.04212637459517, 6
3.058624267578125, 7.027654844200589, 3.345732616102142,
0.463836669921875, 5.719050846051901, 10.136600726208563
```

Gambar 4.6 File audio_txt hasil FFT

Kode pemrograman untuk mengubah file wav ke array adalah sebagai berikut

```
FFT fft = new FFT(1024, 44100);
int i = 0;
float[] datasample_fft;
int limit = decoder.readSamples(samples);
float[][] datasample = new float[limit][2];
while (decoder.readSamples(samples) > 0) {
    fft.forward(samples);
    datasample_fft = fft.inverse(samples);
    divide_and_conquer = new Divide_And_Conquer(datasample_fft,
datasample_fft.length);
    divide_and_conquer.dacMaxMini();
    float minimal = divide_and_conquer.getMin();
    float maximal = divide_and_conquer.getMax();
    // System.out.println("minimal : " + minimal);
    datasample[i][0] = minimal;
    datasample[i][1] = maximal;
    i++;
}
writeArrayToFile("audio/001_alif.txt", datasample);
readFromFile("audio/001_alif.txt");
```

Gambar 4.7 kode pemrograman konversi array

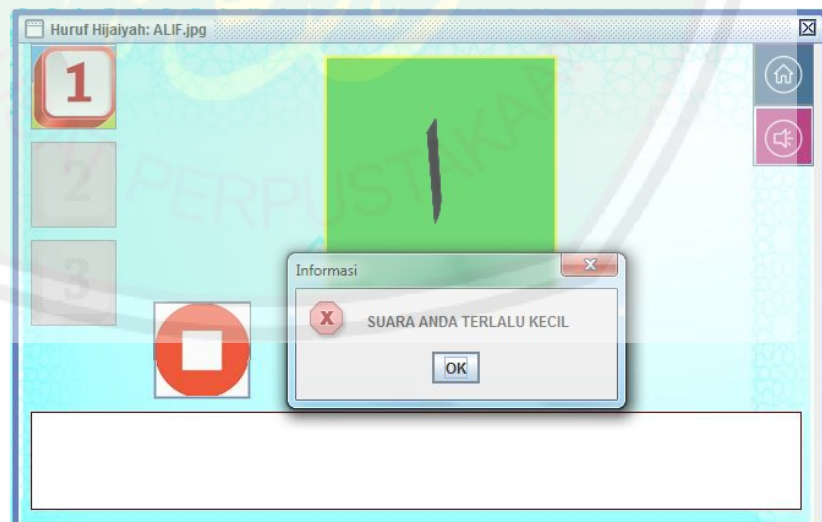
c. Menu Belajar Hijaiyah

Pada tampilan halaman belajar hijaiyah, huruf hijaiyah akan dibedakan menjadi tiga level dimana tiap level memiliki karakter huruf yang berbeda. Untuk level pertama huruf yang ditampilkan berupa huruf tunggal, sedangkan pada level kedua berupa huruf ganda dan pada level ketiga berupa huruf gandeng tiga.



Gambar 4.8 Menu Belajar Hijaiyah

Pada halaman menu belajar hijaiyah ini pengguna harus menyelesaikan tiap level sebelum kelevel berikutnya. Pada tahapan ini Fast Fourier Transform akan mengenali suara yang diucapkan. Jika suara terlalu kecil maka sistem akan memberitahukan bahwa “suara anda terlalu kecil”, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini



Gambar 4.9 Peringatan suara tidak terdeteksi

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sistem tidak mengenali suara yang kecil atau jika suara tidak dimasukkan. Pada bagian ini kode pemrogramannya adalah sebagai berikut

```

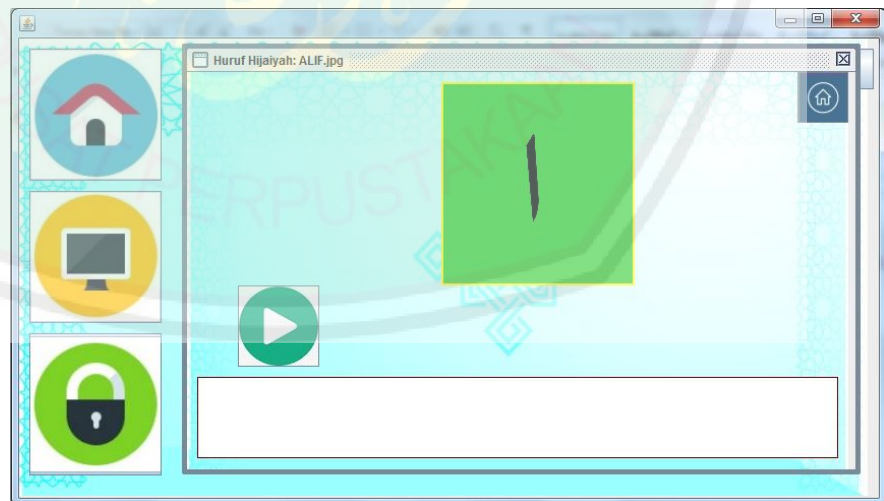
if (nilaisuara <= 0.2) {
    JOptionPane.showMessageDialog(null, "SUARA ANDA
    TERLALU KECIL", "Informasi", JOptionPane.OK_OPTION);
    return 0.0;
} else {
    File[] files =
    File_Processing.getFileinDDirectory(Constants.TXT_ROOT_AUDIO_PATH
    + level + "/" + kalimat + "/", "txt");
    List hasilskore = new ArrayList();
    double finalskore = 0.0;
    for (int i = 1; i < files.length; i++) {

```

Gambar 4.10 kode pemrograman peringatan suara tidak terdeteksi

d. Menu Tes Hijaiyah

Pada halaman menu tes hijaiyah pengguna akan disajikan huruf hijaiyah secara keseluruhan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan pengguna.



Gambar 4.11 Menu Tes Hijaiyah

Setelah pengguna melakukan tes makan akan muncul tampilan seperti gambar 4.12. Pada tampilan aplikasi akan

memberitahukan hasil tes. Untuk nilai 0-50 sistem akan memberitahukan bahwa hasil sangat kurang, nilai 51-60 hasil kurang, nilai 61-80 hasil bagus dan nilai 81-100 sangat bagus



Gambar 4.12 Hasil Tes

Untuk potongan kode pemrogramannya adalah sebagai berikut

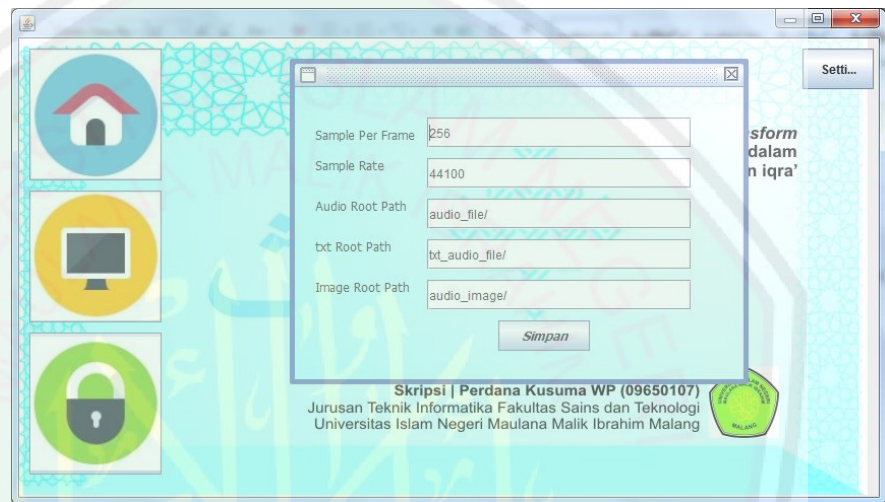
```
public double hitungSkore(int[] array) {
    int benar = 0;
    int salah = 0;
    for (int i = 0; i < array.length; i++) {
        if (array[i] == 0) {
            salah ++ ;
        } else {
            benar ++;
        }
    }

    if (array.length > 0) {
        double score = (Double.valueOf(benar) /
        Double.valueOf(array.length)) * 100;
        System.out.println("benar =" + benar + "/" + array.length + " * 100" +
        "dfffff=" + (Double.valueOf(benar) / Double.valueOf(array.length)));
        return score;
    }else{
        return 0;
    }
}
}
```

Gambar 4.13 Kode pemrograman nilai hasil pada menu tes

e. Menu Setting

Pada halaman menu *setting* berfungsi dalam pengaturan suara yang akan diinputkan sebagai data *template*. Pada menu *setting* ini tidak hanya mengatur suara saja melainkan juga gambar.



Gambar 4.14 Menu *Setting*

- a. Sample per frame digunakan untuk melakukan pengaturan banyaknya sample pada tiap-tiap frame audio.
- b. Sample rate digunakan untuk melakukan pengaturan jumlah sample per second yang diambil dari sinyal kontinu menjadi sinyal diskrit.
- c. Audio root path digunakan untuk melakukan pengaturan path penyimpanan file audio yang menjadi acuan pencocokan file audio.
- d. Txt root path digunakan untuk melakukan pengaturan path penyimpanan file .txt yang berisi sample bit dari file audio

- e. Image root path digunakan untuk melakukan penyimpanan gambar huruf hijaiyah.

4.2.3 Implementasi Algoritma

Pada bagian ini akan dijelaskan bagian-bagian *script* program yang ada pada aplikasi pembelajaran. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan seperti potongan *script* berikut ini.

```

public void run() {
    duration = 0;
    audioInputStream = null;
    AudioFormat format = formatControls.getFormat();
    DataLine.Info info = new DataLine.Info(TargetDataLine.class, format);
    if (!AudioSystem.isLineSupported(info)) {
        shutDown("Line matching " + info + " not supported.");
        return;
    }
    try {
        line = (TargetDataLine) AudioSystem.getLine(info);
        line.open(format, line.getBufferSize());
    } catch (LineUnavailableException ex) {
        shutDown("Unable to open the line: " + ex);
        return;
    } catch (SecurityException ex) {
        shutDown(ex.toString());
        // JavaSound.showInfoDialog();
        return;
    } catch (Exception ex) {
        shutDown(ex.toString());
        return;
    }
    ByteArrayOutputStream out = new ByteArrayOutputStream();
    int frameSizeInBytes = format.getFrameSize();
    int bufferLengthInFrames = line.getBufferSize() / 8;
    int bufferLengthInBytes = bufferLengthInFrames * frameSizeInBytes;
    byte[] data = new byte[bufferLengthInBytes];
    int numBytesRead;
    line.start();

    while (thread != null) {
        if ((numBytesRead = line.read(data, 0, bufferLengthInBytes)) == -1) {
            break;
        }
        double[] fromFFT = fftCaller.calculateFFT(data, 1024);
        dataFrekuensiFFT.add(fromFFT);
        out.write(data, 0, numBytesRead);
    }

    byte[] data_capture = out.toByteArray();
    line.stop();
    line.close();
}

```

```

line = null;
try {
    out.flush();
    out.close();
} catch (IOException ex) {
    reportStatus("Error on inputstream", MessageType.ERROR);
}
audioBytes = out.toByteArray();
ByteArrayInputStream bais = new ByteArrayInputStream(audioBytes);
audioInputStream = new AudioInputStream(bais, format,
audioBytes.length / frameSizeInBytes);
long milliseconds = (long) ((audioInputStream.getFrameLength() * 1000) /
format.getFrameRate());
duration = milliseconds / 1000.0;
try {
    audioInputStream.reset();
} catch (Exception ex) {
    reportStatus("Eor in resetting inputStream", MessageType.ERROR);
}
if (isDrawingRequired) {
    samplingGraph.createWaveForm(audioBytes);
}

```

Gambar 4.15 Kode pemrograman untuk konversi sinyal analog ke digital

Pada gambar 4.15 merupakan potongan kode pemrograman yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke digital. Jadi ketika kita memasukkan suara maka suara akan ditangkap oleh *microfone* yang kemudian akan direkam dan dirubah menjadi suara digital. Data suara ini akan disimpan pada folder `audio_file` yang memiliki format `wav`.

Untuk kode pemrograman penyimpanan file audionya dapat dilihat pada gambar 4.16 berikut ini

```

public void getFileNameAndSaveFile() {

    String level = level_translate(cblevel);

    int iscontinue = 3;

    String rootPathAudio = Constants.AUDIO_ROOT_PATH + level + "/" +
txname.getText();

    if (saveFileName != null && saveFileName.equalsIgnoreCase(rootPathAudio +
"/" + txname.getText())) {

        iscontinue = JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Apakah Masih Training
Huruf:" + txname.getText(), "Informasi", JOptionPane.YES_NO_OPTION);

```

```

    }

    while (saveFileName == null ||
!saveFileName.equalsIgnoreCase(Constants.AUDIO_ROOT_PATH + level + "/" +
txname.getText() + "/" + txname.getText())) {

        JoptionPane.showInputDialog(this, "Apakah Training " +
cblevel.getSelectedItem().toString() + " Huruf Hijaiyah berikut :", txname.getText());

        saveFileName = rootPathAudio + "/" + txname.getText();

    }

    wd.saveToFile(saveFileName, AudioFileFormat.Type.WAVE, audioInputStream);

    String rootTXTaudioFile = Constants.TXT_ROOT_AUDIO_PATH + level + "/" +
txname.getText();

    if (!File_Processing.isFileExist(rootTXTaudioFile + "/" + txname.getText())) {

        File_Processing.createDirectories(rootTXTaudioFile + "/" + txname.getText());

    }

    ListHandler.listWriterFile(dataFrekuensiFFT, rootTXTaudioFile + "/" +
txname.getText() );

    dataFrekuensiFFT.clear();

    if (iscontinue == 3) {

        File source = new File(txpath.getText());

        String ext = File_Processing.getFileExtension(new File(txpath.getText()));

        String rootImageaudio = Constants.IMAGE_ROOT_PATH + level;

        File destination = new File(Constants.IMAGE_ROOT_PATH + level + "/" +
txname.getText() + "." + ext);

        if (!destination.exists()) {

            destination.getParentFile().mkdirs();

        }

        destination.setReadable(true);

        destination.setWritable(true);

        if (!destination.canWrite()) {

            destination.setWritable(true);

```

```

    }
    try {
        File_Processing.doCopy(new File(txpath.getText()), destination);
    } catch (IOException ex) {
        Logger.getLogger(Training_Form.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
    }
} else if (iscontinue == 1) {
    txname.setText("");
    txpath.setText("");
}
}
}

```

Gambar 4.16 Kode pemrograman untuk menyimpan file audio hasil konversi

Dalam pembuatan aplikasi ini hal yang paling penting adalah pengimplementasian algoritma *Fast Fourier Transform* dan *Divide And Conquer*. Karena dua algoritma inilah yang mempunyai fungsi dalam pengolahan sinyal suara sehingga dapat dihasilkan outputan berupa nilai. Untuk lebih jelasnya, kode pemrograman algoritma *Fast Fourier Transform* dapat dilihat pada gambar 4.17 berikut ini

```

public class FFT {
    // compute the FFT of x[], assuming its length is a power of 2
    public static Complex[] fft(Complex[] x) {
        int N = x.length;
        // base case
        if (N == 1) return new Complex[] { x[0] };
        // radix 2 Cooley-Tukey FFT
        if (N % 2 != 0) {
            throw new RuntimeException("N is not a power of 2");

```

```

}
// fft of even terms
Complex[] even = new Complex[N/2];
for (int k = 0; k < N/2; k++) {
    even[k] = x[2*k];
}
Complex[] q = fft(even);
// fft of odd terms
Complex[] odd = even; // reuse the array
for (int k = 0; k < N/2; k++) {
    odd[k] = x[2*k + 1];
}
Complex[] r = fft(odd);
// combine
Complex[] y = new Complex[N];
for (int k = 0; k < N/2; k++) {
    double kth = -2 * k * Math.PI / N;
    Complex wk = new Complex(Math.cos(kth), Math.sin(kth));
    y[k] = q[k].plus(wk.times(r[k]));
    y[k + N/2] = q[k].minus(wk.times(r[k]));
}
return y;
}

```

Gambar 4.17 Kode pemrograman *Fast Fourier Transform*

Sedangkan untuk kode pemrograman algoritma Divide And Conquer dapat dijelaskan pada gambar 4.18 berikut ini

```

private static int binarySearch0(double[] a, int fromIndex, int toIndex, double key) {
    int low = fromIndex;
    int high = toIndex - 1;

```

```

while (low <= high) {
    int mid = (low + high) >>> 1;
    double midVal = a[mid];
    if (midVal < key) {
        low = mid + 1; // Neither val is NaN, thisVal is smaller
    } else if (midVal > key) {
        high = mid - 1; // Neither val is NaN, thisVal is larger
    } else {
        long midBits = Double.doubleToLongBits(midVal);
        long keyBits = Double.doubleToLongBits(key);
        if (midBits == keyBits) // Values are equal
        {
            return mid; // Key found
        } else if (midBits < keyBits) // (-0.0, 0.0) or (!NaN, NaN)
        {
            low = mid + 1;
        } else // (0.0, -0.0) or (NaN, !NaN)
        {
            high = mid - 1;
        }
    }
}
return (int) Math.signum(-(low + 1)); // key not found.
}

public static void main(String [] args){
    DivideAndConquer div=new DivideAndConquer();
    double [] tes={0.5, 0.6, 0.7};
    int a=DivideAndConquer.binarySearch(tes, 0.6);
    System.out.println(a);
}

```

Gambar 4.18 kode pemrograman Divide and Conquer

4.3 Hasil Pengujian Progam

Pada pengujian aplikasi, penguji akan menguji tiap bagian dari aplikasi yang akan diuji oleh beberapa audien. Pada pengujian ini ada dua tahap yaitu pengujian pada menu belajar dan pengujian pada menu tes. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 berikut ini

Tabel 4.2. Tabel Pengujian Menu Belajar Iqro

Orang ke..	Hasil Pengujian			Pendapat Ahli			Keterangan
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	
1	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
2	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
3	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
4	Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
5	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai
6	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
7	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
8	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai
9	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
10	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
11	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
12	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
13	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
14	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Sesuai	Tidak Sesuai	Tidak sesuai

15	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sudah benar
----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------------

Dari tabel 4.7 terlihat bahwa setelah audien mencoba 60% hasil sudah benar dan sudah sesuai. Hanya terdapat tiga orang yang tidak sesuai. Pada pengujian tersebut audien mencoba pada menu aplikasi belajar iqro’.

Tabel 4.3. Tabel Pengujian Tes Iqro

Orang ke...	Hasil Pengujian	Pendapat Ahli	Keterangan
1	Level 2 berhasil, level 1 dan 3 gagal	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
2	Level 2 berhasil, level 1 dan 3 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
3	Level 1 berhasil, level 2 dan 3 gagal	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
4	Level 1 dan 2 berhasil, level 3 gagal	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
5	Level 2 berhasil, level 1 dan 3 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
6	Gagal semua	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
7	Level 2 dan 3 berhasil Level 1 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
8	Level 2 dan 3 berhasil Level 1 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
9	Level 3 berhasil, level 1 dan 2 gagal	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
10	Gagal semua	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal
11	Gagal semua	Tidak sesuai	Suara belum terdeteksi sistem secara maksimal

12	Level 2 berhasil, level 1 dan 3 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
13	Level 1 dan 2 berhasil, level 3 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi
14	Level 1,2 dan 3 berhasil	Sesuai	Sudah terdeteksi
15	Level 1 berhasil, level 2 dan 3 gagal	Sesuai	Sudah terdeteksi

Pada tabel 4.2 merupakan hasil pengujian dari menu tes iqro'. Pertama-tama audien mencoba aplikasi tiap huruf dengan didampingi ustad. Setelah muncul hasil dari sistem maka ustad akan membandingkan antara hasil sistem dengan manual. Dari hasil tersebut maka akan diketahui keakuratannya. Pada tabel 4.3 terdapat 15 audien dan setelah pengujian 40% sesuai dengan hasil manual dari ustad.

4.4 Kajian Sains dan Agama

Aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis dekstop, merupakan sebuah aplikasi yang menerapkan model pembelajaran tentang pengenalan huruf hijaiyah dengan memadukan teknologi. Huruf hijaiyah sendiri merupakan langkah dasar agar seseorang mampu belajar mengaji dan memahami makna ayat suci Al-Qur'an. Sebagai pemeluk agama Islam sudah tentu menjadi kewajiban bagi kita untuk bisa membaca sekaligus memahami kandungan makna yang ada pada ayat suci Al-Qur'an agar kita tidak termasuk orang-orang yang merugi. Seperti firman Allah SWT berikut ini :

الَّذِينَ آتَيْنَاهُمُ الْكِتَابَ يَتْلُونَهُ حَقَّ تِلَاوَتِهِ أُولَٰئِكَ يُؤْمِنُونَ بِهِ وَمَنْ يَكْفُرْ بِهِ فَأُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ

Artinya : *Orang-orang yang telah Kami berikan Al Kitab kepadanya, mereka membacanya dengan bacaan yang sebenarnya , mereka itu beriman*

kepadanya. Dan barangsiapa yang ingkar kepadanya, maka mereka itulah orang-orang yang rugi.(Qs 2 :121)

Pada ayat tersebut dapat dijelaskan bahwa para ahli kitab itu membaca dengan bacaan yang benar dan memahaminya dengan sepenuh hati, tidak menakwilkan atau menafsirkan menurut keinginan mereka sendiri, tidak menambah, mengurangi atau merubah.

Pada saat ini perkembangan teknologi sudah sangat maju itu terbukti dengan munculnya berbagai macam model teknologi. Tentu hal ini sangat menguntungkan jika dimanfaatkan dengan benar, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi pada media pembelajaran. Media pembelajaran dengan pemanfaatan teknologi terbukti ampuh menarik minat belajar siswa karena model bisa berubah-ubah dan tidak monoton seperti pembelajaran manual. Dalam hal ini pembelajaran huruf hijaiyah dikemas dengan memanfaatkan teknologi berbasis dekstop. Diharapkan minat belajar khususnya dalam mempelajari huruf hijaiyah dapat meningkat. Seperti dijelaskan pada ayat berikut :

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

Artinya : *'Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu*

dan orang-orang yang berilmu ke dalam beberapa derajat' (QS Al-Mujadallah:

11)

Pada ayat tersebut dapat diambil makna, bahwa Allah SWT akan mengangkat hamba-hambanya yang beriman dan berilmu beberapa derajat dibanding orang

yang tidak berilmu ataupun tidak beriman. Tentu ayat tersebut bisa menjadi motivasi bagi kita agar lebih giat dalam menuntut ilmu. Selain itu terdapat juga hadits sebagai berikut :

اقْرءُوا الْقُرْآنَ فَإِنَّهُ يَأْتِي يَوْمَ الْقِيَامَةِ شَفِيعًا لِأَصْحَابِهِ

Artinya : “Bacalah oleh kalian Al-Qur`an. Karena ia (Al-Qur`an) akan datang pada Hari Kiamat kelak sebagai pemberi syafa`at bagi orang-orang yang rajin membacanya.” [HR. Muslim 804]

Sungguh tidak ada ruginya bagi seseorang yang mau menuntut ilmu dan belajar dalam kebaikan khususnya dalam hal mempelajari ayat-ayat suci Al-Quran. Seperti ayat dan hadits tersebut selain kita mendapat pahala dan diangkat derajat kita pahala dari kita membaca Al-qur`an juga bisa memberi syafa`at bagi kita di akhirat kelak. Semoga dengan adanya aplikasi pembelajaran huruf hijaiyah berbasis mobile ini minat dalam mempelajari Al-Qur`an bisa lebih meningkat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peneliti berhasil membuat sebuah aplikasi berbasis suara untuk membantu proses belajar siswa dalam pengenalan huruf hijaiyah berbasis dekstop. Aplikasi ini mengimplementasikan algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Devide And Conquer* dalam proses pengenalan suara. Aplikasi ini sudah bisa mengenali suara yang diucapkan hal ini terbukti dengan munculnya nilai sebagai hasil *output* dari suara yang diucapkan.

Akan tetapi pada proses pengimplementasian algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Devide And Conquer* masih belum bekerja secara maksimal, hal ini bisa dilihat berdasarkan tabel uji coba. Berdasarkan 15 audien yang mencoba, pada menu belajar diperoleh tingkat kebenaran mencapai 60% benar dan 40% salah. Sedangkan pada menu tes tingkat kebenaran masih rendah yaitu 40% benar dan 60% salah.

5.2 Saran

Masih banyak kekurangan dalam aplikasi pembelajaran ini. Adanya kekurangan yang ada dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan aplikasi selanjutnya. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal untuk bahan pengembangan selanjutnya, diantaranya:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan ke metode yang lain, misalkan *Linear Predictive Coding*.
2. Penggunaan algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Divide And Conquer* pada aplikasi ini masih belum maksimal, diharapkan pada pengembangan selanjutnya akan lebih maksimal.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan pada aplikasi *mobile* agar cara belajar lebih cepat dan dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun.
4. Mengembangkan aplikasi ini dengan tampilan yang lebih menarik, agar pengguna lebih tertarik untuk menggunakan aplikasi ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Shalih bin Abdul Aziz Alu, Syaikh Shalih. *Tafsir Al-Muyassar*. Saudi Arabia : Pustaka An Naba.
- Bukhori, Imam. *Shahih Al Bukhori*. Kairo Mesir : Dar al Hadits
- Arsyad, Azhar. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Melissa, Gressia. 2013. *Pencocokan Pola Suara (Speech Recognition) Dengan Algoritma FFT dan Divide And Conquer*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Nurlaily. 2009. *Pencocokan Pola Suara Dengan Algoritma FFT dan DC*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Daryanto. 2011. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta : Gava Media.
- Begam, M. Muda, L dan Elamvazuthi, L. 2010. *Voice Recognition Algorithms using Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) and Dynamic Time Warping (DTW) Techniques*
- Asy'ari, Abdullah. 1987. *Pelajaran Tajwid*. Surabaya : Apollo Lestari.
- Humam, As'ad. 2000. *Buku Iqro'*. Yogyakarta : Balai Litbang LPTQ Nasional Yogyakarta.
- Cooley, J, W dan Tukey, J, W. 1965. *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*. Mathematics of Computation, 19:297.301, 1965
- Edelsbruner, H. 2008. *Design and Analysis Of Algorithms*. Duke University USA
- Hapsari, J, Putri. 2008. *Aplikasi Pengenalan Pola Suara dalam Pengaksesan Sistem Informasi Akademik*. Universitas Diponegoro Semarang
- Ichwan, M dan Hakiky, Fifi. 2011. *Pengukuran Kinerja Goodreads Application Programming Interface (API) Pada Aplikasi Mobile Android*. Jurnal Informatika No.2 , Vol. 2, Mei – Agustus 2011
- Zuliana, Choliz. 2007. *Aplikasi Multimedia Pembelajaran Iqro' Sebagai Sarana Mempelajari Huruf Al-Quran*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan : Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Furui, S., 2001, *Digital Speech Processing, Synthesis and Recognition*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Picone, J., 1996, *Fundamentals Of Speech Recognition, A Short Course*, Institute for Signal and Information Processing Department of Electrical and Computer Engineering Mississippi State University, Mississippi.

Rabiner, L., Juang, B.H., 1993, Fundamental of Speech Recognition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

