

SKRIPSI
PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN SUARA BACAAN
AL QUR'AN MENGGUNAKAN METODE MFCC
(Studi Kasus : Surat Al Fatihah)



Disusun oleh :

FAIZAL DWI JUNIARTA

16.0504.0127

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S1
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG

FEBRUARI, 2022

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Al-Qur'an merupakan pedoman bagi seorang muslim dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Al-Qur'an diturunkan oleh Allah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai salah satu mukjizat yang paling berpengaruh dalam kehidupan manusia. Al-Qur'an sudah dibaca oleh jutaan umat manusia baik itu orang dewasa, remaja dan anak-anak. Huruf yang dipakai di dalam Al-Qur'an adalah huruf Hijaiyah. Ilmu membaca Al-Qur'an sudah diajarkan kepada setiap muslim semenjak dari usia dini. Al-Qur'an sendiri memiliki aturan tata cara dalam membacanya, bagaimana bacaan yang dipendekkan, dipanjangkan, dipertebal atau diperhalus ucapannya, dimana tempat yang terlarang atau boleh berhenti, harus memulai dan berhenti, bahkan diatur lagu dan iramanya. (Naning J, 2020).

Surah Al-Fatihah merupakan satu-satunya surah yang dipandang penting dalam salat. Salat dianggap tidak sah apabila pembacanya tidak membaca surah ini. (HR. Bukhari, Muslim, Abu Awanah, dan Baihaqi. Baca Irwa' Hadits no. 302). Dalam hadits dinyatakan bahwa salat yang tidak disertai al-Fatihah adalah salat yang "buntung" dan "tidak sempurna". (HR. Muslim dan Abu 'Awanah). Surah al-fatihah merupakan surah pembuka dalam al-quran. Surah ini diturunkan dimekkah yang terdiri dari 7 ayat dan surah pertama yang dibaca seseorang dalam setiap rakaat shalat. Surah ini memiliki banyak nama diantaranya Ummul-Kitab (Induk Kitab) atau Ummul-Quran (Induk Quran) yang merupakan induk dari semua Al-quran.

Orang yang membaca Al-Qur'an umumnya akan merujuk kepada seorang guru yang ahli dalam makhraj dan tajwid bacaan AlQur'an yang disebut ustadz. Seorang ustadz akan mengamati setiap bacaan surat yang sedang dibaca, kemudian mengingatkan kembali hukum yang tepat apabila terjadi kesalahan dalam pembacaan. Permasalahan yang dihadapi oleh sebagian orang termasuk para anak - anak yaitu masih banyaknya anak - anak yang belum bisa menghafal dan membaca dengan benar tentang bacaan surat al fatihah dengan kata lain masih banyak terdapat

kesalahan dalam melafalkan bunyi bacaan surat al fatihah berdasarkan Makhoriijul hurufnya. Sehingga apabila terjadi kesalahan dalam membaca surat al fatihah dapat berimplikasi terdapat perbedaan makna, tafsiran dan kandungan hukum di dalamnya. Dan permasalahan yang dihadapi oleh para pengajar yaitu dalam melakukan pengecekan bacaan surat al fatihah pada anak, guru masih merasa sulit karena, anak - anak dalam membaca makhraj huruf di dalam surat al fatihah, suara yang dilafalkan sangat kecil dan kurang jelas sehingga membuat para guru dalam melakukan pengecekan lafal bacaan tersebut jadi kurang teliti.

Dari permasalahan diatas, solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan dibutuhkannya sebuah sistem yang digunakan untuk mendengarkan bacaan sekaligus mengenalkan atau menilai apabila terdapat kesalahan dalam membaca bacaan surat al fatihah tersebut dan di dalam penelitian ini, penulis mengembangkan sistem yang menggunakan kombinasi data surat Al-Fatihah latih sebagai input data untuk mendapatkan pola bacaan yang sesuai dengan membandingkan input data surat Al-fatihah uji. data hasil uji nantinya akan mendapatkan hasil berupa nilai sehingga pengguna dapat dengan mudah membaca, memahami serta mengecek bacaan surat al fatihah tersebut.

Di sisi lain, perkembangan teknologi informasi terus melaju pesat. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan telah memberi dampak yang sangat besar dalam kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang dikembangkan saat ini yaitu pengenalan fisik berupa suara. Pengenalan suara merupakan proses perubahan kata yang diucapkan manusia lalu dimasukkan ke sebuah sistem, lalu sistem akan mengidentifikasi kata yang diucapkan dan melakukan perintah.

Untuk mendapatkan opsi untuk melihat suara ke dalam sistem, langkah awal yang harus dilakukan adalah melakukan ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri digunakan untuk mengubah vektor suara yang muncul karena digitalisasi yang memiliki vektor besar menjadi vektor komponen tanpa kehilangan kualitas suara. Ada banyak metode ekstraksi ciri untuk pengenalan suara. Salah satunya adalah memanfaatkan metode MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficient*).

MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficients*) merupakan salah satu metode yang umumnya digunakan dalam bidang teknologi pengenalan suara, baik

pengakuan pembicara maupun pengakuan suara. Teknik ini digunakan untuk melakukan ekstraksi ciri, suatu interaksi yang mengubah sinyal suara menjadi beberapa parameter (Manunggal, H, 2005).

Penentuan metode *Mel Frequency Cepstrum Coefficient* ditentukan oleh penelitian sebelumnya yang diarahkan oleh (Riyanto dan Sutejo, 2014) dalam kaitannya dengan perbandingan metode Ekstraksi ciri suara MFCC, PS-ZCPA, dan LPC. Berdasarkan pengujian ini, hasil menunjukkan bahwa MFCC adalah metode ekstraksi ciri tercepat sekitar 0,092 detik dibandingkan dengan metode ekstraksi ciri lainnya dan menghasilkan kecepatan akurasi yang paling penting sekitar 85,3%.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya dan dengan memanfaatkan metode MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficient*) sebagai ekstraksi ciri suara, maka akan dibangun sebuah sistem pengenalan suara untuk bacaan surat al fatihah yang akan dituangkan pada penelitian ini dengan judul “Perancangan Sistem Pengenalan Suara Bacaan Al Qur’an Menggunakan Metode MFCC (Studi Kasus : Surat Al Fatihah)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana merancang sistem untuk mengukur pengenalan suara bacaan Al Qur’an surat Al Fatihah dengan metode MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficient*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian yang akan dicapai adalah :

Merancang sistem untuk mengukur pengenalan suara bacaan Al Qur’an surat Al Fatihah dengan metode MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficient*).

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah disebutkan di atas, maka hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menerapkan metode MFCC(*Mel Frequency Cepstrum Coefficient*) untuk membantu dalam pengenalan suara bacaan surat Al Fatihah.
2. Memberikan sarana penyampaian informasi yang sesuai dalam membaca surat Al Fatihah.
3. Membantu dalam melakukan pengecekan suara bacaan surat Al Fatihah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Yang Relevan.

Penelitian yang dilakukan oleh Ersya Triansyah, Youllia Indrawaty N (2017), judul “Implementasi Metode *Pattern Recognition* Untuk Pengenalan Ucapan Huruf Hijaiyyah”, menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Pattern recognition*. Untuk mendapatkan fitur-fitur sinyal suara, diperlukan metode untuk mengekstraksi sinyal suara sehingga fitur-fitur sinyal suara yang dibutuhkan terpenuhi. MFCC (*Mel Frequency Cepstral Coefficients*). Koefisien *cepstral* sinyal suara dari hasil ekstraksi tersebut, kemudian dilakukan perbandingan kesesuaian antara suara uji dan suara referensi. DTW (*Dynamic Time Warping*) salah satu algoritma untuk dapat melakukan perbandingan koefisien tersebut. Dalam kasus pengenalan ucapan huruf hijaiyyah umumnya dilakukan secara talaqqi (belajar intensif) antar seorang guru dengan murid, penilaian yang dilakukan bersifat subjektif. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan, dari 6 orang yang diuji melakukan pengucapan 29 huruf 3 tanda baca dan pengulang sebanyak 5 kali menghasilkan persentase kecocokan suara mencapai di atas 90 %, nilai threshold 1,3.

Penelitian yang dilakukan oleh Prabhawa, dkk. (2019), judul “Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Pupuh Bali Menggunakan Metode *Mel Frequency Cepstral Coefficients*”. Menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan metode MFCC (*Mel - Frequency Cepstral Coefficients*) sebagai Ekstraksi ciri. Penelitian ini membahas tentang pengecekan suara tentang pengenalan pupuh bali yaitu pupuh Ginada, pupuh Ginanti, dan pupuh Maskumambang. Hasil dari penelitian ini adalah Rancang bangun sistem pupuh Bali sudah dapat mengenali pupuh Bali sesuai dengan pengujian yang dilakukan dan dapat berjalan dengan baik pada *platform* Android. Pada pengujian akurasi sistem didapatkan hasil pupuh Ginada memiliki akurasi sebesar 76.67%, pupuh Ginanti memiliki akurasi 78,33% dan pupuh Maskumambang memiliki akurasi sebesar 94%.

Penelitian yang dilakukan oleh Indrawaty, dkk (2019), judul “Ekstraksi Ciri Pelafalan Huruf Hijaiyyah Dengan Metode *Mel - Frequency Cepstral Coefficients*”. Menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan metode MFCC (*Mel - Frequency Cepstral Coefficients*). Metode ini digunakan untuk melakukan *feature extraction*. MFCC membantu untuk mengetahui nilai *cepstral* pada suara dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sistem untuk mengetahui nilai ekstraksi ciri dari setiap huruf hijaiyyah dengan menggunakan metode MFCC sebagai ekstraksi suara. Ruang lingkup penelitian yang dibuat meliputi Huruf hijaiyyah yang dibahas sebanyak 28 huruf dengan tanda baca fathah, Pelafalan huruf hijaiyyah dilakukan oleh orang dewasa, Durasi pengucapan selama 2 detik, Frekuensi sampling standar 44100Hz, Jenis suara yang digunakan mono. hasil pengujian dengan menggunakan metode *Mel Frequency Cepstral Coefficients* sistem dapat merubah sinyal suara menjadi nilai cepstral . Dari semua huruf hijaiyyah (a sampai ya) yang diucapkan memiliki nilai ekstraksi ciri yang berbeda.

Penelitian yang dilakukan oleh Amalia N. (2017), judul “Aplikasi Pengenalan Ucapan Huruf Hijaiyah Berbasis Android untuk *Refreshable Braille Display* Menggunakan *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients* dan *Neural Network*”. Menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan metode MFCC (*Mel - Frequency Cepstral Coefficients*) sebagai Ekstraksi ciri.dan *Neural Network* Penelitian ini membahas tentang pengenalan suara tentang huruf hijaiyah berbasis android untuk para *Refreshable Braille Display*. Hasil dari penelitian ini adalah Metode *Mel Frequency Cepstral Coefficient* dan *Back Propagation Neural Network* berhasil digunakan untuk pengenalan ucapan Huruf Hijaiyah dengan rata-rata akurasi untuk data laki-laki dan perempuan masing-masing sebesar 97.93% dan 93.10%. *Back Propagation Neural Network* memberikan hasil yang optimal dengan jumlah neuron sebanyak 30. Perubahan parameter *learning rate* tidak memberikan perubahan pada akurasi. Proses klasifikasi akan berlangsung lebih akurat jika data dibedakan berdasar gender. Pada data laki-laki akurasi mencapai 97.93% dan pada data perempuan mencapai

93.10%. Jika data digabungkan, akurasi menjadi menurun pada angka 90.34%.

Penelitian yang dilakukan oleh Hendry, dkk. (2017), judul “Sistem Deteksi Ketepatan Pembacaan Surah Al-Kautsar Berbasis Kata Menggunakan *Mel Frequency Cepstrum Coefficient* (MFCC) dan *Cosine Similarity*”. Menyatakan bahwa dalam melakukan penelitian ini, peneliti menggunakan metode MFCC (*Mel - Frequency Cepstral Coefficients*) sebagai Ekstraksi ciri.dan *Cosine Similarity* sebagai penghitungan jarak. Penelitian ini membahas tentang pendeteksian ketepatan dalam membaca ayat di surat Al-Kautsar . Hasil dari penelitian ini adalah Sistem deteksi ketepatan pembacaan surat Al-Kautsar menggunakan teknik pemotongan kata, ekstraksi ciri MFCC, dan penghitungan jarak *cosine similarity* bekerja dengan sangat baik dengan nilai *recall* untuk data uji berupa 300 kata adalah 100 % dan *precision* sebesar 99,65 %. Dalam keseluruhan pembacaan, sistem mempunyai *precision* dan *recall* bacaan sebesar 100 % dan 93,75 %.

Berdasarkan penelitian yang relevan diatas dapat disimpulkan bahwa kelima penelitian tersebut menggunakan sistem pengenalan suara dengan metode MFCC(*Mel-Frequency Cepstrum Coefficients*) dalam menyelesaikan permasalahan yang dialami. Mengacu pada penelitian diatas, penelitian yang akan dilakukan dalam proses ini, penyelesaian masalahnya juga menggunakan sistem pengenalan suara dengan metode MFCC(*Mel-Frequency Cepstrum Coefficients*). Hal itu dikarenakan metode MFCC(*Mel-Frequency Cepstrum Coefficients*) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam bidang speech technology, baik speaker recognition maupun speech recognition. Sistem pengenalan suara dengan metode MFCC(*Mel - Frequency Cepstrum Coefficients*) menawarkan kemudahan menjembatani informasi tanpa mempermasalahkan perbedaan teknologi yang digunakan oleh masing - masing sumber. Oleh karena itu penelitian ini nantinya juga akan lebih difokuskan kepada kinerja sistem dan tingkat akurasi dari pengujian sistem tersebut.

2.2 Penjelasan Secara Teoritis Variabel Penelitian.

2.2.1 Surat Al Fatihah

1. Pengertian Surat Al Fatihah

Surat al-Fatihah adalah surat pertama yang tercantum di dalam Alquran. Al Fatihah juga merupakan surat yang digunakan dalam setiap shalat baik wajib maupun sunnat. Secara umum juga dipahami bahwa al-Fatihah adalah induknya Alquran, dengan bahasa lain disebut Ummul Qur'an (Andy, S, 2019).

2. Bacaan Surat Al Fatihah

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

[1] bismillāhir-rahmānir-rahīm

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih, Maha Penyayang.

اَلْحَمْدُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعٰلَمِیْنَ

[2] al-ḥamdu lillāhi rabbil-'ālamīn

Segala puji bagi Allah, Tuhan seluruh alam,

الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

[3] ar-rahmānir-rahīm

Yang Maha Pengasih, Maha Penyayang,

مَلِكِ یَوْمِ الدِّیْنِ

[4] māliki yaumid-dīn

Pemilik hari pembalasan.

اِیَّاكَ نَعْبُدُ وَاِیَّاكَ نَسْتَعِیْنِ

[5] iyyāka na'budu wa iyyāka nasta'in

Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami mohon pertolongan.

اِهْدِنَا الصِّرَاطَ الْمُسْتَقِیْمَ

[6] ihdinaṣ-ṣirāṭal-mustaqīm

Tunjukilah kami jalan yang lurus,

صِرَاطَ الَّذِينَ أَنْعَمْتَ عَلَيْهِمْ ۗ غَيْرِ الْمَغْضُوبِ عَلَيْهِمْ وَلَا الضَّالِّينَ

[7] *ṣirāṭallaḏīna an'amta 'alaihim gairil-magḏubi 'alaihim wa laḏ-dāllīn*

(yaitu) jalan orang-orang yang telah Engkau beri nikmat kepadanya; bukan (jalan) mereka yang dimurkai, dan bukan (pula jalan) mereka yang sesat.

3. Kandungan Surah Al Fatihah

Isi kandungan surah al-fatihah meliputi :

a. Ayat pertama dan ketiga

Menyakini Allah dengan segala sifat keutamaannya.

b. Ayat kedua

Menyakini bahwa Allah telah mencurahkan kasih sayang-Nya dan menciptakan serta mengatur alam semesta. Karena Allah adalah Sang Penguasa alam.

c. Ayat keempat

Menyakini bahwa hanya Allah yang mengetahui dan menentukan hari akhir.

d. Ayat kelima

Meyakini bahwa tidak ada Dzat lain yang patut disembah dan dimintai pertolongan kecuali Allah SWT. Sehingga ayat ini berisi tentang keikhlasan, kepasrahan dan totalitas.

e. Ayat keenam dan ketujuh

Hendaknya manusia hidup dengan mematuhi segala perintahNya dan menjauhi segala laranganNya agar Allah selalu menunjukkan umatNya ke jalan yang benar dan mudah.

2.2.2. Pengenalan Suara (*Voice Recognition*)

Voice Recognition adalah suatu sistem untuk mengidentifikasi seseorang dengan mengenali suara dari orang tersebut. *Voice recognition* adalah suatu teknik yang memungkinkan sistem komputer untuk menerima *input* berupa kata yang diucapkan. Huruf tersebut

nantinya diubah menjadi sinyal digital dengan mengubah gelombang suara menjadi kumpulan angka lalu disesuaikan dengan kode-kode tertentu. (Setiawan, Hidayatno, & Isnanto, 2011).

a. Skema Utama *Speech Recognition*

Terdapat 4 langkah utama dalam pengenalan suara :

- 1) Penerimaan data input
- 2) Ekstraksi, yaitu untuk mengkonversi sinyal suara menjadi beberapa jenis representasi parametrik (pada tingkat informasi yang jauh lebih rendah).
- 3) Perbandingan/pencocokan, yaitu tahap pencocokan data baru dengan data suara (pencocokan tata bahasa) pada template.
- 4) Validasi identitas pengguna

2.2.3 MFCC (*Mel-Frequency Cepstrum Coefficients*)

MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficients*) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam bidang *speech technology*, baik *speaker recognition* maupun *speech recognition*. Metode ini digunakan untuk melakukan *feature extraction*, sebuah proses yang mengkonversikan sinyal suara menjadi beberapa parameter. (Manunggal, H, 2005)

Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) dapat digunakan sebagai vektor ciri yang baik untuk merepresentasikan suara manusia dan sinyal musik. Lebih khusus lagi, MFCC telah terbukti bermanfaat untuk pengenalan suara. MFCC merupakan ekstraksi ciri yang menghasilkan fitur berupa parameter *cepstral coefficient*. Selain itu MFCC menghasilkan fitur vektor yang mengonversi sinyal suara menjadi beberapa vektor untuk pengenalan fitur suara (Putra, dkk., 2011).

Analisis suara pada *Mel-Frequency* didasarkan pada persepsi pendengaran manusia, karena telinga manusia telah diamati dapat berfungsi sebagai filter pada frekuensi tertentu. Filter-filter tersebut memiliki jarak yang tidak seragam pada sumbu frekuensi, yaitu

banyak filter pada daerah frekuensi rendah dan sedikit pada daerah frekuensi tinggi. Hal tersebut dikarenakan oleh sensitifitas pendengaran manusia yang tidak merata. MFCC dapat digunakan untuk mengekstrak data sinyal suara sehingga bisa didapatkan ciri yang terdapat pada data sinyal suara tersebut.

Beberapa keunggulan dari MFCC antara lain (Wicaksono, Sukmawati, Adhy, & Sutikno. 2014):

- 1) Mampu untuk menangkap karakteristik suara yang sangat penting bagi pengantar suara atau dengan kata lain dapat menangkap informasi-informasi penting yang terkandung dalam sinyal suara.
- 2) Menghasilkan data seminimal mungkin tanpa menghilangkan informasi penting yang ada di dalam sinyal.
- 3) Mereplikasi organ pendengaran suara manusia dalam melakukan persepsi terhadap sinyal mengenal sinyal suara.

Ekstraksi ciri dengan menggunakan MFCC diperlukan parameter-parameter dan *function* untuk menghasilkan bentuk pola suara seseorang, parameter yang digunakan berdasarkan pengujian atau percobaan-percobaan sehingga bisa mendapatkan ekstraksi ciri. Beberapa parameter yang dapat digunakan terlihat seperti berikut:

1) *Sample rate*

Sample rate adalah banyaknya jumlah sample(bentuk Frekuensi) yang di ambil dalam satuan waktu (detik) dari signal yang diterima dalam bentuk terus-menerus (*Continuous Signal*) menjadi signal yang terpisah (*Discrete Signal*), atau dalam bahasa sederhana adalah batas frekuensi yang dapat dikirim perdetiknya.(ahmad,2014).

2) Nilai FFT

Untuk mendapatkan sinyal dalam domain frekuensi. Setelah didapatkan sinyal dalam domain frekuensi, maka dihitung jumlah magnitude spektrum dari data yang merupakan nilai absolut dari hasil tersebut.

3) Batasan frekuensi

Batasan frekuensi digunakan untuk mengatur jumlah batasan tertinggi dan batasan terendah dalam frekuensi suara dengan satuan (Hz).

4) koefisien cepstral

merupakan jumlah yang digunakan untuk konversi *log mel cepstral* kedalam domain waktu. Untuk mengubah *log mel spectrum* kedalam domain waktu, maka diperlukan jumlah koefisien cepstral.

2.2.4 *K-Nearest Neighbor* (KNN)

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan salah satu algoritma pengklasifikasian untuk mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan K tetangga (*neighbor*) terdekatnya dalam data pelatihan (Herbana, 2014). Beberapa metode pengukuran jarak yang digunakan dalam KNN yaitu terdapat *minkowski distance*, *euclidean distance* dan *manhattan distance*.

2.2.5 *Minkowski distance*

Minkowski distance merupakan sebuah metrik dalam ruang vektor di mana suatu norma didefinisikan (*normed vector space*) sekaligus dianggap sebagai generalisasi dari *Euclidean distance* dan *Manhattan distance*. Dalam pengukuran jarak objek menggunakan *minkowski distance* biasanya digunakan nilai p adalah 1 atau 2 (Nishom, 2019). Semakin mirip dua buah data maka semakin kecil jaraknya dan semakin tidak mirip dua buah data maka semakin besar jaraknya.


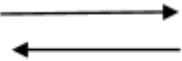


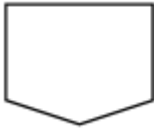
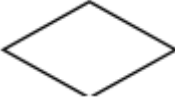

2.2.6 Flowchart





Flowchart merupakan urutan-urutan langkah kerja suatu proses yang digambarkan dengan menggunakan symbol-simbol yang disusun secara sistematis. (Iswandy 2015:73). Flowchart memiliki symbol-simbol yang digunakan untuk menggambarkan urutan program. Dalam pembuatan flowchart tidak ada rumus atau patokan yang bersifat mutlak, karena flowchart merupakan gambaran hasil

pemikiran dalam menganalisa suatu masalah dengan komputer. Sehingga flowchart yang dihasilkan dapat bervariasi antara satu pemograman dengan pemograman lainnya. Namun secara garis besar, setiap pengolahan selalu terdiri dari tiga bagian utama, yaitu;

- 1) Input berupa bahan mentah.
- 2) Proses pengolahan.
- 3) Output berupa bahan jadi

Tabel 2. 1 Tabel Simbol Flowchart

Simbol	fungsi
	Simbol titik terminal digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir suatu proses.
	Simbol arah data atau arus data atau aliran data
	Digunakan untuk mewakili suatu proses misalnya komputer melakukan proses pengolahan data karyawan
	Simbol input atau output digunakan untuk mewakili data input dan output
	Simbol perungangan digunakan untuk program program yang sering digunakan dalam sebuah program yang berulang kali digunakan, biasanya dibuat pada program yang terpisah dengan sebutan sub program.
	simbol keputusan digunakan untuk suatu penyelesaian kondisi di dalam program.
	Simbol dokumen menunjukkan dokumen input dan outut baik untuk proses manual, mekanik atau komputer

	Display, untuk menyatakan peralatan output yang digunakan berupa layer (vide, komputer)
	Digunakan untuk input output baik secara manual, mekanik, maupun terkomputerisasi
	Menunjukkan pekerjaan yang dilakukan secara manual
	Simbol penyimpanan (storage) pada komputer, misalnya menyimpan database

Untuk pengolahan data dengan komputer, dapat dirangkum urutan dasar untuk pemecahan suatu masalah, yaitu:

1. *Start*, berisi instuksi untuk persiapan peralatan yang diperlukan sebelum menangani pemecahan masalah
2. *Read*, berisi instruksi untuk membaca data dari suatu peralatan input.
3. Proses : berisi kegiatan yang berkaitan dengan pemecahan persoalan sesuai dengan data yang dibaca.
4. *Write* : berisi instruksi untuk merekam hasil kegiatan ke peralatan output.
5. *End*, mengakhiri kegiatan pengolahan.

2.2.7 Android

Menurut Hermawan (2011 : 1), Android adalah *Operating System Mobile* yang tumbuh di tengah OS lain. OS lain seperti Windows mobile, Iphone Os, dan masih banyak lagi. OS yang ada ini berjalan dengan memprioritaskan aplikasi inti yang dibangun sendiri tanpa melihat potensi yang cukup besar dari aplikasi pihak ketiga. Oleh karena itu, adanya keterbatasan dari aplikasi pihak ketiga untuk mendapatkan data asli ponsel, berkomunikasi antar proses serta keterbatasan distribusi aplikasi pihak ketiga untuk platform mereka.

Android memulai hidupnya sebagai perusahaan startup berbasis Palo Alto, didirikan pada tahun 2003. Perusahaan itu kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2005. Platform Android mencakup sistem operasi berbasis Linux, GUI, browser Web dan aplikasi pengguna akhir yang dapat diunduh. Meskipun demonstrasi awal Android menampilkan smartphone QWERTY generik dan layar VGA besar, sistem operasinya ditulis untuk dijalankan pada handset yang relatif murah dengan keypad numerik konvensional. “Menurutnya, aplikasi android banyak di unduh berkali-kali dan mencakup berbagai macam kategori mulai dari games hingga layanan bisnis. Kesemua kategori ini memiliki penghasilan tertentu yang biasanya di dapatkan dari google adsense.

2.2.8 Java

Menurut Rosa dan Shalahuddin (2015:101) “Java merupakan bahasa pemrograman yang paling konsisten dalam mengimplementasikan paradig pemrograman berorientasi objek”. Java mempunyai keunggulan yakni bersifat universal, serta Java bisa dijumpai di berbagai platform (LINUX, UNIX, Windows, Mac, dan lain-lain)”.

2.2.9 Bahasa Pemograman Python

Python adalah sebuah bahasa pemrograman yang bisa digunakan pada beberapa platform (multiplatform), dan berifat sumber perangkat bebas terbuka (opensource), pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rosuum pada tahun 1990 di CWI, Belanda. Bahasa ini dikategorikan sebagai bahasa tingkat tinggi (*very-high-level language*) dan merupakan bahasa berorientasi objek yang dinamis (*object-oriented-dynamic language*). (Pazriyah. D, 2017). Berikut ini merupakan framework dari python

1. *Flask*

Flask adalah sebuah aplikasi dalam bahasa pemrograman python yang menggunakan toolkit Werkzeug dan template Jinja2. Dalam sejarah perkembangannya, flask pertama kali diliris pada April 2010 dibuat oleh Armin Ronacher. Kelebihan dari *flask* adalah *framework* website yang lebih mudah dipahami dan sederhana dibandingkan *framework* lainnya. *Flask* menyederhanakan inti *framework*-nya sehingga menjadi lebih ringan dan cepat. Oleh karena itu *flask* disebut dengan *microframework*. *Flask* juga memiliki fungsi yang bisa dikembangkan sesuai kebutuhan (Samudera, 2015).

2.2.10 *Fast Forward Motion Picture Expert Group (FFmpeg)*

FFmpeg adalah salah satu *open source* yang bisa digunakan untuk merekam, memutar, melakukan konversi video dan audio dalam beberapa jenis format (Andrean, 2015).

2.2.11 **Pengujian**

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Blackbox*

Pengujian *blackbox* merupakan pengujian yang digunakan untuk melihat apakah aplikasi yang dibuat telah sesuai dengan Analisa dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. *Blackbox* dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan (*bug*) yang terdapat pada hasil-hasil pemrosesan dan perilaku dari sistem (Faqih, 2017).

2.3 **Landasan Teori**

Berdasarkan penelitian yang relevan diatas dan penjelasan variabel-variabel yang berkaitan dengan penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa *Voice recognition* atau pengenalan suara sudah banyak diaplikasikan dalam bidang Pengenalan suara yang dapat digunakan untuk mengenali sebuah suara. Sistem *Voice recognition* dapat bermanfaat bagi para

pengguna atau orang yang membutuhkan mengenai permasalahan mengenai pengenalan suara seperti suara bacaan ayat dari surat Al Fatihah.

Penggunaan metode MFCC dalam sistem pengenalan suara berfungsi untuk melakukan ekstraksi ciri terhadap sinyal suara yang menghasilkan *koefisien cepstrum* dan *mel frequency* yang berguna untuk proses pengenalan suara. Metode MFCC bekerja dengan data suara dan kemudian dilakukan ekstraksi ciri suara dengan beberapa proses atau tahapan – tahapan tentang pemrosesan MFCC sehingga mendapatkan hasil yang nantinya akan digunakan untuk proses pengenalan suara.

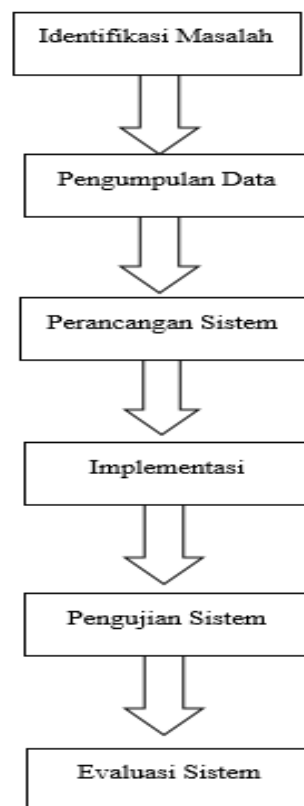
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Tahap pertama yaitu mengidentifikasi masalah yang ada di tempat penelitian. Dilanjutkan dengan pengumpulan data, perancangan sistem, pengujian sistem hingga evaluasi sistem yang telah dirancang.

Gambar prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Alur kerja penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Bagian ini dilakukan pengamatan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan tujuan penelitian. Identifikasi masalah dilakukan untuk kemudian dilakukan analisis dari masalah yang ada yaitu untuk melakukan pengecekan bacaan surat Al Fatimah supaya memiliki kepastian dari hasil bacaan tersebut dan tidak terjadi lagi tentang kesalahan dalam membaca.

3.1.2 Metode Pengumpulan data

Adapun metode pengumpulan data penelitian ini diantaranya, yaitu:

1. Observasi

Langkah pengamatan atau observasi ini dilakukan untuk mengamati dan mempelajari kondisi kegiatan dalam pengenalan bacaan surat Al Fatimah secara langsung.

2. *Studi Literatur*

Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi atau data sebanyak-banyaknya dari kepustakaan dalam bentuk buku, jurnal, majalah, tesis, skripsi, artikel serta sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian.

3.1.3 Perancangan sistem

Perancangan sistem ini dilakukan berdasarkan hasil dari analisis dari permasalahan dan data yang sebelumnya telah didapatkan. Tahap ini dilakukan untuk memberi gambaran sistem yang akan dirancang untuk menyelesaikan permasalahan yang didapatkan. Sistem yang dirancang pada penelitian ini menggunakan metode MFCC.

3.1.4 Implementasi

Implementasi adalah tahap mengkonversikan hasil rancangan dan konsep menjadi bentuk pengkodean untuk mewujudkan sistem yang dimaksud agar mendapatkan kesesuaian hasil yang sama dengan rancangan serta mendapatkan hasil yang diinginkan. Teknologi perangkat lunak (software) dan perangkat keras (hardware) yang digunakan dalam sistem ini saling berkesinambungan dalam mewujudkan suatu sistem yang baik. Kemudian yang kedua adalah spesifikasi perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software) yang digunakan.

3.1.5 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahap yang memastikan bahwa sistem yang telah dirancang siap untuk digunakan. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan pendekatan *blackbox*. Pengujian menggunakan *blackbox* bertujuan untuk menguji fungsi-fungsi yang

ada pada *software* dapat dijalankan sebagaimana mestinya dan tidak mengalami kesalahan dimana input yang diterima dengan baik dan *output* dihasilkan dengan tepat. Pengujian *blackbox* juga digunakan untuk menguji kesesuaian aplikasi, mulai dari tampilan, fungsi-fungsi, dan kesesuaian alur yang digunakan pada penelitian ini.

3.1.6 Evaluasi Sistem

Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi sistem yang sudah dirancang dan di uji. Hasil dari evaluasi ini akan menunjukkan apakah sistem sudah sesuai dengan alur yang ditentukan dan apakah sudah layak untuk digunakan.

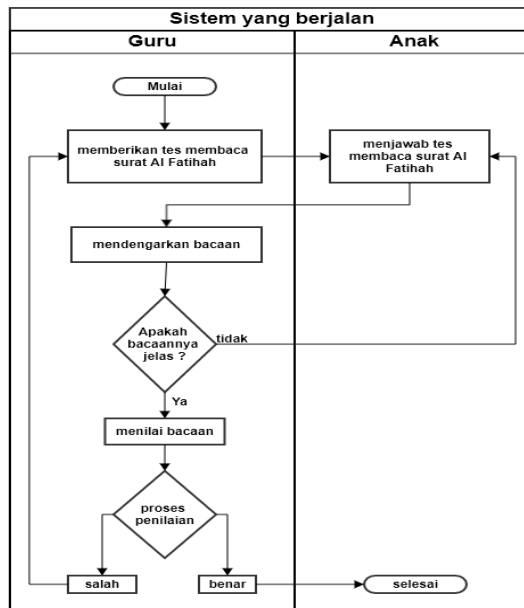
3.2 Analisis Sistem

3.2.1 Analisis Sistem Berjalan

Analisis sistem yang sedang berjalan merupakan kegiatan menganalisis prosedur-prosedure kerja yang terjadi pada sistem yang ada saat ini. Prosedur yang berjalan dalam kegiatan saat ini adalah sebagai berikut :

- a. Guru memberikan tes membaca surat Al Fatihah.
- b. Anak menjawab tes dan membaca surat Al Fatihah.
- c. Guru mendengarkan bacaan tersebut. Setelah di dengarkan apakah bacaannya jelas ?
- d. Jika tidak jelas maka anak mengulangi membacanya lagi.
- e. Jika jelas Guru menilai dan mengoreksi bacaan surat Al Fatihah tersebut.
- f. Jika guru menemukan kesalahan, maka bacaan tersebut salah, dan anak mengulangi membaca Al Fatihah tersebut.
- g. jika guru tidak menemukan kesalahan bacaan tersebut, maka bacaannya benar

Prosedur diatas dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* disajikan pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem berjalan

Berdasarkan analisis sistem yang berjalan, diperoleh beberapa permasalahan yang ada pada sistem yang sedang berjalan. Permasalahan tersebut sebagai berikut:

- a. Masih banyak para anak - anak yang belum bisa menghafal bunyi surat Al-Fatihah dan masih banyak terdapat kesalahan dalam melafalkan bunyi bacaan surat Al-Fatihah berdasarkan Makhorijul hurufnya.
- b. Dalam melakukan pengecekan bacaan surat Al-Fatihah pada anak, guru masih merasa sulit karena, anak dalam membaca Al-Fatihah, suara yang dilafalkan sangat kecil dan kurang jelas sehingga membuat para guru dalam melakukan pengecekan lafal bacaan tersebut jadi kurang teliti.

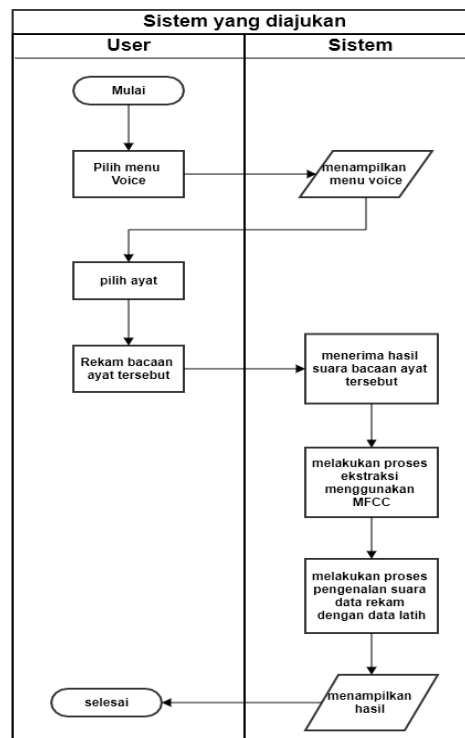
3.2.2 Analisis Sistem Yang Diajukan

Untuk mengatasi masalah yang ada, penelitian ini mengajukan sebuah sistem pengenalan suara ucapan huruf hijaiyah dengan prosedur sistem sebagai berikut :

- a. *User* buka aplikasi dan pilih menu voice.
- b. Sistem menampilkan menu voice.

- c. *User* memilih ayat dari surat Al Fatihah yang ingin di koreksi bacaannya.
- d. *User* merekam bacaan ayat tersebut.
- e. Sistem menerima hasil rekaman suara bacaan ayat tersebut.
- f. Sistem melakukan proses ekstraksi ciri suara menggunakan MFCC.
- g. Sistem melakukan proses pengenalan suara data uji rekam dengan data latih.
- h. Sistem menampilkan hasil rekaman bacaan tersebut.

Prosedur diatas dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 *Flowchart* Sistem yang diajukan

3.2.3 Analisis Kebutuhan

a. Analisis Kebutuhan Software

Dalam membuat sistem ini, penelitian ini membutuhkan perangkat lunak sebagai berikut :

- 1) Windows

- 2) Android Studio
 - 3) Notepad++
 - 4) Python
- b. Analisis Kebutuhan Hardware

Dalam menjalankan sistem ini, pengguna menggunakan perangkat keras sebagai berikut :

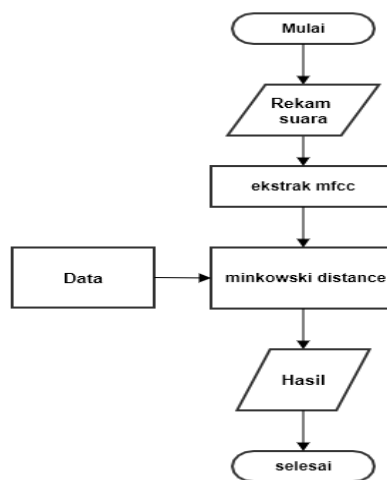
- 1) *Processor intel core i5*
 - 2) RAM 4GB
 - 3) *Harddisk*
 - 4) Monitor
 - 5) Keyboard
- c. Analisis Kebutuhan Fungsional

Fungsi yang diharapkan pada sistem ini adalah:

- 1) Menyimpan dan menampilkan hasil rekaman bacaan surat Al Fatihah ke dalam sistem yang dibuat.
- 2) Melakukan pengujian suara rekaman bacaan ayat surat Al Fatihah antara data uji dengan data latih.

3.2.4 Analisis pengenalan suara bacaan dengan MFCC.

Berikut ini merupakan gambar *flowchart* mengenai analisis pengenalan suara bacaan dengan MFCC yang terdapat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 Flowchart proses pengenalan suara MFCC

pada gambar 3.4 merupakan proses untuk mengenalkan suara dengan MFCC yang meliputi :

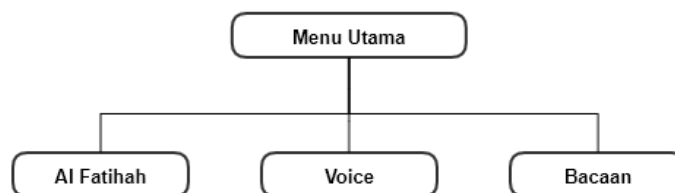
- 1) Rekam suara : langkah yang pertama dilakukan yaitu dengan melakukan rekaman suara dari ayat yang dipilih.
- 2) Ekstrak MFCC : langkah yang kedua yaitu setelah data direkam kemudian dilakukan ekstraksi data suara tersebut menjadi beberapa parameter.
- 3) Minkowski Distance : langkah yang ketiga yaitu proses perhitungan data dari hasil dengan data dari acuan yang ada di sistem dengan menggunakan *minkowski distance*.
- 4) Hasil : sistem menampilkan hasil dari perhitungan tersebut.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan gambaran dari tahapan secara umum tentang rancangan sistem yang akan diimplimentasikan. Adapun tahap perancangan terdiri dari perancangan struktur menu dan perancangan antarmuka (*interface*).

3.3.1 Perancangan Struktur Menu

Struktur menu merupakan gambaran dari fitur-fitur yang terdapat pada sistem yang dibangun. Menu Utama tersebut terdiri dari menu Al Fatihah, menu Voice dan menu Bacaan. Berikut rancangan struktur menu dapat dilihat pada Gambar 3.5.

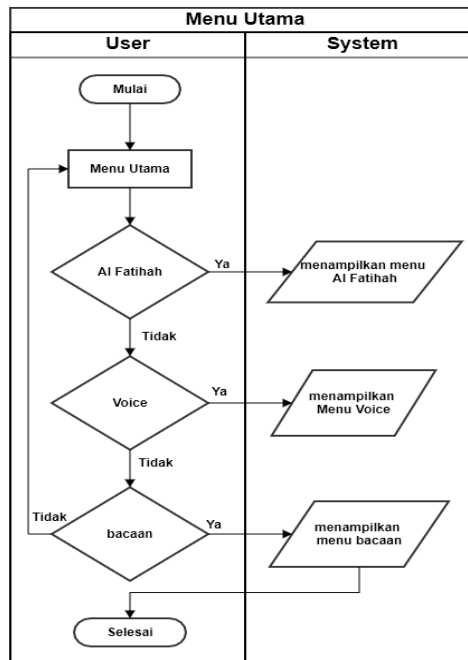


Gambar 3. 5 Struktur Menu Utama

1. Flowchart

a. Flowchart Menu Utama.

Flowchart Menu Utama Menampilkan beberapa Menu diantaranya yaitu menu surat Al Fatihah, menu Voice, dan menu Bacaan. Menu Utama dapat digambarkan pada Gambar 3.6 berikut



Gambar 3. 6 Flowchart Menu Utama

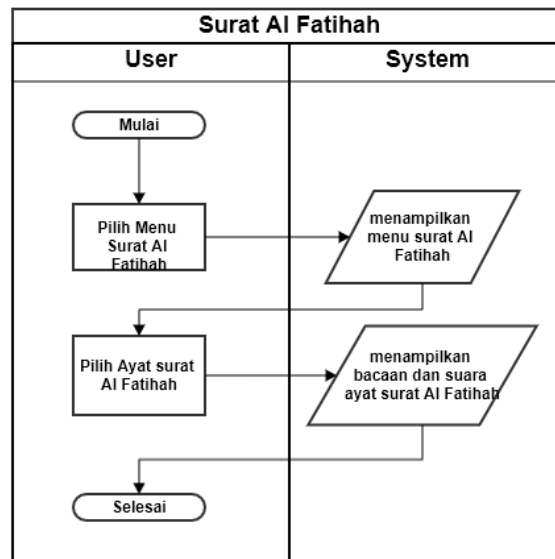
Pada gambar 3.6 diatas menggambarkan aktivitas yang berjalan pada aplikasi pada saat *user* menggunakan aplikasi tersebut. Berikut ini penjelasannya :

- 1) Mulai
- 2) *User* membuka Aplikasi
- 3) Sistem menampilkan Menu Utama
- 4) *User* memilih Menu
- 5) Jika *User* memilih Menu Surat Al Fatihah, sistem akan Menampilkan Menu Surat Al Fatihah.
- 6) Jika *User* memilih Menu Voice, sistem akan menampilkan Menu Voice.

7) Jika *User* memilih Menu Bacaan, sistem akan menampilkan Menu Bacaan.

b. *Flowchart* Menu Surat Al Fatihah

Flowchart Menu Surat Al Fatihah Menampilkan bacaan dari tiap ayat surat Al Fatihah. Menu Surat Al Fatihah dapat digambarkan pada Gambar 3.7 berikut



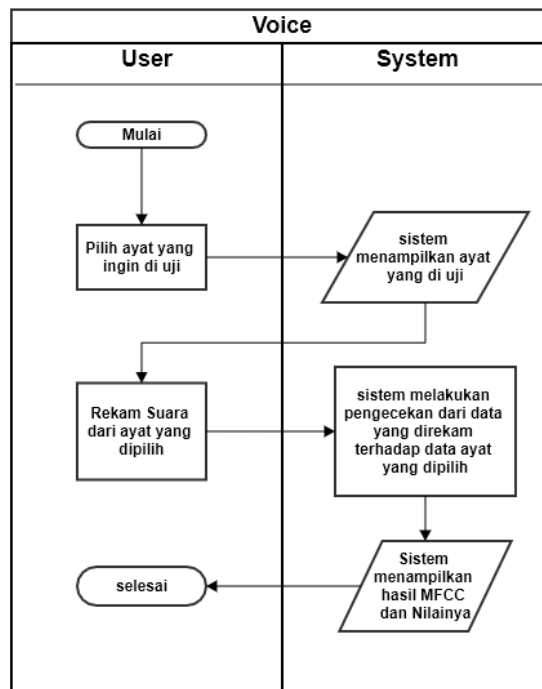
Gambar 3. 7 *Flowchart* Surat Al Fatihah

Pada gambar 3.7 diatas menggambarkan aktivitas yang berjalan pada aplikasi pada saat *user* menggunakan Menu tersebut. Berikut ini penjelasannya :

- 1) Mulai
- 2) *User* membuka aplikasi
- 3) Sistem menampilkan aplikasi.
- 4) *User* Memilih Menu Surat Al Fatihah.
- 5) Sistem menampilkan menu Surat Al Fatihah
- 6) *User* pilih Ayat, sistem menampilkan bacaan dan suara dari ayat surat Al Fatihah.
- 7) Selesai.

c. *Flowchart Menu Voice*

Flowchart Menu Voice Menampilkan Rekaman dari bacaan ayat surat Al Fatihah dan pengecekan bacaan suara tersebut. Menu Voice dapat digambarkan pada Gambar 3.8 berikut



Gambar 3. 8 *Flowchart* Menu Voice

Pada gambar 3.8 diatas menggambarkan aktivitas yang berjalan pada aplikasi pada saat *user* menggunakan Menu tersebut. Berikut ini penjelasannya :

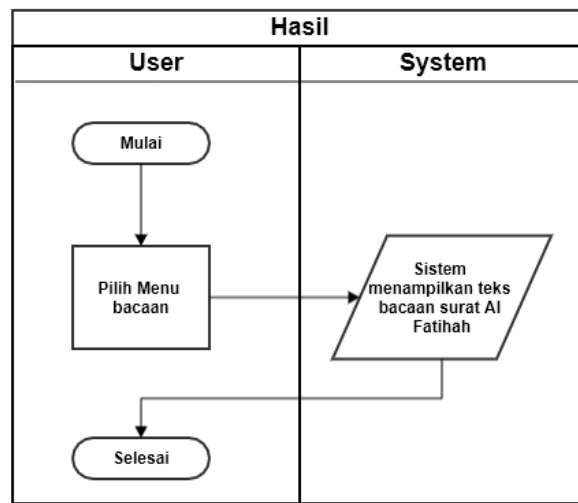
- 1) Mulai
- 2) *User* memilih ayat yang ingin di uji atau di cek bacaannya
- 3) Sistem menampilkan ayat yang diuji.
- 4) *User* melakukan perekaman suara dari ayat yang dipilih.
- 5) Sistem melakukan pengecekan dari data yang direkam terhadap data latih

6) Sistem menampilkan hasil MFCC dan nilainya dari hasil perekaman tersebut.

7) Selesai.

d. *Flowchart* Menu Bacaan

Flowchart Menu Hasil Bacaan Menampilkan Hasil dari rekaman bacaan ayat surat al fatihah tersebut. Menu Hasil Bacaan dapat digambarkan pada Gambar 3.9 berikut



Gambar 3. 9 *Flowchart* Menu Hasil Bacaan

Pada gambar 3.9 diatas menggambarkan aktivitas yang berjalan pada aplikasi pada saat user menggunakan Menu tersebut. Berikut ini penjelasannya :

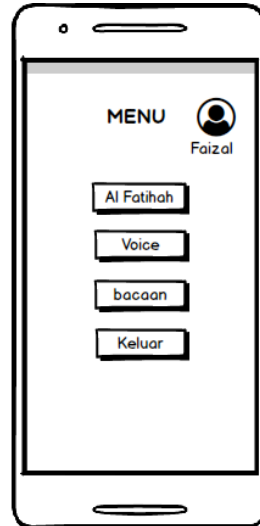
- 1) Mulai
- 2) *User* memilih menu Bacaan
- 3) Sistem menampilkan bacaan surat Al Fatihah
- 4) Selesai.

3.4 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka bertujuan untuk menggambarkan tampilan antarmuka pada sistem yang dibangun. Perancangan antarmuka ini menggambarkan bagaimana interaksi setiap komponen di dalam antarmuka.

1. Halaman Menu Utama

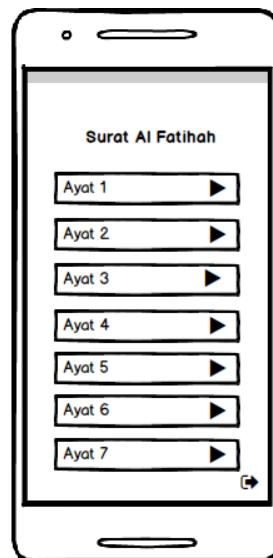
Halaman Menu utama ini terdapat menu surat Al Fatihah, Menu Voice dan Menu Hasil Bacaan. Tampilan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 Halaman Menu Utama

2. Halaman Menu Surat Al Fatihah

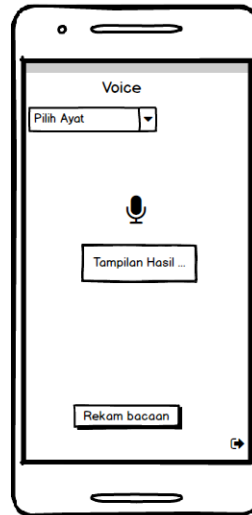
Halaman menu Surat Al Fatihah ini berfungsi untuk menampilkan bacaan dari ayat surat Al Fatihah. Tampilan halaman Menu Surat Al Fatihah dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3. 11 Halaman Menu Surat Al Fatihah

3. Halaman Menu Voice

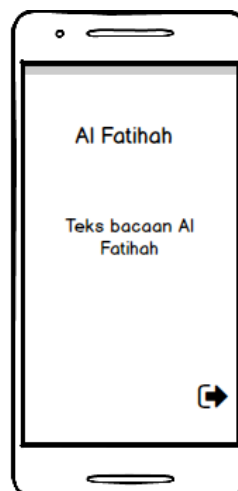
Halaman menu Voice ini berfungsi untuk melakukan perekaman bacaan suara dan melakukan pengujian atau pengecekan terhadap bacaan yang direkam. Tampilan halaman Menu Voice dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3. 12 Halaman Menu Voice

4. Halaman Menu Bacaan

Halaman menu Bacaan ini berfungsi untuk menampilkan bacaan Al fatihah dalam bentuk teks. Tampilan halaman Menu Bacaan dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut.



Gambar 3. 13 Halaman Menu Bacaan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan Sistem untuk mengukur pengenalan bacaan Al Fatihah telah berhasil dibuat dan dapat digunakan oleh pengguna. Metode MFCC mampu melakukan ekstraksi suara pada rekaman di sistem pengenalan bacaan surat Al fatihah. sehingga dalam penelitian ini didapatkan sebuah hasil perekaman berupa angka. Dari hasil angka tersebut, peneliti mampu memberikan arti terhadap hasil perekaman bacaan tersebut.
2. Berdasarkan hasil pengujian sistem pengenalan bacaan surat Al Fatihah yang telah dilakukan oleh pengguna, sistem mampu memberikan hasil dengan kriteria yang diberikan. hasil persentase dari pengujian seorang anak laki – laki dengan nilai 8,5 %, pria dewasa dengan nilai 7,1 % dan seorang perempuan dewasa dengan nilai 5,7 %.

5.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat digunakan sebagai dasar dan masukan guna pengembangan sistem yang lebih baik

1. Diharapkan kedepan dapat ditambahkan pengenalan bacaan surat yang lainnya sehingga pengguna dapat mengenalkan bacaan surat dengan lebih mudah.
2. Pengembangan untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat mengombinasikan metode MFCC dengan metode identifikasi lainnya
3. Aplikasi ini hanya berjalan pada satu *platform* yaitu android. Sebaiknya aplikasi ini dapat digunakan di beberapa platform (*multiplatform*).

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N. (2017). Aplikasi Pengenalan Ucapan Huruf Hijaiyah Berbasis Android untuk *Refreshable Braille Display* Menggunakan *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients* dan *Neural Network* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Anggoro, A., Herdjunto, S., & Hidayat, R. (2020). MFCC dan KNN untuk Pengenalan Suara Artikulasi P. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 2(1), 13-20.
- Annuri, Ahmad. (2010). *Panduan Tahsin Tilawah Al-Qur'an dan Ilmu Tajwid*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
- Azazi, K., Andrian, R., Atmadja, W., Handi, M., & Lukas, J. (2015). Perancangan Mobile Robot dengan Navigasi Berbasis Embedded Linux. *Procedia Ilmu Komputer*, 59, 473-482.
- Darmadi, F., Rizal, A., & Sunarya, U. (2015). Deteksi Apnea Melalui Analisis Suara Dengkuran Dengan Metode Frekuensi Cepstrum Coefficient. Bandung: Universitas Telkom.
- Faqih, I. (2017). Implementasi Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) dan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk pengenalan Ucapan Makhroj Huruf Hijaiyah. Pekanbaru: UIN SUSKA RIAU
- Hendry, J., Rachman, A., & Zulherman, D. (2020). Sistem Deteksi Ketepatan Pembacaan Surah Al-Kautsar Berbasis Kata Menggunakan Mel Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC) dan Cosine Similarity. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(1).
- Herbana, V. (2014). Klasifikasi Perbedaan Daging Babi Dengan Daging Sapi Menggunakan Algoritma K-nearest Neighbor (KNN). Pekanbaru: UIN Suska Riau

- Indrawaty, Y., Dewi, I.A., & Lukman, R. (2019). Ekstraksi Ciri Pelafalan Huruf Hijaiyyah Dengan Metode Mel-Frequency Cepstral Coefficients. *Mind*, 4, 49-64.
- Iswandy, E. (2015). Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Penerimaan Dana Santunan Sosial Anak Nagari Dan Penyalurannya Bagi Mahasiswa Dan Pelajar Kurang Mampu Di Kenagarian Barung–Barung Balantai Timur. *Jurnal Teknoif*, 3(2).
- Manunggal, H. S. (2005). Perancangan dan pembuatan perangkat lunak pengenalan suara pembicara dengan menggunakan analisa MFCC feature extraction (Doctoral dissertation, Petra Christian University).
- Naning, J. (2020). Pengaruh Metode Sorogan Dalam Menghafal Alquran Terhadap Prestasi Belajar Pai Siswa Di Mts Amanatul Qur'an Pacet Mojokerto (Doctoral Dissertation, Institut Pesantren Kh. Abdul Chalim).
- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Informatika* , 4 (01), 20-24.
- Pazriyah, D. (2017). Penggunaan *Raspberry Pi* Dalam Mendeteksi Warna Melalui *Webcam* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Putra, D. dan Adi, R., 2011. Verifikasi Biometrika Suara Menggunakan Metode MFCC dan DTW. *Biometrika*, Universitas Udayana, 2(1), hal.8–21.
- Prabhawa, I. B. D., Khrisne, D. C., & Sudarma, M. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Pupuh Bali Menggunakan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficients. *J. Comput. Sci. Informatics Eng*, 3(1), 75.
- Rahman, M. F. (2017). Implementasi Mel-Frequency Cepstral Coefficients Dan Chebyshev Distance Untuk Pengenalan Suara Ucapan Makhraj Huruf Hijaiyyah (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Riyanto, E. (2014). Perbandingan Metode Ekstraksi Ciri Suara Mffcc, Zcpa, Dan Lpc. *Himsyatech*, 10.

- Samudera, N. A., Mulyana, A., & Rakhman, E. (2015). Perancangan Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Raspberry Pi (bagian: Aplikasi). *eProceedings of Engineering*, 2(2).
- Syafria, Fadhilah. (2014). Pemodelan Fuzzy Learning Vector Quantization pada Pengenalan Suara Paru-Paru. Tesis Mathematics and Natural Science Institut Pertanian Bogor
- Triansyah, E., & Indrawaty, Y. (2017). Implementasi Metode Pattern Recognition Untuk Pengenalan Ucapan Huruf Hijaiyyah. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 4(1).
- Wicaksono, A., Endah, S. N., Adhy, S., & Sutikno, S. (2014). Aplikasi speech recognition bahasa indonesia dengan metode mel-frequency cepstral coefficient dan linear vector quantization untuk pengendalian gerak robot. In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Undip 2014*.