

PERANCANGAN APLIKASI KOMUNIKASI PENYANDANG TUNARUNGU BERBASIS ANDROID

Wendy Liga¹, Erick Fernando², Hendri³

*Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Dinamika Bangsa, Jambi
Jl. Jendral Sudirman Thehok – Jambi, 0741-35095
E-mail: Wendy.Liga@yahoo.com*

Abstract

Hearing impairment is a physical disorder experienced by the individual in the form of deafness whole or in part where the deaf will be impaired verbal communication with people around him so as to overcome the deaf utilize sign language to communicate. But according to the survey, approximately 87% of 69 deaf people still have difficulty communicating with the people around them due to the inability of those around them to use and understand the sign language they use. To solve these problems, the authors designed an application that utilizes speech recognition to help the deaf to communicate with people around or vice versa. This study successfully produce “Deaf Communicator” which can help communication between the deaf and vice versa.

Keywords: android, texttospeech , speech recognition ,deaf ,hearing impairment , sign language.

Abstrak

Tunarungu merupakan kelainan fisik yang dialami individu berupa ketidak mampuan mendengar baik sebagian maupun seluruhnya dimana penyandang tunarungu akan mengalami gangguan komunikasi secara lisan dengan orang-orang disekitarnya sehingga untuk mengatasinya penyandang tunarungu memanfaatkan bahasa isyarat untuk berkomunikasi. Akan tetapi berdasarkan hasil survey sekitar 87% dari 69 penyandang tunarungu menyatakan masih kesulitan berkomunikasi dengan orang disekitar mereka dikarenakan ketidak mampuan orang disekitar mereka menggunakan dan memahami bahasa isyarat yang mereka gunakan. Guna memecahkan masalah tersebut, penulis merancang sebuah aplikasi yang memanfaatkan Speech Recognition agar dapat membantu penyandang tunarungu untuk berkomunikasi dengan orang sekitar atau sebaliknya. Penelitian ini berhasil menghasilkan aplikasi “Deaf Communicator” yang dapat membantu komunikasi antara penyandang tunarungu dan sebaliknya.

Kata kunci: Android, Pengenalan Suara, Text to Speech , Speech Recognition , Tunarungu, bisu, bahasa isyarat.

© 2017 Jurnal PROCESSOR.

1. Pendahuluan

Pada zaman teknologi seperti saat ini, komunikasi telah dipengaruhi oleh perkembangan teknologi, salah satu contohnya adalah *Speech Recognition*. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk dapat mengenali suara manusia [1]. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk menganalisa suara manusia dan dapat dimengerti oleh komputer. Salah satu fungsi dari *Speech Recognition* yaitu merubah suara manusia menjadi teks dimana fitur ini dapat digunakan untuk membantu komunikasi dengan penyandang tunarungu terutama kategori *Profound Hearing Loss*.

Tunarungu kategori *Profound Hearing Loss* merupakan tunarungu yang hanya bisa mendengar bunyi diatas 91db dimana mustahil untuk melakukan komunikasi dengan orang disekitarnya sehingga mereka berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat, tetapi hampir 82,6% tunarungu menyatakan orang disekitar mereka tidak mengerti dengan bahasa isyarat (bedasarkan kuisioner 69 Tunarungu).

Sehingga dapat dibuat sebuah aplikasi komunikasi yang memanfaatkan teknologi *Speech Recognition* yang dapat mengkomunikasikan orang normal dan penyandang tunarungu.

2. Landasan Teori

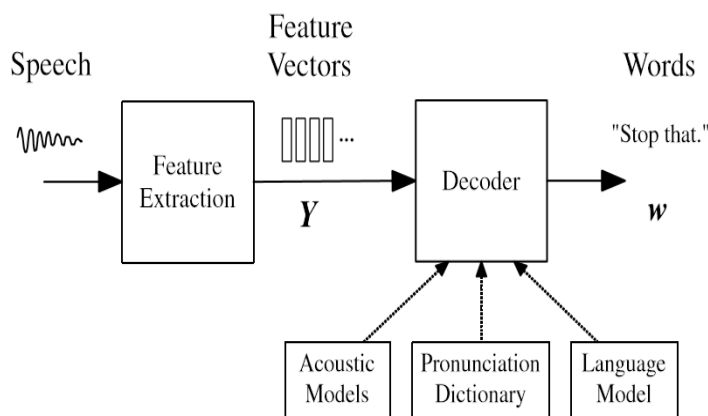
2.1 *Speech Recognition*

Speech Recognition adalah sistem berusaha untuk mengenali suara atau vokal yang ada dengan menganalisis suara tersebut agar dapat dikenali oleh computer[1]. Perkembangan teknologi *Speech Recognition* dimulai mulai beberapa dekade yang lalu. Pada masa itu pengembangan *Speech Recognition* sudah menjadi suatu wacana yang penting, tetapi belum dimaksimalkan karena belum mampu menemukan fungsi “*real condition*” dari teknologi *Speech Recognition*[1].

Pada beberapa tahun terakhir, perkembangan *Speech Recognition* telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini didukung oleh perkembangan teknologi yang pada beberapa dekade lalu belum terpikirkan, *Moor's Law*, dan perkembangan internet yang sangat cepat sehingga sekarang *Speech Recognition* sudah diimplementasikan untuk beberapa kegiatan sehari-hari[2].

2.2 Algoritma *Hidden Markov Models* untuk *Speech Recognition*

Hidden markov model ditemukan oleh Andrey Andreyevich Markov (14 Juni 1856 – 20 Juli 1922) yang merupakan seorang matematikawan yang berasal dari Rusia. Pada awalnya, Algoritma ini merupakan murni model teoritis namun mulai dikembangkan oleh kalangan akademisi dan engineer dalam paper-paper internasional[1] dimana pengaplikasian awal HMM(*Hidden Markov Model*) untuk pengenalan suara atau *Speech Recognition* baru dimulai pada pertengahan 1970[1]. Pada saat itu implementasi HMM untuk *Speech Recognition* masih sangat awal dan berupa konsep.



Gambar 1. Arsitektur HMM untuk SR [3]

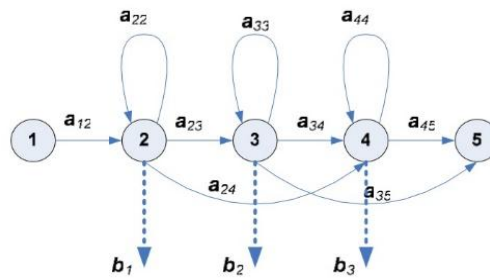
Terdapat 4 langkah dalam implementasi *Speech Recognition* dengan algoritma *Hidden Markov Model* :

2.2.1 Feature Extraction

Pada bagian ini, suara akan diubah menjadi vektor dengan mengubah suara menjadi spektrum suara dengan menggunakan teknik *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC)[3] sebagai metode ekstraksi.

2.2.2 Accoustic Model

Accoustic Model merupakan kumpulan vektor spektrum suara dari penggalan – penggalan suku kata (*phoneme*) yang disimpan dan digunakan untuk dibandingkan dengan suara yang akan di analisa[3].



Gambar 2. Model Phoneme di HMM [3]

Seperti pada gambar 2 terlihat permodelan yang digunakan pada HMM untuk menganalisa *Phoneme*. a_{ij} mewakili probabilitas transisi state, b_i mewakili *emission probabilities* (probabilitas yang dapat disampingkan dari sample). Model ini dikenal juga dengan nama *Bakis Model* yang terdiri dari 3 buah pemfilteran state. Pemfilteran state ini menggunakan *Gaussian Mixture Density* dan kemudian disebut *Continuous Hidden Markov Model (CHMM)*[3].

Kemungkinan-Kemungkinan yang diwakili x_t tercemin dalam $j, P \quad x_t | j$ menjadi $b_j \quad x_t = p \quad x_t \quad q_t = j = \sum_{k=1}^M w_{j,k} N_{j,k}(x_t)$ dimana $N_{j,k}$ merupakan distribusi *Gaussian*, $w_{j,k}$ merupakan bobot campuran (*mixture weights*).

2.2.3 Pronunciation Dictionary

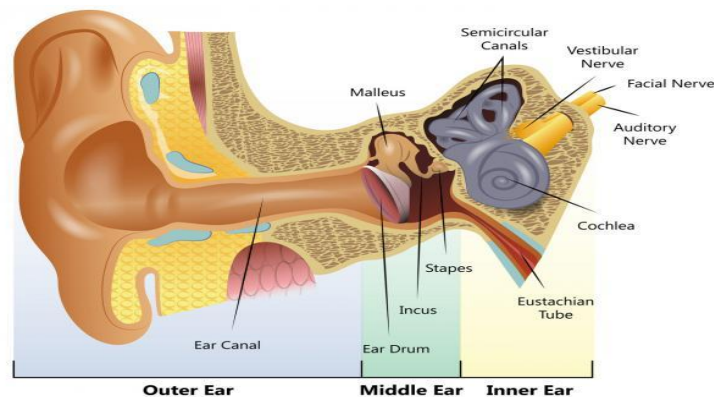
Pronunciation Dictionary merupakan kumpulan penggalan-penggalan suku kata yang akan digunakan sebagai pencarian hasil *Speech Recognition*[3]. Contoh : parent P EH R AH N T . Dalam Pronunciation Dictionary ini terdapat banyak sekali kata dan juga penggalan suku kata seperti contoh diatas. Data inilah yang akan dipakai untuk dicocokkan dengan suara yang dianalisa.

2.2.4 Language Model

Language model merupakan distribusi kemungkinan dari urutan-urutan kata. Language model[3] ini digunakan untuk membantu mempercepat pencarian kata yang similiar. Penggunaan Language model akan sangat membantu dalam proses *Speech Recognition* karena data penggalan suku kata yang sangat banyak, sehingga akan memakan waktu pemrosesan jika dicari manual.

2.3 Tunarungu kategori Profound Hearing Loss

Tunarungu adalah seorang yang mengalami kekurangan atau kehilangan kemampuan mendengar baik sebagian atau seluruhnya yang diakibatkan oleh tidak fungsinya sebagian atau seluruh alat pendengaran sehingga anak tersebut tidak dapat menggunakan alat pendengarannya dalam kehidupan sehari-hari[8]. Tunarungu kategori *Profound Hearing Loss* merupakan kategori tunarungu yang hanya bisa mendengar bunyi diatas 91 db (*decibel/satuan kuat suara*)[9]. Pada kateogri ini, penyandang tunarungu tidak mungkin untuk melakukan percakapan normal, dan banyak dianggap tuli oleh orang – orang.



Gambar 3. Diagram Telinga Manusia [10]

Terdapat 3 penyebab utama untuk penyandang tunarungu kategori ini[10] yaitu sebagai berikut:

1. Conductive Hearing Loss

Pada kasus ini penyebabnya adalah getaran dari suara yang masuk kedalam telinga tidak dapat diteruskan dari bagian *outer ear* ke *inner ear* seperti gambar 3. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tulang yang berada di tengah telinga untuk mengantarkan getaran dari *outer ear* ke *inner ear* (*ossicles*) rusak.

2. Sensorineural Hearing Loss

Pada kasus ini, ketunarunguan kategori *Profound Hearing Loss* terjadi karena ketidak mampuan bagian sensorial untuk menerjemahkan getaran yang diantarkan oleh *ossicles* atau dikasus lain kerusakan otak. Bagian yang bertanggung jawab untuk proses sensorial di telinga merupakan *Cochlea* atau lebih dikenal dengan rumah siput seperti gambar 3.

Pada *Cochlea* atau rumah siput terdapat bulu – bulu sensitif halus yang akan bergetar saat getaran masuk , dan akan mengirimkan informasi ke otak untuk diproses menjadi bunyi yang kita dengar. Penyandang tunarungu kategori ini, tidak memiliki kemampuan ini dikarenakan rusaknya *Cochlea*. Satu-satunya cara mengobati kerusakan *Cochlea* ialah dengan operasi implan *Cochlea* buatan yang bernilai puluhan juta Rupiah.

3. Mixed Hearing Loss

Kondisi ini merupakan gabungan dari *Conductive* dan *Sensorineural Hearing Loss*.

2.4 Penelitian Sejenis

Pada tahun 2007 , Mark Gales dan Steve Young melakukan penelitian untuk menerapkan algoritma *Hidden Markov Model* untuk *Speech Recognition*[3]. Penelitian ini mengungkapkan pengembangan *Speech Recognition* menggunakan algoritma *Hidden Markov Model* sangat diuntungkan dari sisi *performance* dan kompleksitas karena *Hidden Markov Model* dapat dengan sangat baik memodelkan deretan vektor – vektor suara yang dibutuhkan *Speech Recognition*[3].

Penggunaan Algoritma ini juga sangat baik bagi akurasi *Speech Recognition*. *Speech Recognition* yang dibangun dengan *Hidden Markov Model* memiliki tingkat akurasi sebesar 85% sehingga penggunaan *Hidden Markov Model* akan menghasilkan *Speech Recognition* yang akurat[4].

3 Metode Penelitian

Kerangka kerja penelitian yang di gunakan dalam proses penyelesaian penelitian ini hingga menghasilkan sebuah solusi bagi hal yang diteliti dapat tercapai. Berikut ini merupakan ilustrasi kerangka kerja penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian di atas maka dapat diuraikan pembahasan masing – masing tahapan dalam penulisan sebagai berikut :

3.1 Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahap yang paling penting dalam proses penelitian, karena semua jalannya penelitian akan dituntun oleh perumusan masalah. Perumusan masalah yang jelas akan menjadi pedoman penelitian agar tetap pada jalur yang benar.

3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini penulis berusaha mencari landasan-landasan teori yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang dirumuskan diawal. landasan-landasan teori ini diperoleh dari berbagai buku, jurnal ilmiah dan juga internet untuk melengkapi ilmu pengetahuan, konsep dan teori sehingga memiliki landasan dan keilmuan yang sesuai.

3.3 Pengembangan Aplikasi

Pada tahap pengembangan aplikasi, penulis memulai mengembangkan aplikasi. Pengembangan aplikasi dilakukan didasarkan pada metode pengembangan aplikasi.

Selanjutnya dalam memilih metode pengembangan aplikasi, penulis memilih menggunakan metode *waterfall*. Pemilihan penggunaan metode model *waterfall* dikarenakan metode *waterfall* cukup simple dan cocok untuk penelitian skala kecil. Kelebihan dari model ini adalah kualitas dari aplikasi yang dihasilkan akan baik, ini dikarenakan pelaksanaannya secara bertahap.

3.4 Penyusunan Laporan

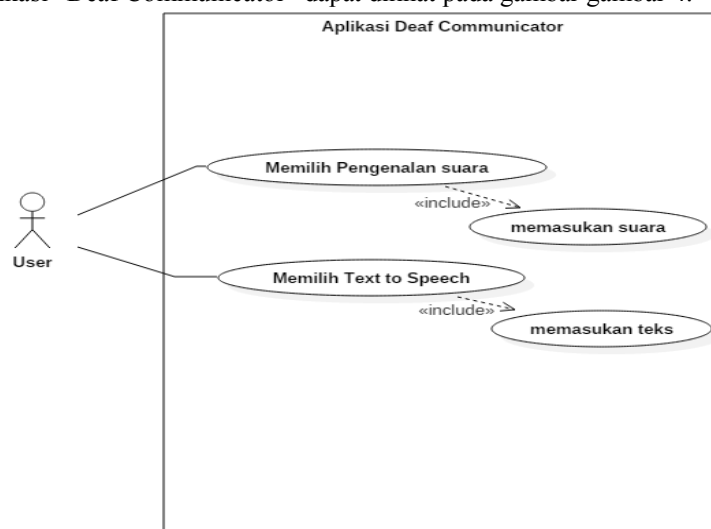
Pada tahaan penyusunan laporan ini penulis membuat laporan yang berisi informasi yang didukung oleh data-data yang lengkap dan sesuai dengan fakta yang terjadi, hasil penelitian, kesimpulan dan saran. Tujuan penulisan laporan ini adalah untuk mendokumentasikan hasil penelitian agar dapat digunakan atau dikembangkan dikemudian hari.

4 Perancangan

Perancangan merupakan membentuk sistem/perangkat lunak dan menemukan bentuk-nya (termasuk arsitekturnya) sedemikian rupa sehingga sesuai dengan yang diharapkan dari spesifikasi kebutuhan[11]. Pada tahap perancangan, akan dideskripsikan perancangan aplikasi, salah satunya merupakan Use Case Diagram dan flowchart untuk aplikasi “Deaf Communicator”.

4.1 Use Case Diagram

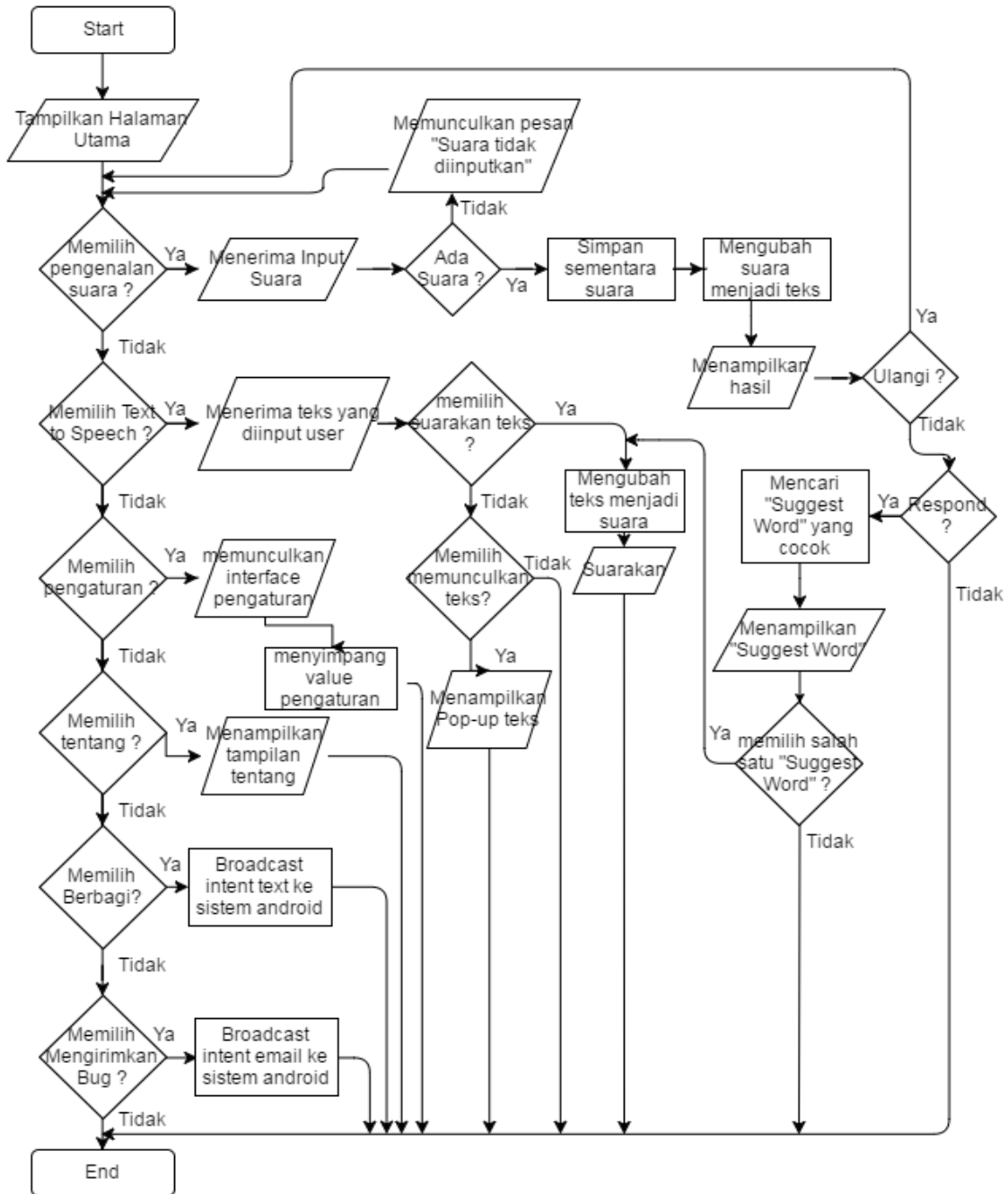
Use Case adalah pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat[7]. Use Case Diagram pada aplikasi “Deaf Communicator” dapat dilihat pada gambar gambar 4.



Gambar 4. Use Case Diagram Aplikasi “Deaf Communicator”

4.2 Flowchart

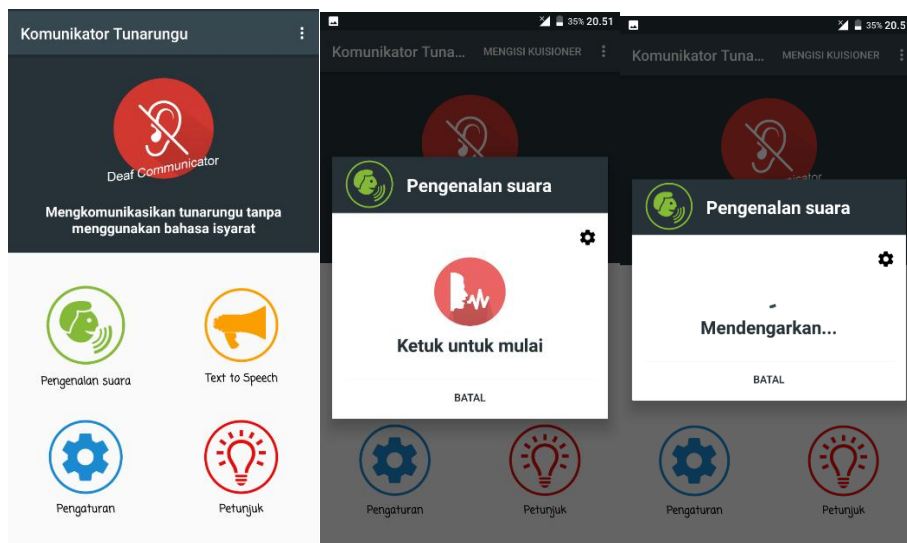
Flowchart atau Bagan alir merupakan teknik analitis yang digunakan untuk menjelaskan aspek-aspek sistem informasi secara jelas, tepat dan logis. Bagan alir menggunakan serangkaian simbol standar untuk menguraikan prosedur pengolahan transaksi yang digunakan oleh sebuah perusahaan, sekaligus menguraikan aliran data dalam sebuah sistem[12].



Gambar 5. Flowchart Aplikasi "Deaf Communicator"

5 Implementasi

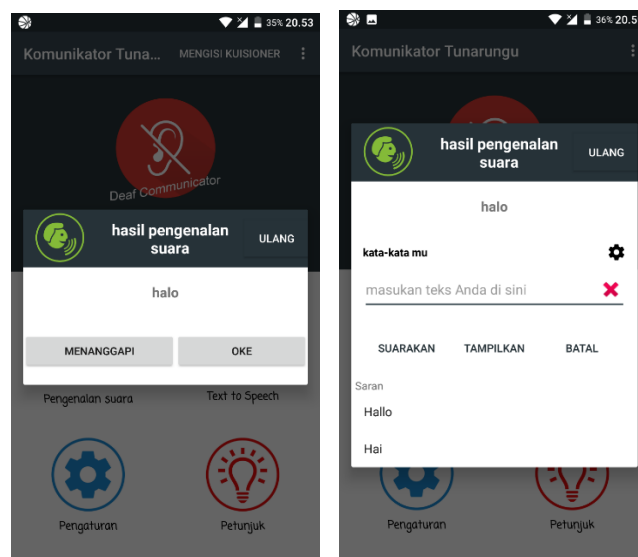
Tahap Implementasi akan melanjutkan tahapan sebelumnya pada penelitian ini. Tahapan ini akan merangkum seluruh hasil kerja tahapan sebelumnya dan mulai melakukan penerapan maupun pengembangan system.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Deaf Communicator

Pada tampilan utama seperti gambar 6, Aplikasi telah dipublikasi di *Google Play Store* dan dapat di unduh oleh penyandang tunarungu. Tampilan aplikasi ini memunculkan beberapa icon-icon yang berisi beberapa fungsi seperti pengenalan suara, text to speech, pengaturan, berbagi, dan mengisi kuisioner.

Setiap saat pengguna menekan tombol pengenal suara, maka aplikasi akan siap untuk mendengar suara masuk yang kemudian akan diproses.



Gambar 7. Proses Pengenalan Suara

Setelah aplikasi berhasil memproses suara, aplikasi akan menampilkan hasil suara yang telah diubah menjadi teks. Aplikasi akan membantu penyandang tunarungu merespon dengan menggunakan fitur *TexttoSpeech*. Fitur ini memungkinkan teks yang diketikan diubah menjadi suara. Pengguna dapat mengetikkan sendiri teks mereka atau menggunakan kata-kata yang sudah disarankan.

5.1 Akurasi Pengenalan Suara

Pengujian akurasi pengenalan suara dilakukan dengan menggunakan aplikasi Deaf Communicator dengan menyebutkan beberapa kalimat yang dilakukan oleh 6 orang (4 Pria dan 2 Wanita) seperti tabel 1.

Tabel 1. *Tabel Pengujian Akurasi Pengenalan Suara Tempat Tenang*

Kalimat	Jumlah Kata	Akurasi						Persentase Akurasi
		Pria 1	Pria 2	Pria 3	Pria 4	Wanita 1	Wanita 2	
Selamat pagi apa kabar	4	4	4	4	4	4	4	100%
Hallo nama saya wendy liga nama kamu siapa	8	7	6	7	7	6	7	83,33%
Untuk menggunakan pengenalan suara , tekan tombol pengenalan suara di halaman utama kemudian masukan suara dan aplikasi akan mencoba mengubah suara menjadi teks	22	22	22	22	22	22	22	100%
Saya tinggal di kota jambi di daerah simpang kawat dan teman saya tinggal di daerah Jakarta	16	16	16	16	16	15	16	98,96%
Total								95,57%

Hasil Pengujian akurasi pengenalan suara pada tabel 1 menunjukkan rata-rata tingkat akurasi pengenalan suara sebesar 95,57%. Hasil akurasi terlihat rendah pada sample kalimat ke dua dimana terdapat “nama” sehingga dapat dianalisis pengenalan suara aplikasi ini kurang akurat dalam mengenali nama.

Pada hasil pengujian diatas, pengambilan sample dilakukan pada tempat yang tenang dan tidak bising. Penulis juga menguji pengambilan sample pada tempat bising. lingkungan bising dirancang dengan memutar lagu dengan volume maksimal dari *smartphone* dengan jarak 2.5 Meter dari tempat berbicara dengan tingkat kebisingan ± 55 db(diukur dengan aplikasi Sound Meter).

Tabel 2. *Tabel Pengujian Akurasi Pengenalan Suara di Tempat Bising*

Kalimat	Jumlah Kata	Akurasi						Persentase Akurasi
		Pria 1	Pria 2	Pria 3	Pria 4	Wanita 1	Wanita 2	
Selamat pagi apa kabar	4	4	4	4	4	4	4	100%
Hallo nama saya wendy liga nama kamu siapa	8	7	6	6	7	6	7	81,25%
Untuk menggunakan pengenalan suara , tekan tombol pengenalan suara di halaman utama kemudian masukan suara dan aplikasi akan mencoba mengubah suara	22	21	22	22	22	21	21	97,73%

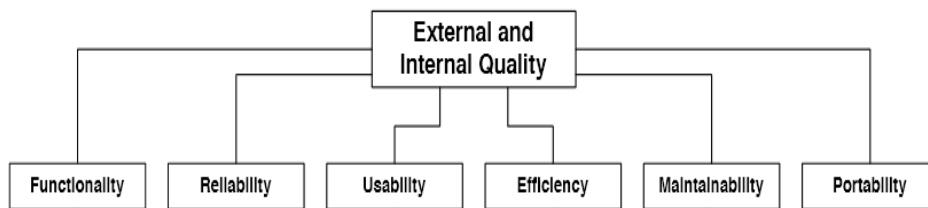
menjadi teks								
Saya tinggal di kota jambi di daerah simpang kawat dan teman saya tinggal di daerah Jakarta	16	16	16	15	16	15	16	97,92%
Total								94,22%

Hasil pengujian diatas seperti terlihat pada tabel 2, terlihat terjadi pengurangan tingkat akurasi sebesar 1.35% menjadi 94,22% .

Dari hasil pengujian diatas baik pada ruangan tenang maupun ruangan bising tingkat akurasi bisa diasumsikan baik diatas 90% dengan catatan tingkat kebisingan disekitar dibawah 55db. Hal yang perlu diperhatikan adalah tingkat kebisingan di lingkungan sekitar yang dapat mengganggu input suara pada aplikasi serta kata-kata nama yang tingkat akurasinya masih kurang.

5.2 Pengujian ISO 9126

ISO 9126 merupakan standart international untuk mengukur tingkat kualitas sebuah perangkat lunak yang dikeluarkan oleh badan ISO (*International Organization for Standardization*)[5].



Gambar 8. *Komponen ISO 9126 [5]*

Penulis menggunakan standart ISO 9126 untuk melakukan pengujian tingkat kualitas sistem.Pada penelitian ini penulis hanya akan menggunakan *Functionality, Reliability, Usability, Efficiency* sebagai tolak ukur penilaian. Hal ini dikarenakan penulis ingin melihat kualitas software dari sisi pengguna. pengguna akan menilai kualitas software ini dengan media kuisisioner yang ada di aplikasi “Deaf Communicator” dimana pertanyaannya disesuaikan dengan ISO 9126.

Dalam menilai hasil standart ISO 9126, maka penulis memerlukan sebuah skala yang dapat mengukur tingkat kualitas dari ISO 9126.pengukuran nilai ISO 9126 dapat menggunakan rumus kelayakan yang dapat dihitung dengan rumus berikut[6] :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor Aktual (f)}}{\text{Skor Ideal (n)}} \times 100\%$$

Gambar 9. *Rumus Menghitung Kelayakan [6]*

Dimana f=Skor Aktual merupakan jumlah rata-rata nilai yang diberikan koresponden dan n=Skor Ideal merupakan skor tertinggi (Diasumsikan nilai tertinggi 5).Persentase ini kemudian akan dibandingkan dengan table kelayakan yang terdapat pada table 3 dimana X merupakan nilai persentase kelayakan.

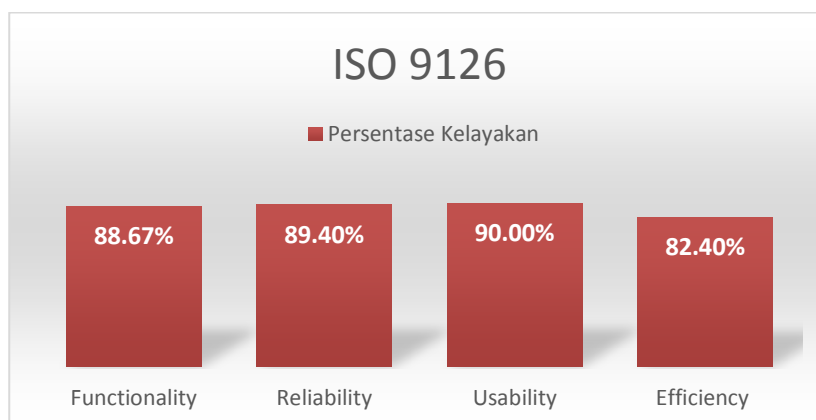
Tabel 3. Tabel Skala Kelayakan[6]

Rentang	Keterangan
$X \geq 90\%$	Sangat Baik
$80\% \leq X < 90\%$	Baik
$70\% \leq X < 80\%$	Cukup Baik
$60\% \leq X < 70\%$	Kurang
$X < 60\%$	Sangat Kurang

Penulis juga menjaga konsistensi data kuisioner agar dapat digunakan pada penelitian, maka dari itu dirumuskan 4 pertanyaan pada kuisioner yang berfungsi untuk menyaring data agar sesuai untuk kepentingan penelitian dan tidak keluar dari batasan masalah. Pertanyaan-pertanyaan ini dijabarkan sebagai berikut :

1. Apakah anda tuli ? (Data yang diproses hanya dari pengguna tunarungu)
2. Seberapa parah tingkat ketulian anda ? (Untuk mendapat data dari pengguna tunarungu dengan tingkat ketulian parah)
3. Apa pendidikan terakhir anda ? (Untuk menyaring data dari pengguna tunarungu yang telah memiliki jenjang pendidikan sebelumnya)
4. Apakah anda menggunakan alat bantu dengar ? (Untuk mendapat data dari pengguna yang tidak memakai alat bantu)

Bedasarkan 59 hasil kuisioner yang masuk, hanya 52 hasil kuisioner yang dapat dijadikan bahan penelitian setelah melewati pemisahan data sesuai pertanyaan-pertanyaan 1-4 agar tetap berada pada batasan masalah dan dapat digunakan untuk penelitian.



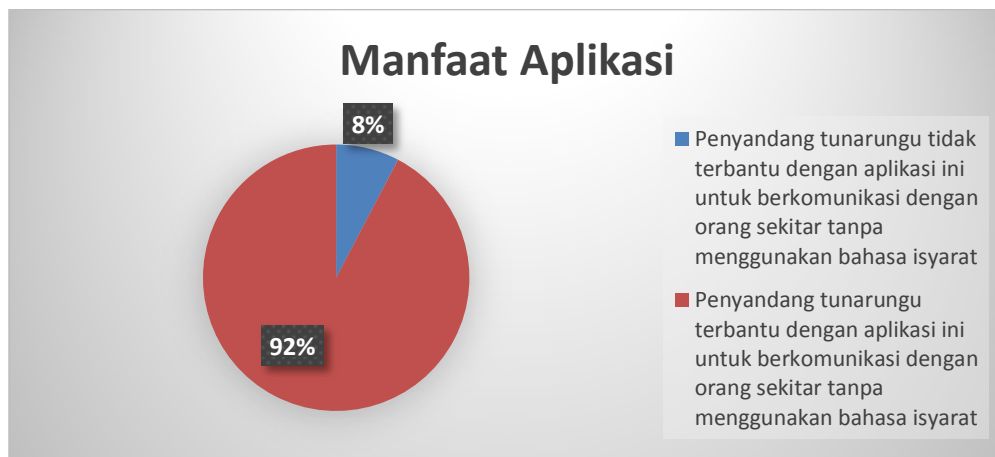
Gambar 10. ISO 9126

Setelah data terproses, maka dapat terlihat persentase kelayakan setiap komponen-komponen penilaian pada ISO 9126 di gambar 10. Komponen *Functionality*, *Reliability* dan *Efficiency* mendapat nilai mutu "Baik" sedangkan *Usability* mendapat mutu "Sangat Baik".

5.3 Pemecahan Permasalahan Penyandang Tunarungu

Aplikasi ini diciptakan untuk berusaha mengurangi batas komunikasi penyandang tunarungu dan orang disekitarnya. Seperti kita ketahui penandang tunarungu berkomunikasi dengan bahasa isyarat karena ketidakmampuan mereka mendengar, akan tetapi 69 penyandang tunarungu menyatakan banyak orang disekitar mereka yang tidak memahami menggunakan bahasa isyarat yang berdampak pada sulitnya penyandang tunarungu untuk berkomunikasi dengan mereka.

Berdasarkan kuisioner pada aplikasi "Deaf Communicator" dapat terlihat respon pengguna aplikasi yang cukup positif pada manfaat aplikasi ini. Sekitar 48 dari 52 atau sekitar 92% orang menyatakan aplikasi ini membantu mereka untuk dapat berkomunikasi dengan orang sekitar tanpa bahasa isyarat yang sebelumnya tidak mungkin dan sisanya 4 orang menyatakan tidak mengalami perubahan apapun.

Gambar 11. *Manfaat Aplikasi*

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Bedasarkan hasil penelitian yang diperoleh sampai tahap implementasi dan pengujian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lingkungan penyandang tunarungu rata-rata tidak mengerti bahasa isyarat yang mereka gunakan, padahal bahasa isyarat merupakan cara penyandang tunarungu berkomunikasi baik ke sesama penyandang tunarungu maupun orang sekitar.
2. Penelitian ini menghasilkan aplikasi komunikasi untuk membantu penyandang tunarungu untuk berkomunikasi dengan orang sekitar tanpa menggunakan bahasa isyarat dan merepson balik dengan *Text to Speech*.
3. Tingkat akurasi *Speech Recognition* pada aplikasi "Deaf Communicator" mencapai 95,57% yang dapat diasumsikan baik dengan catatan tidak ada gangguan suara di lingkungan sekitar (lingkungan hening).
4. Sekitar 92 % penyandang tunarungu yang mengisi kuisisioner pada aplikasi Deaf Communicator menyatakan terbantu untuk berkomunikasi dengan orang sekitar mereka tanpa menggunakan bahasa isyarat.

5.2 Saran

Aplikasi yang dibuat oleh penulis belum sempurna seperti yang diharapkan. berikut merupakan beberapa saran untuk hasil penelitian skripsi ini yang kiranya dapat diperbaiki di penelitian selanjutnya :

1. Pada saat pengujian tingkat akurasi pengenalan suara, terjadi penurunan tingkat akurasi saat terdapat nama orang didalamnya. Pada penelitian selanjutnya , diharapkan pengenalan suara dapat mendukung pengenalan nama orang.
2. Pada saat pengujian tingkat akurasi pengenalan suara, terjadi penurunan tingkat akurasi jika disekitar ada suara bising lebih dari 55db. Pada penelitian selanjutnya disarankan pengenalan suara dapat lebih responsif meskipun di tempat bising.

6. Daftar Rujukan

- [1] Koutroumbas , Konstantinos and Theodoridis , Sergios., 2008. *Pattern Recognition*. New York: CENGAGE Learning
- [2] Deng, Li. Yu, Dong. et.al., 2012. *Deep Neural Network for Acoustic Modeling in Speech Recognition*. IEEE Signal Processing magazine, 29 (6), pp.82-97.
- [3] Gales, Mark & Young, Steve., 2008. *The Application of Hidden Markov Models in Speech Recognition*. Foundations and Trends® in Signal Processing, 1 (3), pp.195-304.
- [4] Hari Bagus Firdaus & Ayu Purwarianti., 2011. *Implementasi Pendidikan Bahasa Indonesia. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, 4 (1), pp.51-57.

-
- [5] Zeiss, B. Vega, D. Schieferdecker, I., 2007. *Applying the ISO 9126 Quality Model to Test Specifications*. Conference: Software Engineering 2007 :Hamburg, Germany.
- [6] Doni Andriansyah., 2017. *Pengukuran Kualitas Sistem Informasi Management Menggunakan Standart ISO 9126*. Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi, 9 (1), pp.1-7.
- [7] M Shalahuddin & Rosa A.S., 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung:Modula.
- [8] Murni Winarsih., 2007. *Intervensi Dini Bagi Anak Tunarungu dalam Pemerolehan Bahasa*. Jakarta:Dikti.
- [9] Kirk, Samuel A., 2015. *Educating Exceptional Children*. Arizona:CENGAGE Learning.
- [10] Nordqvist, Christian., 2015. *Deafness and Hearing Loss: Causes, Symptoms and Treatments* [Online] (Updated 10 Nov 2015) Available at: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/249285.php?page=>. [Accessed November 2016].
- [11] Adi Nugroho., 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*. Yogyakarta:ANDI.
- [12] Krismiaji., 2010. *Sistem Informasi Akutansi*. Yogyakarta:UPP AMP YKPN.