

Analisis dan Perancangan Kamus Interaktif Bahasa Isyarat Indonesia dengan Speech Recognition

Ahmad Zuli Amrullah¹, Khurniawan Eko Saputro²

¹Universitas Bumigora, zuli@universitasbumigora.ac.id

²Universitas Bumigora, eko@universitasbumigora.ac.id

ABSTRAK

Intisari – Menurut data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) pada tahun 2012 terdapat sekitar 9,9 juta anak Indonesia menyandang disabilitas. Sekitar 7.87% dari total jumlah penyandang disabilitas tersebut mengalami tunarungu atau keterbatasan mendengar. Penyandang tunarungu melakukan komunikasi dengan menggunakan Bahasa isyarat. Karena tidak semua orang mengerti dengan bahasa isyarat maka dibutuhkan alat bantu atau aplikasi untuk berkomunikasi dengan penyandang tunarungu. Keterbatasan dalam berkomunikasi antara orang biasa dengan penyandang tunarungu. Oleh karena itu, untuk membantu mahasiswa dan dosen berkomunikasi dengan mahasiswa yang tunarungu maka dibutuhkan aplikasi kamus Bahasa isyarat dengan *Speech Recognition*. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode pengembangan aplikasi *waterfall*. Dimana setiap alur berjalan secara selaras dan memudahkan untuk mencari kesalahan system. Pengujian dilakukan dengan verifikasi kebutuhan untuk memastikan produk perangkat lunak yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

Kata Kunci: Bahasa isyarat; kamus; *speech recognition*;

ABSTRACT

Digest - According to data from the National Socio-Economic Survey (Susenas) in 2012 there were around 9.9 million Indonesian children with disabilities. Around 7.87% of the total number of persons with disabilities experience hearing impairment or hearing impairment. People with hearing impairment communicate using sign language. Because not everyone understands sign language, tools or applications are needed to communicate with deaf people. Limitations in communicating between ordinary people and hearing impaired people. Therefore, to help students and lecturers communicate with students who are fussy, it requires a sign language dictionary application with Speech Recognition. This application development uses the waterfall application development method. Where each flow runs in harmony and makes it easy to find system errors. The test is carried out by verifying the need to ensure that the software product is produced according to the specified specifications.

Keywords: Signal language; dictionary; *speech recognition*;

I. PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) mempublikasikan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) yang menyatakan sebanyak 9,9 juta anak Indonesia adalah anak berkebutuhan khusus (ABK) dalam kategori penyandang disabilitas [1]. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mempublikasikan jumlah anak yang mengalami disabilitas di Indonesia pada tahun 2014. Berdasarkan data susenas 2012 didapatkan estimasi penduduk Indonesia yang menyandang disabilitas sebesar 2,45% dan sekitar 7,87% dari jumlah tersebut mengalami keterbatasan mendengar atau tunarungu [2].

Tuli, tunarungu atau gangguan dengar dalam kedokteran adalah kondisi fisik yang ditandai dengan penurunan atau ketidakmampuan seseorang untuk mendengarkan suara [3]. Penyandang tunarungu merupakan bagian dari masyarakat dengan keterbatasan atau kekurangan pada fisiknya, membuat individu tersebut umumnya kurang mampu untuk menyesuaikan diri pada lingkungan sekitar. Kecacatan pendengaran otomatis berpengaruh pada kemampuan tunarungu dalam berkomunikasi secara langsung dengan

masyarakat pada umumnya. Dengan keterbatasan tersebut sehingga mereka cenderung untuk melakukan komunikasi secara internal dengan komunitasnya.

Untuk melakukan komunikasi dengan masyarakat pada umumnya penderita tunarungu menggunakan bahasa isyarat. Bahasa isyarat merupakan salah satu bentuk komunikasi seorang individu dengan individu yang lainnya. Sama halnya dengan bahasa isyarat tidak bisa lepas dan dipisahkan dari penyandang tunarungu. Bahasa isyarat sangat membantu perkembangan bahasa, kognitif, dan kematangan sosial penyandang tunarungu. Di Indonesia ada dua bahasa isyarat yang digunakan. Pertama, Sistem bahasa isyarat Indonesia atau SIBI. Kedua, Bahasa isyarat Indonesia atau BISINDO[4].

Perkembangan teknologi ikut serta dalam penggunaan alat Bantu komunikasi untuk para penderita tunarungu. Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas) menerbitkan kamus Bahasa isyarat Indonesia selain menggunakan Bahasa isyarat alami. Dengan teknologi memungkinkan dikembangkannya kamus tersebut dalam bentuk kamus elektronis [6]. Hal ini lebih dapat membantu para penderita tunarungu, diharapkan penggunaan kamus elektronik dapat lebih

mudah dan mempercepat penggunaannya. Sehingga mampu untuk mengurangi kesalahan dalam pencarian kata dan ditampilkan dalam bentuk gambar maupun video. Memanfaatkan perkembangan teknologi mempermudah seseorang dalam mendapatkan informasi yang dibutuhkan dengan cepat dan mudah [7].

Sebelumnya penggunaan kamus elektronik sudah pernah dilakukan oleh peneliti lainnya. Adapun kamus elektronik Bahasa isyarat berbasis web [8], desktop [6], dan android [7][9]. Kamus elektronik memiliki pengertian sebagai sebuah kamus yang berbasis komputer [10]. Penggunaannya dapat membantu memahami Bahasa isyarat dan sebagai alat komunikasi.

Penggunaan bahasa isyarat sangat perlu dipelajari untuk dapat melakukan komunikasi. Akan tetapi tidak semua orang mempelajari bahasa isyarat yang sehingga tidak dapat melakukan komunikasi secara langsung dengan penyandang tuna rungu. Untuk itu diperlukan seorang penerjemah atau orang yang ahli dalam bahasa isyarat. Mengatasi masalah itu para peneliti mencoba membuat alat atau aplikasi yang dapat digunakan untuk menterjemahkan bahasa isyarat ke teks maupun suara.

Salah satu aplikasi berbasis komputer adalah I-CHAT (I CAN HEAR AND TALK) yang dikembangkan oleh Telkom Indonesia sebagai bentuk implementasi Corporate Social Responsibility (CSR). Aplikasi ini berbentuk kamus yang menampilkan gambar atau video untuk merepresentasikan setiap kata. Penggunaan aplikasi ini diharapkan berguna bagi komunitas tunarungu dan guru Sekolah Luar Biasa (SLB). Sistem ini hanya mengartikan per kata dan tidak bisa melakukan terjemahan sebuah kalimat dari inputan teks[12].

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh El-Gayyar et al membuat sebuah framework berbasis mobile untuk melakukan penerjemahan dari Bahasa arab ke Bahasa isyarat arab [13]. Proses pengolahan kata dan penerjemahannya menggunakan Microsoft Arabic Toolkit Service (Microsoft ATKS). Layanan tersebut hanya dapat digunakan hanya pada beberapa Bahasa dan belum mendukung untuk Bahasa Indonesia.

Teranai dalam penelitiannya membuat sebuah framework berbasis web untuk menterjemahkan kata ke Bahasa isyarat [14]. Terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini dalam pengolahan teks dan proses pencarian. Akurasi sekitar 80% dan belum bisa mengatasi masalah kata yang kosong atau tidak terdapat dalam kamus. Selain itu terjadi kesalahan dalam penyortiran kata.

II. TINJUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Dalam tinjauan pustaka ini dijelaskan mengenai perkembangan yang diperoleh dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang konversi dari suara atau teks menjadi Bahasa isyarat Indonesia. Terdapat banyak metode yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, seperti berikut ini:

Mahmoed, et all [13] pada penelitiannya membuat sebuah framework berbasis mobile untuk

menterjemahkan suara ke bahasa isyarat Arab. Aplikasi mobile yang dibuat menghasilkan kartun avatar dari masukan suara. Peneliti ini menggunakan Google Speech API untuk pengenalan suara dan Microsoft ATKS untuk text processing. Kekurangannya hanya dapat digunakan menggunakan bahasa Arab.

Dengan adanya teknologi-teknologi tersebut maka munculnya alat komunikasi yang membantu orang lain ataupun penderita tuna rungu untuk belajar seperti I-CHAT [12], aplikasi kamus berbasis web [8], e-dictionary [6] dan lainnya. Kamus digital tersebut menampilkan setiap kata ke dalam Bahasa isyarat dalam bentuk gambar atau video. Aplikasi-aplikasi tersebut membantu orang untuk mengetahui menterjemahkan setiap kata kedalam Bahasa isyarat dan sebagai sarana komunikasi. Namun belum ada aplikasi berbasis mobile yang dapat menterjemahkan kata atau kalimat secara waktu nyata menjadi Bahasa isyarat Indonesia.

A. Bahasa Isyarat Indonesia

Bahasa Isyarat adalah bahasa yang mengutamakan komunikasi manual, bahasa tubuh, dan gerak bibir, bukannya suara, untuk berkomunikasi [25]. Penyandang tunarungu adalah kelompok utama yang menggunakan bahasa ini, biasanya dengan mengkombinasikan bentuk tangan, orientasi dan gerak tangan, lengan, dan tubuh, serta ekspresi wajah untuk mengungkapkan pikiran mereka.

Bertentangan dengan pendapat banyak orang, pada kenyataannya belum ada bahasa isyarat internasional yang sukses diterapkan. Bahasa isyarat unik dalam jenisnya di setiap negara. Bahasa isyarat bisa saja berbeda di negara-negara yang berbahasa yang sama. Contohnya, Amerika Serikat dan Inggris meskipun memiliki bahasa tertulis yang sama, memiliki bahasa isyarat yang sama sekali berbeda (American Sign Language dan British Sign Language). Hal yang sebaliknya juga berlaku. Ada negara-negara yang memiliki bahasa tertulis yang berbeda (contoh: Inggris dengan Spanyol), namun menggunakan bahasa isyarat yang sama.



Gambar 2.1 Contoh Bahasa Isyarat [11]

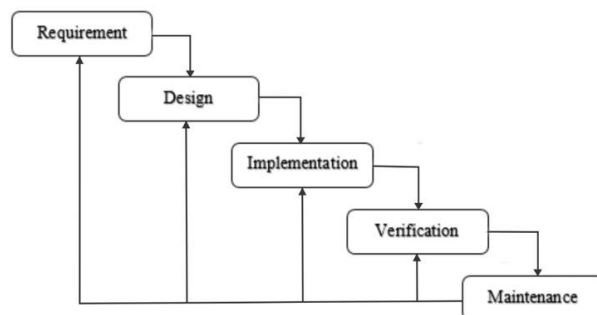
B. Pemrosesan Teks

Pemrosesan teks atau text processing mengacu pada mekanisme penciptaan atau manipulasi teks elektronik [31]. Teks biasanya mengacu pada semua kata alfanumerik sesuai dengan papan tombol yang digunakan pengguna. Istilah Pemrosesan teks yang dimaksud mengacu pada pemrosesan otomatis berbeda dengan manipulasi yang dilakukan secara manual.

Parsing adalah suatu proses menganalisa suatu kumpulan kata dengan memisahkan kata tersebut dengan menentukan struktur sintaksis dari tiap kata tersebut. Case folding adalah mengubah semua huruf dalam dokumen menjadi huruf kecil. Hanya huruf 'a' sampai dengan huruf 'z' yang diterima. Karakter selain huruf dihilangkan dan dianggap sebagai delimiter. Sedangkan tokenizing adalah tahap pemotongan string input berdasarkan kata yang menyusunnya.

C. Model Waterfall

Pada pengembangan aplikasi kamus Bahasa isyarat dengan *Speech Recognition* ini menggunakan metode *waterfall*. Metode Waterfall merupakan salah satu model dalam proses pengembangan perangkat lunak. Metode Waterfall adalah suatu proses pengembangan perangkat lunak berurutan, di mana kemajuan dipandang sebagai terus mengalir ke bawah (seperti air terjun) melewati fase-fase perencanaan, pemodelan, implementasi (konstruksi), dan pengujian.



Gambar 2.2 Waterfall [32]

D. Verifikasi Kebutuhan

Dalam mengukur sebuah perangkat lunak apakah sudah sesuai dengan spesifikasi, maka dibutuhkan tahapan verifikasi dan validasi terhadap kebutuhan system. Verifikasi terhadap kebutuhan perangkat lunak adalah tahapan dari rekayasa perangkat lunak untuk memastikan produk yang dihasilkan dari aktivitas pengembangan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sedangkan validasi merupakan tahapan untuk memberikan penilaian produk sesuai dan memuaskan keinginan pemangku kepentingan.

Mengacu pada standar IEEE 830-1998 (IEEE, 1998), verifikasi dan validasi dari spesifikasi kebutuhan

diharuskan memiliki kriteria antara lain: Tepat, Tidak rancu, lengkap, konsisten, dirangking berdasarkan kepentingannya, dapat diverifikasi, dapat dimodifikasi, dan dapat dilacak.

III. METODOLOGI

Metodologi dalam penelitian ini menggunakan model Waterfall. Dimana proses menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung.

A. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, maka diperoleh kebutuhan pengguna sebagai berikut.

1. Aplikasi dapat menunjukkan contoh gerakan bahasa isyarat melalui video,
2. Aplikasi tidak memberatkan kinerja sistem operasi ataupun kapasitas penyimpanan perangkat yang digunakan.
3. Aplikasi mempunyai antarmuka yang ramah, mudah untuk dioperasikan.

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam membangun aplikasi kamus Bahasa isyarat Indonesia antara lain:

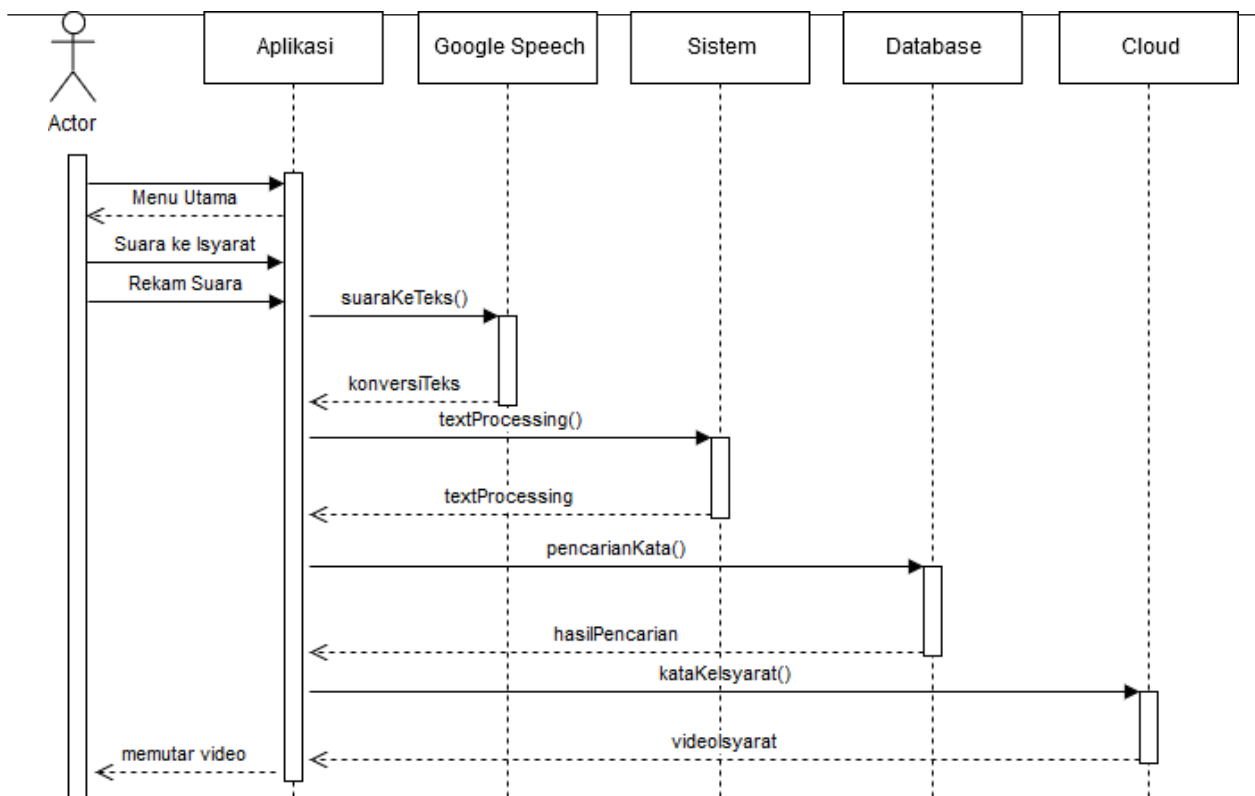
1. Prosesor Intel Core i7
2. RAM 8 GB
3. Kartu grafis 1GB
4. Kamera Video

Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam membangun aplikasi kamus bahasa isyarat Indonesia antara lain:

1. Android Studio
2. Android Software Development Kit
3. Java Development Kit
4. Adobe Premier

B. Unified Modeling Language

Desain system pada perancangan aplikasi kamus Bahasa isyarat Indonesia ini menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). Berikut sequence diagram dari aplikasi tersebut.

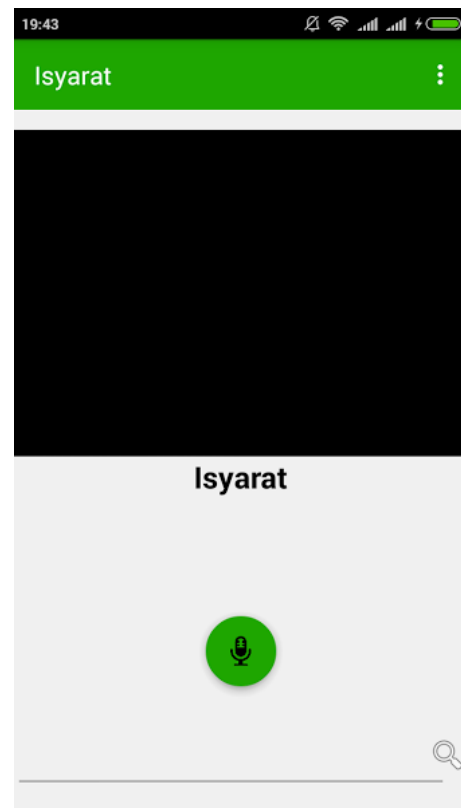


C. Desain User Interface

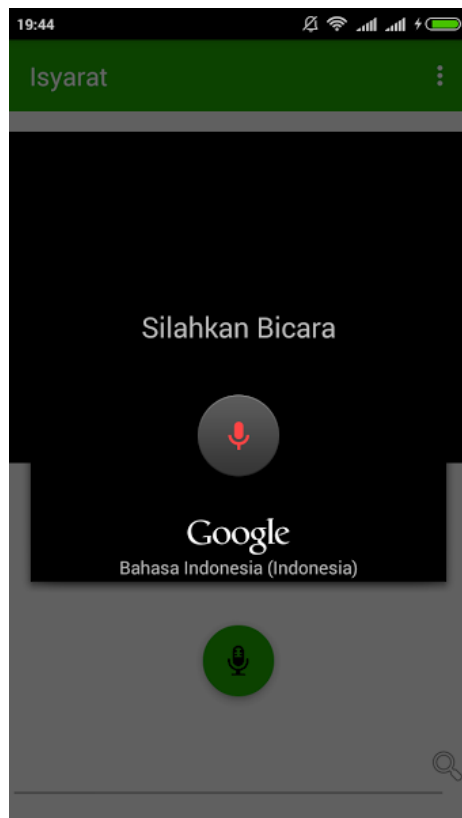
Aplikasi penerjemah suara tutur ke Bahasa isyarat Indonesia berbasis android ini dikembangkan untuk media komunikasi antara orang normal dengan penyandang tunarungu. Dengan sistem yang berjalan secara waktu nyata akan memudahkan orang berkomunikasi secara langsung dengan penderita tuna rungu. Pengguna hanya memasukkan suara ke aplikasi kemudian aplikasi mengolah inputan suara menjadi Bahasa isyarat Indonesia.

Dalam perancangan sistem ini, memiliki beberapa langkah perancangan dimulai dari perancangan alur sistem sampai perancangan pada setiap proses. Berikut ditampilkan mockup atau rancangan desain awal aplikasi pada Gambar 3.2.

Pada rancangan tampilan menu utama pada Gambar 3.2 diatas menampilkan beberapa bagian yang berisi tampilan video, tombol mikropon untuk masukan suara, tampilan teks, dan teks hasil inputan suara. Pada tampilan video akan menampilkan translasi dari inputan suara yang berupa kata ataupun kalimat. Dalam tampilan teks akan memberikan informasi tentang video yang dijalankan. Tombol masukan suara untuk memanggil Google Speech API yang berguna untuk merubah suara ke teks. Terakhir teks hasil inputan dari suara yang diberikan oleh pengguna



Gambar 3.2 Rancangan Tampilan Utama



Gambar 3.3 Rancangan Masukan suara

Pada Gambar 3.2 untuk melakukan masukan dari suara maka terlebih dahulu menekan tombol mikrofon. Tombol itu untuk memanggil Google Speech API yang berfungsi untuk mengkonversi suara ke teks. Setelah tombol ditekan maka akan muncul kotak dialog untuk merekam masukan suara ditunjukkan pada Gambar 3.3.

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai implementasi sistem, verifikasi dan validasi kebutuhan system. Pengujian dilakukan untuk mengukur kesesuaian spesifikasi perangkat lunak yang telah ditentukan dan juga untuk mendapatkan kesimpulan dan saran untuk pengembangan kedepan bagi implementasi aplikasi sejenis.

Uji coba yang dilakukan meliputi kesesuaian struktur, kesesuaian pencarian kata dan waktu yang diperlukan untuk melakukan pencarian. Pada uji coba sistem yang berbasis aplikasi android ini menggunakan ponsel pintar dengan spesifikasi chipset snapdragon 410, RAM 1 GB, Flash ROM 8 GB dan sistem operasi android 4.4.4 (KitKat). Ketika masuk ke dalam aplikasi, maka terlebih dahulu melihat splash screen sebelum masuk ke menu utama. Dalam aplikasi ini pada halaman pertama memiliki video player, tombol masukan teks dan suara.

Dari hasil verifikasi kebutuhan pada tabel 1, dapat disimpulkan bahwa aplikasi kamus Bahasa isyarat Indonesia yang dibuat sudah sesuai dengan kelayakan pada pengembangan perangkat lunak.

Tabel 1 Daftar Pengecekan Pertanyaan

Item	Verifikasi
Ketepatan	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi dapat direalisasikan sesuai sequence diagram, • Kebutuhan model analisis terpenuhi
Kerancuan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terdapat kerancuan pada aplikasi
Kelengkapan	<ul style="list-style-type: none"> • Semua atribut dan metode sudah terdapat pada model analisis • Semua kondisi sesuai kebutuhan fungsional • Referensi sudah didefinisikan sepenuhnya
Konsistensi	<ul style="list-style-type: none"> • Atribut didefinisikan sekali saja • Metode didefinisikan sekali saja
Dapat diverifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Kuantitas spesifikasi dapat diukur • Pengujian dengan scenario kasus
Dapat dimodifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Struktur SRS sesuai dengan struktur model
Dapat dilacak	<ul style="list-style-type: none"> • Penomoran pada atribut dan metode yang digunakan dapat dilacak • Setiap kebutuhan dapat ditelusuri

V. KESIMPULAN

Perancangan aplikasi kamus Bahasa isyarat Indonesia dengan *Speech Recognition* ini sudah sesuai dengan kebutuhan perancangan perangkat lunak dengan metode *Waterfall*. Hasil Verifikasi kebutuhan yang dilakukan menunjukkan bahwa analisis dan perancangan aplikasi sudah tepat, tidak rancu, lengkap, konsisten, dapat diverifikasi, dapat dimodifikasi dan dapat dilacak. Sesuai dengan standar IEEE 830-1998.

Aplikasi ini dapat dijadikan sebagai media pembelajaran bagi siapa saja yang ingin belajar Bahasa isyarat Indonesia. Dengan penggunaan *Speech Recognition* memudahkan pengguna untuk mencari kata atau kalimat dalam Bahasa Isyarat Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Tua, D. A. N. Masyarakat, and D. S. Winarsih, "ANAK BERKEBUTUHAN KHUSUS BAGI PENDAMPING," 2013.

- [2] K. Kesehatan, "Infodatin Disabilitas." Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 2014.
- [3] "Tuna Rungu." [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/Ketuliaan>.
- [4] "BISINDO." [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Bahasa_Isyarat_Indonesia.
- [5] U. D. Negara, R. Indonesia, N. Indonesia, A. Yang, M. Kuasa, P. N. Indonesia, K. K. Indonesia, U. Undang, D. Negara, N. R. Indonesia, K. Yang, M. Esa, P. Indonesia, K. Sosial, U. D. Bab, B. Dan, K. Pasal, N. Indonesia, N. Kesatuan, U. Dasar, N. Indonesia, B. A. B. Ii, M. Permusyawaratan, R. Pasal, M. P. Rakyat, D. P. Rakyat, D. P. Daerah, M. P. Rakyat, I. K. Negara, and M. P. Rakyat, "No Title," no. 2, pp. 1–19, 1945.
- [6] Z. and A. Aang Subiyakto, "KAMUS ELEKTRONIK SISTEM ISYARAT BAHASA INDONESIA (ELECTRICAL DICTIONARY OF INDONESIAN LANGUAGE ...," no. January 2008, 2014.
- [7] N. D. Wulandari and A. Rakhmadi, "Pembuatan aplikasi kamus bahasa isyarat untuk tuna rungu dan tuna wicara berbasis android," 2014.
- [8] Y. Fauziah, B. Yuwono, and D. W. P. Cornelius, "BAGI TUNARUNGU DALAM BAHASA INDONESIA BERBASIS WEB."
- [9] L. S. Malang, S. T. Informatika, K. Indonesia, G. Exaggerated, C. M. View, A. Rijndael, S. Teknik, P. Data, and L. S. Malang, "Perancangan Tutorial Bahasa Isyarat Berbasis Android bagi Anak Tuna Rungu," no. July, 2017.
- [10] "kamus elektornik." 2017. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Kamus_elektronik.
- [11] Sutarman, M. A. Majid, and J. M. Zain, "A review on the development of Indonesian sign language recognition system," *J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 11, pp. 1496–1505, 2013.
- [12] A. W. Yanuardi, S. Expert, and B. Nainggolan, "I C AN H EAR AND T ALK (I -CHAT) AS ASEAN S IGN L ANGUAGE C OMPUTER A PPLICATION FOR H EARING," pp. 36–40.
- [13] M. M. El-Gayyar, A. S. Ibrahim, and M. E. Wahed, "Translation from Arabic speech to Arabic Sign Language based on cloud computing," *Egypt. Informatics J.*, vol. 17, no. 3, pp. 295–303, 2016.
- [14] T. Vichyaloetsiri, "Web Service Framework to Translate Text into Sign Language," 2017.
- [15] F. Mandita and T. Anwar, "Comparison Binary Search and Linear Algorithm for German-Indonesian Sign Language Using Markov Model," pp. 111–115, 2014.
- [16] N. Aouiti, "Towards an automatic translation from Arabic text to sign language," *2013 4th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Access. ICTA 2013*, 2013.
- [17] A. W. Yanuardi, S. Prasetyo, and J. A. P. P., "Indonesian Sign Language Computer Application for The Deaf," pp. 89–92, 2010.
- [18] Z. Wang, J. Qi, and Y. He, "Design and Implementation of a New Chinese Word Segmentation Dictionary for the Personalized Mobile," vol. 2013, no. February, pp. 81–85, 2013.
- [19] M. M. S. Nair, M. N. A., and S. M. Idicula, "Conversion of Malayalam Text to Indian Sign Language Using Synthetic Animation," pp. 1–4, 2016.
- [20] M. B. Yahya, "Penerapan Metode Interpolation Search Untuk Melakukan Pencarian Pada Aplikasi Translator Huruf Pegon Jawa – Bahasa Indonesia," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2015.
- [21] F. Pisceldo, M. Adriani, and R. Manurung, "Probabilistic Part of Speech Tagging for Bahasa Indonesia," *Proc. 3rd Int. MALINDO Work. Coloca. event ACL-IJCNLP*, 2009.
- [22] Z. A. Halawani SM, "An avatar based translation system from Arabic speech to Arabic sign language for deaf people," *Int J Inf Sci Educ*, vol. 2, no. ISSN, pp. 13–20, 2012.
- [23] E. E. Abdallah and E. Fayyumi, "Assistive Technology for Deaf People Based on Android Platform," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 94, no. Fnc, pp. 295–301, 2016.
- [24] M. H. Pradikja, H. Tolle, and K. C. Brata, "Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Isyarat Berbasis Android Tablet," vol. 2, no. 8, 2018.
- [25] Wikipedia, "Bahasa Isyarat." [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Bahasa_isyarat.
- [26] P. S. dan T. Hernawati, *Ortodidaktik Tunarungu*. Jakarta: Depdikbud, 1996.
- [27] Lani Bunawan, *Komunikasi Total*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1997.
- [28] "Google Speech." [Online]. Available: <https://cloud.google.com/speech/>.
- [29] K. Fuadi, "Pengenalan NLP (Natural Language Processing) dengan Python Contents," pp. 1–13, 2013.
- [30] R. Izatul, "Aplikasi Penerjemah Kalimat Tunggal Bahasa Indoensia Kedalam Bahasa Jawa," UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG, 2014.
- [31] "Text Processing." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Text_processing.
- [32] "Binary Search." [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_search_algorithm.
- [33] N. Afifah, M. Yuliana, and T. B. Santoso, "Pembuatan Kamus Elektronik Kalimat Bahasa Indonesia dan Bahasa Jawa Menggunakan Markov Model," pp. 5–8, 2012.
- [34] R. Thareja, *Data Structures*, 2nd Editio. New Delhi: Oxford University Press, 2014.
- [35] "I-CHAT." [Online]. Available: <http://id.i-chat.org/>. [Accessed: 12-Sep-2017].
- [36] R. Septiari, H. Haryanto, and L. Belakang, "KE VIDEO GERAKAN BAHASA ISYARAT DENGAN METODE SPEECH RECOGNITION (HIDDEN MARKOV MODEL)," vol. 2012, no. Semantik, pp. 349–355, 2012.