

Konversi Bahasa Indonesia Ke BISINDO Menggunakan JASigning dengan Metode Lookup Table

Wensi Sekarsari^{#1}, Arif Bijaksana Putra Negara^{*2}, Rudy Dwi Nyoto^{#3}

*#Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H.Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78115*

¹wensisekarsari@student.untan.ac.id

²arifbpn@informatika.untan.ac.id

³rudydn@informatika.untan.ac.id

Abstrak

Keterbatasan jumlah juru bahasa isyarat untuk BISINDO dapat menghambat terwujudnya proses komunikasi, baik antara Teman dengar dan Teman Tuli maupun sebaliknya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut penelitian yang dilakukan bertujuan membuat sistem yang langsung dapat mengkonversi masukan berupa teks Bahasa Indonesia (yang sebelumnya telah dibuat juga kedalam bentuk HamNoSys) menjadi gerakan isyarat BISINDO yang dapat dianimasikan dengan menggunakan JASigning. Sistem konversi yang dirancang sangat bergantung pada algoritma pencarian dan pencocokan kata dengan simbol HamNoSys pada basis data sehingga metode Lookup Table digunakan untuk menyederhanakan komputasi dan mempermudah proses konversi. Kata - kata yang digunakan untuk penelitian diambil berdasarkan frekuensi kata yang paling sering muncul dalam buku cerita "Asal Mula Kota Pontianak". Kata - kata ini kemudian akan disusun menjadi kalimat uji yang akan digerakkan dengan menggunakan animasi 3D JASigning. Kualitas gerakan isyarat yang dihasilkan dapat diukur dengan aspek intelligibility dan acceptability dengan WER dan Skala likert sebagai instrumen penilaiannya. Hasil pengujian menunjukkan terhadap 10 Kalimat yang diujikan WER mendapatkan skor 94% dan 9 dari 10 kalimat yang diujikan mendapatkan rentang skor likert 75%-99%, ini berarti sistem konversi yang dibangun sudah memiliki intelligibility dan acceptability yang tinggi untuk gerakan isyarat BISINDO yang dihasilkan.

Kata kunci: konversi, BISINDO, HamNoSys, JASigning, intelligibility dan acceptability

Indonesian Text to BISINDO Conversion Using JASigning with Lookup Table Method

Abstract

The limitation of language translators for BISINDO can hamper the realization of the communication process, both between fully hearing person and hearing impaired person (Deaf) vice versa. To overcome these problems, the research conducted aims to create a system that can convert input in the form of Indonesian text (that has been previously made in the form of HamNoSys) into BISINDO gesture that can be animated using JASigning. The designed conversion system relies heavily on search and matching algorithms between words and the HamNoSys symbol in the database, these makes Lookup Table method is used to simplify computing and ease the conversion process. The words used for the research were taken based on the frequency of the words that most often appear in the folklore book entitled "The Origin of the Pontianak City". These words will then be arranged into test sentences which will be gestured using 3D JASigning animation. The quality of the gesture produced can be measured by two aspects, intelligibility and acceptability with the Word Error Rate (WER) and likert scale as an assessment instrument. The test results show that from the 10 Sentences tested by WER, its received a score of 94% and 9 of the 10 sentences tested received Likert score range of 75% -99%. This means that the conversion system designed had high intelligibility and acceptability for the generated BISINDO gesture.

Keywords: Conversion, BISINDO, HamNoSys, JASigning, Intelligibility and Acceptability

I. PENDAHULUAN

Bahasa isyarat adalah bahasa utama yang digunakan oleh masyarakat yang tuli dalam berkomunikasi. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai macam bahasa isyarat, namun yang paling umum digunakan adalah Sistem

Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Penggunaan kedua bahasa ini berdasarkan tingkat responnya menghasilkan sebagian besar responden tunarungu menjawab sangat setuju dengan menggunakan BISINDO (48%) dan setuju (43%) dibanding dengan menggunakan SIBI yang sangat setuju

(2%) dan setuju (6%)[1]. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa BISINDO lebih ramah digunakan tunarungu sebagai komunikasi dibandingkan SIBI.

Pada tahun 1994 – 1996 Kementerian Kesehatan mengadakan survey di 7 provinsi di Indonesia yang menyimpulkan bahwa sebanyak 0,1 % dari seluruh angka kelahiran akan mengalami ketulian Kongenital (Tuli sejak lahir). Hal ini berarti dari 1.000.000 kasus kelahiran maka 1000 diantaranya diperkirakan mengalami ketulian. Tingginya angka tersebut secara otomatis juga meningkatkan kebutuhan akan komunikasi yang baik bagi penderita ketulian agar mereka tetap dapat bersosialisasi dengan nyaman dan tidak merasa terisolir dalam masyarakat.

Komunikasi antara masyarakat tuli dan masyarakat umum idealnya membutuhkan kehadiran seorang penerjemah yaitu juru bahasa isyarat. Menurut data yang dihimpun oleh Pusat Layanan Jurubahasa (PLJ) pada tahun 2016, Indonesia hanya memiliki 34 orang juru bahasa isyarat sementara itu berdasarkan data proyeksi dari Badan Perencanaan Pembangunan Nasional angka kelahiran total tahun 2015-2020 berkisar 9,6 juta jiwa [2] dan jika dihitung dengan persentase seperti diatas maka pada rentang tahun tersebut sebesar 0,1 % atau 9.600 jiwa dari 9,6 juta jiwa diperkirakan akan mengalami ketulian. Timpangnya jumlah juru bahasa yang tersedia dengan jumlah masyarakat yang lahir dengan kondisi tuli ini akan menghambat komunikasi mereka dengan masyarakat.

Seiring perkembangan teknologi, permasalahan minimnya juru bahasa isyarat sudah dapat diselesaikan dengan sistem konversi seperti pada penelitian [3]-[6] yang memberikan masukan berupa ucapan ataupun teks yang kemudian divisualisasikan gerakan isyaratnya menggunakan animasi 3D ataupun video. Namun, sistem konversi yang sudah ada tersebut hanya tersedia dalam bahasa isyarat Inggris, Amerika, India dan SIBI, sedangkan untuk BISINDO sendiri belum terdapat alternatif untuk permasalahan minimnya juru bahasa isyarat sehingga penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan sistem yang dapat mengubah teks Bahasa Indonesia menjadi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan JASigning dengan metode *Lookup Table*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. BISINDO

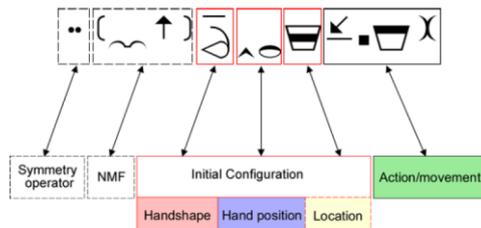
BISINDO adalah bahasa isyarat yang diciptakan dan dicetuskan oleh seorang penyandang tunarungu yaitu Dimiyati Hakim (Ketua DPP PERTRI). Penelitian yang pertama kali dilakukan oleh Dimiyati Hakim adalah membedakan bahasa isyarat di Indonesia berdasarkan bentuk struktural dan konseptual dengan memaparkan fungsi, maksud, tujuan, dan lingkup penggunaannya.

B. HamNoSys

Sistem Notasi Hamburg (HamNoSys) adalah sistem yang digunakan untuk menuliskan isyarat, seperti huruf fonetik yang digunakan untuk bahasa lisan. HamNoSys mampu menggambarkan semua isyarat yang digunakan dalam semua bahasa isyarat. Itu tidak bergantung pada perbedaan percakapan bahasa isyarat dari satu negara ke

negara lainnya dan karenanya itu bisa digunakan secara internasional [7].

Notasi HamNoSys (Gambar 1) untuk satu isyarat terdiri dari deskripsi postur awal (*hand shapes, hand orientation* dan *location*) ditambah dengan tindakan mengubah postur tersebut secara berurutan atau sejajar. Spesifikasi *symmetry operator*, *nonmanual features* dan lokasi adalah optional. *Symmetry operator* digunakan apabila isyarat menggunakan kedua tangan. *Nonmanual features* digunakan apabila terdapat penggunaan selain tangan seperti ekspresi wajah, gerakan mulut, gerakan kepala. Jika spesifikasi lokasi tidak ada, maka lokasi akan diasumsikan default.



Gambar. 1 General structure of HamNoSys

C. Sigml

SiGML adalah *Signing Gesture Mark-up Language*. SiGML ini menggambarkan simbol HamNoSys ke dalam bentuk tag XML (*Extensible Markup Language*). Representasi SiGML yang dibuat dari notasi HamNoSys tentang bahasa isyarat dapat dibaca oleh perangkat lunak rendering 3D [8].

SiGML dikembangkan di East Anglia (UEA) untuk menentukan urutan dari isyarat. Penulisan SiGML berbentuk XML dan menggunakan tag yang berbeda untuk merepresentasikan simbol HamNoSys yang sesuai. Hal ini diberikan sebagai *input* ke server animasi untuk menghasilkan *frames* yang mana mendefinisikan pose dari avatar [9]. Tabel I Menunjukkan contoh SiGML dan HamNoSys dari kata "Jealous" dalam *British Sign Language* (BSL).

TABEL I

NOTASI SIGML DAN HAMNOSYS DARI KATA JEALOUS.

HamNoSys	SiGML
	<sigml>
	<hns_sign gloss="Jealous">
	<hamnosys_nonmanual>
	</hamnosys_nonmanual>
	<hamnosys_manual>
□□□ Bentuk Tangan	<hamfinger2345/>
□ Extended Finger	<hamthumboutmod/>
Orientation	<hamfingerhookmod/>
□ Orientasi Telapak	<hamextfingerul/>
Tangan	<hampalmdl/>
□ Lokasi Tangan	<hamchest/>
□ Kedekatan Tangan	<hamclose/>
□ Gerakan Tangan	<hammover/>
	</hamnosys_manual>
	</hns_sign>
	</sigml>

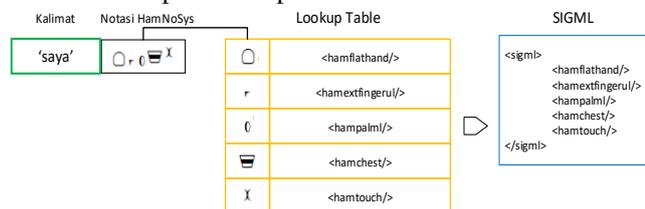
D. JASigning

JASigning (Java Avatar Signing) adalah avatar sintetik untuk isyarat tuli, yang ditulis dalam bahasa pemrograman Java [10]. JASigning ini didasarkan pada teknik animasi komputer 3D konvensional sehingga pengguna memiliki avatar virtual yang dapat melakukan gerakan isyarat. JASigning menggunakan SiGML sebagai masukan untuk avatar virtual yang akan menghasilkan keluaran berupa representasi gerakan isyarat yang dilakukan oleh avatar virtual tersebut.

E. Lookup Table

Lookup Table adalah Array atau matriks data yang berisi item yang dicari. Tabel pencarian ini dapat diatur sebagai pasangan nilai kunci yang merupakan item atau data yang dicari (*looked up*) dan nilainya adalah data aktual atau petunjuk ke tempat data berada. Tidak jarang, tabel pencarian hanya berisi item data (hanya nilai, bukan pasangan nilai kunci) [11]. Lookup Table secara umum adalah tabel yang berisi daftar data yang tetap. Data ini tidak sering berubah dan dapat dijadikan sebuah referensi untuk pencarian data jika diperlukan. Contoh data ini dapat berupa daftar produk, jenis kategori, daftar pemasok, nama negara, kode pos, kode area telepon, dll.

Sebagai contoh; Pada penelitian yang akan dilakukan, lookup table digunakan sebagai tabel referensi untuk konversi simbol menjadi bentuk tag XML sehingga saat program menerima input berupa notasi hamnosys yang terdiri atas simbol – simbol maka sistem dapat secara langsung menentukan bentuk SIGML nya tanpa perlu di input secara manual bentuk SIGML untuk notasi tersebut. Ilustrasi ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2 Contoh lookup table

F. Pengujian Kualitas Isyarat

Sangat penting bahwa sistem menyampaikan informasi yang berguna dengan cara yang bermanfaat dan dapat diterima oleh pengguna tuna rungu. Mengukur kualitas dari suatu isyarat dapat menjadi Salah satu metode evaluasi untuk mengetahui seberapa besar manfaat dan kegunaan yang didapat dari sistem yang diteliti. Dua aspek utama yang dapat dijadikan kriteria pengukuran kualitas suatu isyarat adalah *Intelligibility* dan *Acceptability* [3].

1. Intelligibility

Menurut bahasa *intelligibility* berarti kejelasan atas suatu hal. Mengukur aspek kejelasan dalam komunikasi bertujuan untuk mengetahui seberapa mudah suatu ucapan dapat dipahami oleh *audience*. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Guntoro [12] yang mengukur intelligibility dari model TTS (Text To Speech) yang mereka ajukan menggunakan *Word Error Rate*.

Bagaimanapun juga, di dalam bahasa isyarat komunikasi yang berlangsung lebih banyak menggunakan gerakan dibandingkan dengan ucapan oleh karena itu penggunaan ucapan digantikan dengan komunikasi melalui bahasa tubuh sehingga pengukuran aspek kejelasan pun akan dinilai dari seberapa mudah target *audience* untuk memahami gerakan yang diperlihatkan. Aspek ini juga akan diukur menggunakan metode WER.

2. Acceptability

Pengukuran kualitas isyarat berdasarkan aspek *intelligibility* sebenarnya sudah cukup untuk menilai apakah gerakan isyarat yang dihasilkan sudah cukup baik (jelas) atau tidak. Namun sayangnya penilaian berdasarkan aspek *intelligibility* ini hanya mengukur dari sisi objektif penelitian saja, dalam artian hasil yang didapat itu murni hanya dari membandingkan tingkat *error* dari kata dalam kalimat yang diujikan tanpa memperdulikan sisi subjektif nya, yaitu si target audience atau sahabat Tuli itu sendiri. Oleh karena itu pengukuran dari sisi subjektif juga perlu dilakukan agar hasil yang didapat lebih komperhensif. Penelitian [3] mengajukan pengukuran aspek “*acceptability*” sebagai salah satu standar pengukuran yang bersifat subjektif untuk kualitas isyarat. Aspek ini juga akan diukur menggunakan metode skala likert.

G. Word Error Rate (WER)

Setiap kata dalam kalimat yang dihipotesiskan dibandingkan dengan kalimat referensi dan setiap kata yang tidak cocok (dimasukkan, dihapus atau diganti) dihitung sebagai kesalahan dan dibagi dengan jumlah total kata dalam kalimat referensi [13]. Penelitian yang diajukan menggunakan pengujian ini untuk membandingkan gerakan JASigning dalam merepresentasikan isyarat BISINDO dengan kalimat teks pengujian. Kemudian hasil perbandingan tersebut dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$WER = \frac{S+D+I}{N_r}$$

(1)

Keterangan.

S = jumlah kata yang terganti pada kalimat yang telah didengarkan dan ditulis kembali

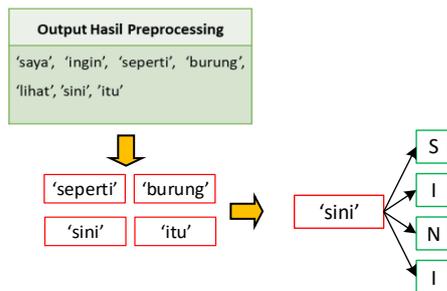
D = jumlah kata yang terhapus

I = jumlah kata yang bertambah

Nr = jumlah kata pada kalimat

H. Skala Likert

Skala likert digunakan untuk menganalisis hasil dari pengumpulan data uji menggunakan kuesioner. penggunaan skala pengukuran yang tepat pada kuesioner, dalam hal datanya; nominal, ordinal, interval dan ratio lebih disarankan untuk menggunakan pertanyaan tertutup. Skala dapat berjumlah genap atau ganjil. Untuk penelitian di Indonesia disarankan menggunakan skala Likert genap misalnya dengan 4 tingkat (berarti skala genap) yaitu: 1 (sangat setuju), 2 (setuju), 3 (kurang setuju) dan 4 (tidak setuju). Sebab terdapat kecenderungan bahwa individu di Indonesia cenderung bersikap netral, apabila demikian responden lebih mempunyai sikap kepada setuju atau tidak setuju. Namun apabila menggunakan skala Likert ganjil, misalnya lima tingkat skala Likert seperti: 1



Gambar. 8 Pemecahan kata

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan dengan menguji kualitas dari gerakan isyarat yang digerakkan oleh JASigning. Pengujian kualitas gerakan isyarat terbagi menjadi 2 macam yaitu: *Intelligibility* (kejelasan) dan *Acceptability* (keberterimaan) [3]. Adapun beberapa instrumen yang akan digunakan adalah *Word Error Rate* (WER) dan analisis menggunakan skala likert.

Data uji yang akan digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 variasi kalimat seperti terlihat pada Tabel III. Ketiga variasi kalimat tersebut diujikan kepada responden tuli dan JBI, dimana responden tuli akan melakukan pengujian hanya untuk variasi kalimat uji c sedangkan responden JBI akan menguji ketiga variasi kalimat uji tersebut. Hal ini dikarenakan hasil dari pengumpulan FGD bersama teman tuli dan JBI bahwa teman tuli keberatan dengan pengujian yang menggunakan variasi kalimat uji a dan b, sedangkan JBI tidak memperlmasalahakan metode pengujian yang diajukan.

TABEL III
DAFTAR VARIASI KALIMAT UJI

No.	Nama variasi	Jumlah kalimat	Keterangan
1.	A	10	Kalimat berisi kata yang tidak ada di basis data (tiap kata dieja)
2.	B	10	Kalimat berisi sebagian kata yang ada di basis data (sebagian kata dieja)
3	C	10	Kalimat berisi kata yang ada di basis data (tidak ada yang dieja)

A. *Pengujian Intelligibility*

Pengujian *intelligibility* bertujuan untuk menguji tingkat kejelasan JASigning dalam mengisyaratkan BISINDO. Pengujian ini menggunakan wawancara sebagai pengumpulan data uji dan *Word Error Rate* (WER) sebagai instrumen pengukurannya. WER membandingkan gerakan JASigning dalam merepresentasikan isyarat BISINDO dengan kalimat teks pengujian.

Pengujian terbagi menjadi dua bagian yaitu pengujian pertama untuk responden tuli dan pengujian kedua untuk responden JBI. Hasil pengujian 10 kalimat uji variasi kalimat uji C terhadap 11 responden tuli dapat dilihat pada Tabel IV.

Hasil pengujian kedua untuk responden JBI terhadap ketiga variasi kalimat uji dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN INTELLIGIBILITY RESPONDEN TULI

No.	Nama Inisial Responden	Total WER
1	WH	0.05
2	LAT	0.00
3	AMF	0.05
4	WAP	0.125
5	FAZ	0.05
6	VT	0.05
7	D	0.025
8	GP	0.00
9	ARNP	0.1
10	E	0.05
11	MM	0.175
Rata – rata		0.06
Akurasi WER		94 %

TABEL V
HASIL PENGUJIAN INTELLIGIBILITY RESPONDEN JBI

Pengujian	Variasi kalimat uji (dalam %)		
	A	B	C
Akurasi WER	100	95	97.5

Hasil analisis pengujian perbandingan kualitas gerakan isyarat berdasarkan responden tuli dan JBI terhadap variasi kalimat uji sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *intelligibility* yang menggunakan instrumen WER terhadap teman tuli untuk variasi kalimat uji C adalah sebesar 94%. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kejelasan untuk gerakan isyarat JASigning sudah baik. Namun, Hal ini belum membuktikan bahwa sistem yang dirancang dapat diterima dengan baik. Oleh karena itu, pengujian dengan metode survey kepada responden tuli perlu untuk dilakukan karena dapat secara langsung mengukur kualitas gerakan isyarat yang di generate dari sisi subjektif penelitian.
2. Hasil pengujian *intelligibility* dengan instrument WER berdasarkan responden JBI menunjukkan akurasi yang paling tinggi pada kalimat uji A, dimana seluruh kata dalam sebuah kalimat dieja. Namun, pada kenyataannya penggunaan ejaan pada kalimat yang sudah terdapat gerakan isyaratnya sangat tidak difavoritkan oleh sahabat tuli itu sendiri. Hal ini dikarenakan WER hanya menguji kata-kata / objek tanpa memperhatikan sisi subjektif dalam dalam penelitian ini yaitu teman tuli. Oleh karena itu pengujian dengan WER saja tidak cukup untuk membuktikan bahwa sistem yang dirancang dapat diterima dengan baik. Untuk mengatasi hal tersebut pengujian dengan metode survey kepada responden tuli perlu untuk dilakukan, karena dapat secara langsung mengukur kualitas gerakan isyarat yang di generate dari sisi subjektif penelitian.

3. Hasil pengujian intelligibility dengan instrumen WER berdasarkan responden JBI menunjukkan akurasi yang paling rendah pada kalimat uji B, dimana kalimat ini merupakan gabungan antara isyarat untuk sebuah kata dan isyarat kata yang dieja satu persatu. Penggunaan kalimat seperti ini sedikit membingungkan responden dimana dia harus memahami mana isyarat sebuah kata dan mana isyarat yang mengeja sebuah kata. Oleh karena itu, pada saat pengujian menggunakan kalimat uji B terdapat 2 dari 10 kalimat yang mengalami penghapusan dan perubahan kata dari yang seharusnya.
4. Hasil pengujian intelligibility dengan instrumen WER berdasarkan responden JBI menunjukkan akurasi menengah untuk kalimat uji C, dimana seluruh kata pada kalimat langsung dianimasikan dengan isyarat BISINDO-nya dengan kata lain tanpa ada pengejaan. Penggunaan kalimat seperti ini sangat disukai oleh teman tuli dalam kehidupan sehari-hari karena seluruh kata yang telah memiliki makna lebih mudah dipahami dibandingkan dengan variasi kalimat uji lainnya. Namun, isyarat dalam bahasa isyarat terkadang memiliki kemiripan sehingga makna yang dimaksudkan dan di sampaikan sedikit berbeda. Hal ini dapat dilihat pada kalimat 4 variasi c yang mengalami perubahan dari yang seharusnya pulang menjadi pergi. Hal tersebut dikarenakan bahasa isyarat untuk pergi dan pulang memiliki sedikit kemiripan namun jika diperhatikan dengan seksama sebenarnya isyarat untuk kedua kata tersebut berbeda.

B. Pengujian Acceptability

Pengujian Acceptability bertujuan untuk menganalisis tingkat keberterimaan responden tuli terhadap gerakan isyarat dari JASigning. Indikator yang digunakan untuk memberikan penilaian secara subjektif pada tingkat keberterimaan hasil gerakan isyarat adalah skala likert. Indikator penggunaan skala likert telah diubah menjadi bentuk bintang. Hal ini dikarenakan responden terbiasa untuk menilai sesuatu menggunakan bintang. Hasil pengujian acceptability dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN ACCEPTABILITY

Kalimat	★	★★	★★★	★★★★	Total Responden	Hasil Skala Likert
1	1	-	5	5	11	82%
2	2	3	2	4	11	68%
3	1	-	6	4	11	79%
4	1	2	4	4	11	75%
5	-	4	1	6	11	79%
6	-	2	2	7	11	86%
7	1	2	1	7	11	82%
8	1	-	4	6	11	84%
9	1	1	-	9	11	89%
10	-	4	1	6	11	79%

Berdasarkan Tabel IV untuk mempermudah penafsiran hasil skala likert digunakan parameter dari [...] dengan 0% (tidak ada yang menerima), 1-24% (sebagian kecil

menerima), 25-49% (kurang dari setengahnya menerima), 50% (setengahnya menerima), 51-74% (lebih dari setengahnya menerima), 75-99% (sebagian besar menerima) dan 100% (seluruhnya menerima).

Hasil analisis berdasarkan Tabel IV dan parameter penafsiran yang digunakan sebanyak 9 dari 10 kalimat yang diujikan terhadap responden tuli mendapatkan skor dengan range 75-99% yang berarti sebagian besar menerima dengan baik gerakan isyarat yang dihasilkan. Hanya 1 kalimat yang mendapatkan skor 68% dan masuk dalam rentang skor 51-74% (lebih dari setengahnya menerima) yaitu kalimat nomor 2 (dua). Hal ini disebabkan kalimat nomor 2 terdapat kata – kata seperti ‘tidak ingin’, dimana gerakan akan di-generate per kata, berarti menjadi gerakan ‘tidak’ dan ‘ingin’ padahal dalam kenyataannya kata ‘tidak ingin’ adalah satu kesatuan. Hal ini akan memunculkan makna yang saling bertentangan dan membuat responden tidak begitu nyaman dengan gerakan sehingga memiliki rate skor paling rendah.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian terhadap sistem “Konversi Bahasa Indonesia ke BISINDO menggunakan JASigning dengan metode *Lookup Table*”, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian *Intelligibility* dari responden tuli, variasi kalimat uji c memiliki tingkat keakurasian sebesar 94%. Hal ini menunjukkan bahwa isyarat yang digerakkan oleh JASigning sudah jelas dan dapat dipahami oleh pengguna.
2. Berdasarkan pengujian *Intelligibility* dari responden JBI, variasi kalimat uji a memiliki tingkat keakurasian tertinggi yaitu sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa variasi kalimat uji A yaitu seluruh kata yang ada pada kalimat dieja satu-satu memiliki tingkat kejelasan yang sangat tinggi. Namun, pada kenyataannya sahabat tuli jarang menggunakan pengejaan pada komunikasi mereka.
3. Berdasarkan hasil pengujian *Acceptability* yang dilakukan, sebanyak 9 dari 10 kalimat yang diujikan terhadap responden tuli mendapatkan skor dengan range 75-99% yang berarti sebagian besar responden telah menunjukkan penerimaan yang baik atas gerakan isyarat yang dihasilkan oleh JASigning.
4. Berdasarkan hasil pengujian *Acceptability* terdapat satu kalimat yang masih memiliki tingkat penerimaan yang rendah padahal jika dilihat dari hasil pengujian *Intelligibility* tingkat kejelasan dan pemahaman dari responden sudah baik. Hal ini membuktikan bahwa pengujian *Intelligibility* belum cukup komperhensif untuk digunakan tanpa adanya tolak ukur lain.
5. Berdasarkan pengujian *black-box*, sistem dapat mengolah masukan pengguna dengan baik sesuai dengan format yang telah didefinisikan.
6. Berdasarkan seluruh hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem sudah dapat mengkonversi teks Bahasa Indonesia menjadi gerakan isyarat BISINDO menggunakan JASigning dengan baik serta memenuhi aspek *Intelligibility* dan *Acceptability* dengan hasil yang memuaskan.

REFERENSI

- [1] R. A. Mursita, "Respon Tunarungu Terhadap Penggunaan Sistem Bahasa Isyarat Indonesia (Sibi) Dan," *Respon Tunarungu Terhadap Pengguna. Sist. Bhs. Isyarat Indonesia Dan Bhs. Isyarat Indones. Dalam Komun.*, 2015.
- [2] B. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, B. Badan Pusat Statistik, and U. United Nations Population Fund, *Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045*. 2018.
- [3] S. Cox *et al.*, "TESSA, a system to aid communication with deaf people," *Annu. ACM Conf. Assist. Technol. Proc.*, pp. 205–212, 2002.
- [4] T. Dasgupta and A. Basu, "Prototype machine translation system from Text-To-Indian Sign Language," *Int. Conf. Intell. User Interfaces, Proc. IUI*, no. January, pp. 313–316, 2008.
- [5] K. Kaur and P. Kumar, "HamNoSys to SiGML Conversion System for Sign Language Automation," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 89, pp. 794–803, 2016.
- [6] U. P. Tunarungu and A. N. Mansur, "(*1) , *2) , *3) 1," vol. 6, no. 1, pp. 8–14, 2017.
- [7] S. Prillwitz *et al.*, "HamNoSys Version 2.0: Hamburg Notation System for Sign Languages: An Introductory Guide," *International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf. Signum Press, Hamburg, Germany*, vol. 5, 1989.
- [8] R. Elliott *et al.*, "An Overview of the SiGML Notation and SiGML Signing Software System," *In Fourth International Conference on Language Resources and Evaluation*, LREC (pp. 98-104), 2004.
- [9] Sugandhi, P. Kumar, and S. Kaur, "Online Multilingual Dictionary Using Hamburg Notation for Avatar-Based Indian Sign Language Generation System," *Int. J. Cogn. Lang. Sci.*, vol. 12, no. 8, pp. 1116–1122, 2018.
- [10] Elliott, R., Glauert, J.R.W., Kennaway, J.R., Marshall, I., and Safar, E., "Linguistic modelling and language processing technologies for avatar-based sign language presentation", *Universal Access in the Information Society*, vol. 6, no. 4, pp. 375-391, 2007.
- [11] Freedman, A., "Computer Desktop Encyclopedia – 9th Ed. 10,000 terms, 1,000 Illustrations," Penerbit Osborne/McGraw-Hill, 2001.
- [12] Guntoro, E., "Development of Text-to-Speech for Malay Pontianak Dialect Based Hidden Markov Model with Phoneme," TELKOMNIKA, 2019.
- [13] S. Seljan and I. Dunder, "Automatic word-level evaluation and error analysis of formant speech synthesis for Croatian," *In WSEAS European Conference of Computer Science*, 2013.
- [14] I. Pujihastuti, "Prinsip Penulisan Kuesioner Penelitian," *CEFARS: Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 2(1), 43-56, 2010.
- [15] A. R. H. Bisjoe, "Menjaring Data dan Informasi Penelitian Melalui FGD (Focus Group Discussion): Belajar dari Praktik Lapang," *Buletin Eboni*, 15(1), 17-27, 2018.