

Pengembangan Website Speech To Video Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Berbasis Algoritma Long Shot Term Memory

Angky Fay Deleviar^{1*}, Intan Oktaviani², Hanifah Permatasari³

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta.

*202030178@mhs.udb.ac.id

Abstrak

Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) adalah alat komunikasi esensial bagi lebih dari satu juta penyandang disabilitas tuna rungu di Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan website Speech to BISINDO berbasis algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) untuk mengatasi hambatan dalam komunikasi dan proses belajar bagi komunitas tuna rungu. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data melalui kuesioner dan studi pustaka untuk memahami kebutuhan pengguna, serta pengembangan sistem menggunakan metode Rational Unified Process (RUP). Sistem ini dirancang untuk mengonversi input suara menjadi video bahasa isyarat dan mendukung proses pembelajaran bahasa isyarat melalui fitur interaktif. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa website Speech to BISINDO efektif dalam menerjemahkan ucapan menjadi video bahasa isyarat dengan akurasi tinggi, serta mendukung komunikasi dan pembelajaran yang lebih baik antara penyandang tuna rungu dan masyarakat umum. Sistem ini menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan akses informasi dan proses belajar bagi penyandang disabilitas tuna rungu.

Kata kunci : BISINDO, LSTM, RUP, Speech to text, situs web, Penerjemahan bisindo

Abstract

Indonesian Sign Language (BISINDO) is an essential communication tool for more than one million deaf people in Indonesia. This research aims to develop a Speech to BISINDO website based on the Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm to overcome barriers in communication and learning processes for the deaf community. The research stages include data collection through questionnaires and literature studies to understand user needs, as well as system development using the Rational Unified Process (RUP) method. The system is designed to convert voice input into sign language videos and support the sign language learning process through interactive features. Testing was conducted to ensure that the system meets functional and non-functional needs. The results show that the Speech to BISINDO website is effective in translating speech into sign language videos with high accuracy, as well as supporting better communication and learning between deaf people and the general public. The system offers an innovative solution to improve access to information and learning process for people with hearing impairment.

Keywords : BISINDO, LSTM, RUP, Speech to text, website, Bisindo Translation.

1. Pendahuluan

Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) merupakan bentuk komunikasi utama bagi lebih dari satu juta penyandang disabilitas tuna rungu di Indonesia. Penggunaan BISINDO melibatkan gerakan tangan, ekspresi wajah, gerakan bibir, dan

bahasa tubuh untuk menyampaikan pesan secara tepat, menjadikannya krusial dalam kehidupan sehari-hari penyandang tuna rungu ^[1]. Meskipun demikian, penyebaran dan pemahaman BISINDO di kalangan masyarakat umum masih sangat terbatas, mengakibatkan berbagai hambatan

komunikasi bagi komunitas tuna rungu. Berdasarkan data dari Pusat Data dan Informasi Kementerian Sosial RI Tahun 2019, jumlah penyandang tuna rungu di Indonesia diperkirakan lebih dari satu juta jiwa. Hal ini menunjukkan urgensi untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan BISINDO dalam masyarakat umum. Penting untuk mengembangkan teknologi yang dapat membantu penyandang tuna rungu berkomunikasi dengan lebih efektif. Menurut Afriani [2]. Salah satu kendala utama yang dihadapi oleh penyandang tuna rungu adalah minimnya pengetahuan BISINDO di kalangan masyarakat umum. Selain itu, Purnamasari [3][4] menyatakan bahwa keterbatasan teknologi yang mampu menerjemahkan BISINDO juga menghambat akses informasi bagi pengguna BISINDO. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi penerjemah atau voice assistant yang mampu memahami dan menerjemahkan BISINDO menjadi sangat penting. Expert seperti Pratama et al. menekankan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan dalam teknologi asistif dapat secara signifikan meningkatkan kualitas hidup dan partisipasi sosial penyandang tuna rungu di Indonesia[5].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan upaya dalam mengembangkan teknologi untuk bahasa isyarat. Misalnya, Kamus BISINDO mampu menerjemahkan kosakata dasar, tetapi belum mencakup keseluruhan struktur tata bahasa dan

variasi dialek isyarat yang ada dalam BISINDO [6]. Gap penelitian ini terletak pada keterbatasan teknologi yang ada, yang belum mampu menangani kompleksitas BISINDO secara menyeluruh. Penelitian ini berupaya mengatasi gap tersebut dengan mengembangkan teknologi penerjemah yang lebih akurat dan komprehensif. Penelitian ini terletak pada penggunaan metode Long Short Term Memory (LSTM) dalam pengembangan website Speech to BISINDO. LSTM dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data sekuensial seperti ucapan atau video dengan akurasi tinggi. Menurut teori jaringan syaraf tiruan, LSTM mampu mengatasi masalah gradien yang menghilang pada jaringan syaraf konvensional saat mengolah sekuens panjang, serta memiliki kinerja baik dalam penerjemahan sekuensial seperti mengonversi ucapan ke teks atau video . Dalam konteks penerjemahan ke video BISINDO, LSTM mampu menangkap dan mempelajari pola-pola dalam urutan kata-kata lisan dan mentransformasikannya menjadi urutan gerakan pada video BISINDO, memastikan keluaran yang sesuai makna dan konteks ucapan/lisana.

Pengembangan dan evaluasi website Speech to BISINDO dengan menggunakan metode LSTM. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan teknologi yang dapat menjembatani komunikasi penyandang tuna rungu dengan masyarakat umum, meningkatkan akses informasi, dan

mendukung partisipasi sosial mereka. Dengan dataset yang lebih besar dan Arsitektur LSTM yang fleksibel, diharapkan akurasi dan kinerja penerjemah BISINDO dapat ditingkatkan secara signifikan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, penulis telah melakukan tinjauan ke jurnal dan artikel ilmiah yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk pembuatan sistem, antara lain:

Penelitian oleh Nur, Aghisna Nur Assyifa, dan Habilah Nurjannah (2023) berjudul "Pengembangan Aplikasi Penerjemah Bahasa Indonesia (BISINDO) Menggunakan Metode *Long-Short Term Memory*" mengembangkan aplikasi untuk membantu komunikasi tunawicara dan tunarungu. Aplikasi ini menggunakan metode LSTM untuk memproses gestur jari dari *input* pengguna melalui *Hand Landmark Recognition*, menyimpan koordinat dalam format CSV, dan melakukan *training* untuk menghasilkan *Output* secara *real-time*. Dalam pengujian, akurasi tertinggi sebesar 85% dicapai dengan 1500 data, dan akurasi dipengaruhi oleh kualitas data dan kesesuaian gestur jari [6].

Penelitian oleh Sholawati, Auliasari, dan Ariwibisono (2022) berjudul "Pengembangan Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat ABJAD SIBI Menggunakan Metode *Convolutional Neural*

Network (CNN)" bertujuan mengembangkan aplikasi web untuk mengklasifikasikan peragaan bahasa isyarat abjad SIBI secara *real-time*. Menggunakan CNN, penelitian ini menggunakan dataset 416 citra digital peragaan abjad SIBI dari guru dan murid penyandang tunarungu. Sistem ini memberikan *Output* berupa label kelas abjad dan nilai probabilitas hasil klasifikasi yang ditampilkan melalui webcam dalam sebuah website. Pengujian dengan 2 relawan menunjukkan akurasi sebesar 80,76%, dievaluasi menggunakan rumus confusion matrix. Penelitian ini bertujuan memperbaiki metode pembelajaran bahasa isyarat abjad SIBI di lingkungan SDLB Purworejo III Kota Pasuruan [7].

Penelitian oleh Fifin Ayu Mufarroha (2021) berjudul "Aplikasi Penerjemah Sebagai Media Komunikasi Bagi Penyandang Disabilitas Menggunakan Kombinasi Metode Skin Detection-Anfis, KNN DAN TTS" mengembangkan aplikasi penerjemah bahasa isyarat untuk penyandang tunarungu dan tunawicara. Aplikasi ini menggunakan webcam untuk menangkap gambar tangan pengguna, melakukan penangkapan posisi tangan, ekstraksi bentuk tangan, dan klasifikasi menggunakan algoritma *K Nearest Neighbors (KNN)*. Dengan *HaarClassifier* yang telah dilatih sebelumnya, aplikasi dapat mengenali 24 isyarat huruf tangan dari 26 isyarat dalam BISINDO, kecuali huruf J dan R yang berbentuk gerakan tangan. Pengujian melibatkan

10 orang dengan masing-masing memberikan 10 bentuk huruf alfabet sesuai BISINDO, dengan hasil akurasi pengenalan huruf mencapai 92,08%. [8].

Penelitian oleh Dwi Marisa Midyanti (2020) berjudul "Penerjemahan Bahasa Isyarat Menggunakan Metode *Generalized Learning Vector Quantization* (GLVQ)" mengembangkan sistem penerjemahan bahasa isyarat untuk penderita tunarungu. Penelitian ini menggunakan metode GLVQ untuk mengenali pola huruf dalam bahasa isyarat, khususnya Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa GLVQ mencapai akurasi tertinggi, yaitu 68,32% dari 546 data latih dan 71,37% dari 234 data uji, dengan menggunakan nilai alpha sebesar 0,9. Penelitian ini memberikan kontribusi positif dalam memfasilitasi komunikasi efektif bagi penderita tunarungu melalui bahasa isyarat [9].

Aljabar and Suharjito, (2020) berjudul "BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia) *Sign Language Recognition Using CNN and LSTM*" penggunaan *deep learning* untuk pengenalan bahasa isyarat BISINDO, dengan fokus pada metode kombinasi CNN dan LSTM. Penelitian ini mencakup *pre-processing* menggunakan background subtraction dan gaussian blur, kemudian meneruskan hasil *pre-processing* ke model CNN, LSTM, serta kombinasi keduanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi CNN dan LSTM menghasilkan performa terbaik dengan akurasi

96% dan loss 17%, dibandingkan dengan CNN sendiri yang memiliki akurasi 96% dan loss 18%, serta LSTM yang memiliki akurasi 86% dan loss 41% [10].

2.2. Landasan Teori

1. Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)

Istilah "BISINDO" mengacu pada "Bahasa Isyarat Indonesia", yaitu bentuk gerakan tangan terstruktur yang melibatkan gerakan visual dan penggunaan berbagai bagian tubuh seperti jari, tangan, lengan, kepala, tubuh, dan ekspresi wajah. BISINDO adalah alat penting untuk interaksi sehari-hari bagi penyandang tunarungu [11]. Bahasa ini diusung oleh Gerakan Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (GERKATIN) dan digunakan oleh penyandang tunarungu untuk berkomunikasi satu sama lain atau dengan orang yang tidak tunarungu [12].

2. Long Short-Term Memory (LSTM)

Long Short-Term Memory (LSTM) adalah jenis jaringan saraf berulang (RNN) yang dirancang untuk mengatasi masalah gradien hilang yang terjadi pada RNN tradisional. LSTM efektif dalam memproses data sekuensial dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemodelan bahasa, transkripsi ucapan-ke-teks, dan terjemahan mesin [13]. Komponen utama LSTM meliputi:

- Sel : Unit memori yang menyimpan informasi dari waktu ke waktu.

- Gerbang masukan : Mengatur aliran informasi ke dalam sel.
- Gerbang lupa : Mengontrol informasi mana yang harus dibuang dari sel.
- Gerbang keluaran : Menentukan keluaran berdasarkan status sel.

LSTM sangat cocok untuk tugas seperti klasifikasi, pemrosesan, dan prediksi berdasarkan data deret waktu. Dalam aplikasi BISINDO, pengenalan *Landmark* tangan digunakan untuk menangkap gerakan jari dari *input* pengguna, yang kemudian disimpan sebagai titik koordinat dalam file CSV. File-file ini kemudian digunakan untuk melatih model LSTM guna menghasilkan *Output* [6].

3. Speech to Text

Speech to Text (STT) adalah teknologi yang mengubah ucapan menjadi teks tertulis menggunakan pemrosesan bahasa alami dan sinyal suara [14]. Teknologi ini melibatkan teknik pengenalan suara, terjemahan bahasa, dan pengenalan suara berbasis akustik. STT penting untuk interaksi manusia-komputer melalui ucapan dan meningkatkan aksesibilitas bagi individu dengan gangguan pendengaran [15].

4. Sistem Informasi

Sistem Informasi (SI) adalah sistem teknologi informasi dan komunikasi yang diselenggarakan oleh perusahaan bisnis, penting untuk memperbaiki mutu lembaga, meningkatkan kecepatan sistem terintegrasi, dan membuat

proses manajemen lebih efisien [16]. Informasi dihasilkan dari ekstraksi dan pemrosesan data, memberikan makna khusus dalam suatu domain. Sistem Informasi Manajemen (SIM) menyediakan rangkaian data yang lengkap untuk mendukung operasi, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam organisasi.

5. Sistem Terjemahan Bahasa Isyarat

Sistem terjemahan bahasa isyarat adalah teknologi yang mengenali gerakan tangan dan tubuh dalam bahasa isyarat dan menerjemahkannya menjadi teks atau suara yang dimengerti oleh individu yang tidak menggunakan bahasa isyarat [17]. Teknologi ini melibatkan *machine learning*, pengenalan citra, dan pengenalan pola untuk mengidentifikasi dan menerjemahkan gerakan isyarat, menggunakan teknik seperti *Neural networks* dan computer vision. Tujuan utamanya adalah memfasilitasi komunikasi antara penyandang disabilitas pendengaran dan orang yang tidak menguasai bahasa isyarat, memungkinkan interaksi dan pertukaran informasi yang lebih mudah dan efektif [18].

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipakai guna menyelesaikan permasalahan pada proses perancangan website *Speech to bisindo* yaitu :

1. Kuisisioner

Penelitian ini melakukan pengamatan langsung dan pengambilan data di SLB Anugerah Colomadu yang berhubungan dengan proses implementasi website *Speech to bisindo* untuk penyandang tuna rungu.

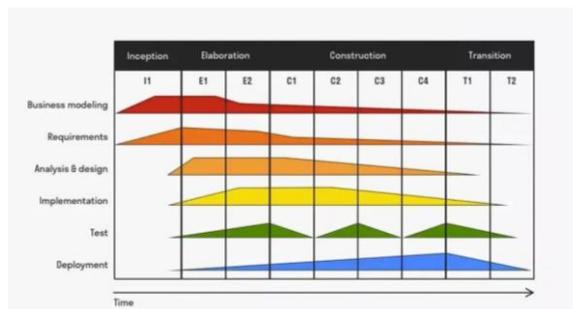
2. Studi Pustaka

Metode studi pustaka ini digunakan untuk mencari referensi dari penelitian yang sudah dilakukan, jurnal dan laporan terkait Pengembangan Website *Speech to Video* Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Berbasis Algoritma *Long Short Term Memory* minimal 5 tahun terakhir.

3.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Rational Unified Process (RUP) adalah sebuah metodologi pengembangan perangkat lunak yang menyediakan pendekatan terstruktur dan disiplin dalam mengelola proyek pengembangan perangkat lunak. RUP didasarkan pada praktik terbaik dalam industri pengembangan perangkat lunak dan menekankan pendekatan iteratif serta berbasis *use case*. Metodologi ini memberikan panduan yang komprehensif untuk setiap tahap pengembangan perangkat lunak, mulai dari perencanaan hingga implementasi, serta memungkinkan adaptasi sesuai dengan kebutuhan proyek tertentu. Dengan menggunakan RUP, tim pengembang dapat

mengembangkan sistem perangkat lunak dengan lebih terstruktur, efisien, dan berkualitas tinggi [19][20][21]. Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Aktivitas Tahapan Pengembangan Sistem

1. *Business Modeling*
2. *Requirements*
3. *Analysis and Design*
4. *Implementation*
5. *Test*
6. *Deployment*

3.3 Lokasi Penelitian

SLB Anugerah yang beralamat di Dusun Kepoh, Senden, Tohudan, Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil penelitian

1. Pengembangan Produk Web *Speech to BISINDO*

Sistem yang dikembangkan adalah berbasis web untuk menerjemahkan teks atau ucapan ke dalam video bahasa isyarat, sesuai dengan standar

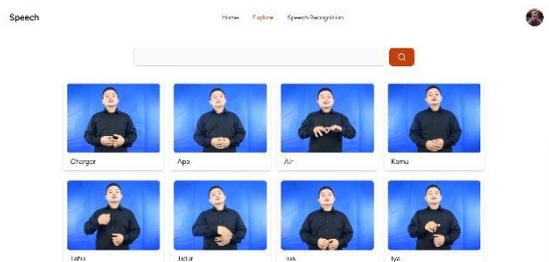
BISINDO. Web ini dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran dan komunikasi bagi penyandang tuna rungu. Fitur utama dari produk ini mencakup:

- Home Speech to BISINDO



Gambar 2 Home Speech to BISINDO

- Eksplorasi Bahasa Isyarat



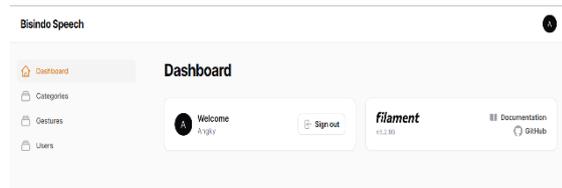
Gambar 3 Eksplorasi Bahasa Isyarat

- Speech Recognition



Gambar 4 Speech Recognition

- Dashboard Bisindo Speech



Gambar 5 Dashboard Bisindo Speech

2. Hasil Uji Coba Respon Pengguna

No	Aspek	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Minat terhadap web <i>speech</i>	3	2	1	0	0
2	Motivasi belajar	2	3	1	0	0
3	Kemudahan penggunaan	2	2	2	0	0
4	Kenyamanan visual	3	2	1	0	0
5	Kejelasan instruksi	2	3	1	0	0
6	Aksesibilitas <i>Speech to bisindo</i>	3	3	0	0	0
7	Efektifitas <i>Speech to bisindo</i> sebagai alat belajar dan komunikasi	3	2	1	0	0
8	Manfaat yang dirasakan	3	3	0	0	0

Berdasarkan tabel di atas, secara keseluruhan data menunjukkan respon positif terhadap web terjemahan teks/suara ke video. Mayoritas responden menunjukkan minat, motivasi, dan respons positif terhadap berbagai aspek web.

3. Hasil Pengujian Model LSTM

Model diuji menggunakan data uji (*test_ds*). Data audio dan label dari *test_ds* dikumpulkan ke dalam array *test_audio* dan *test_labels* dengan menggunakan loop. Setelah semua data dikumpulkan, prediksi (*y_pred*) dilakukan dengan fungsi *model.predict*, dan hasilnya dibandingkan dengan label asli (*y_true*). Akurasi dihitung sebagai persentase dari prediksi yang benar terhadap seluruh data uji, dengan hasil evaluasi menunjukkan akurasi sebesar 95%. Ini berarti

model berhasil memprediksi dengan benar 95% dari sampel dalam data uji.

```
test_audio = []
test_labels = []

for audio, label in test_ds:
    test_audio.append(audio.numpy())
    test_labels.append(label.numpy())

test_audio = np.array(test_audio)
test_labels = np.array(test_labels)

y_pred = np.argmax(model.predict(test_audio), axis=1)
y_true = test_labels

test_acc = sum(y_pred == y_true) / len(y_true)
print(f'Test set accuracy: {test_acc:.0%}')
```

25/25 ————— 0s 2ms/step
Test set accuracy: 95%

Bentuk (shape) dari test_audio diperiksa, yang menunjukkan bahwa data uji memiliki dimensi (800, 124, 129, 1). Ini menunjukkan ada 800 sampel audio dalam set uji, masing-masing dengan dimensi 124x129x1. Model kemudian diuji dengan menggunakan file audio house_voice.wav. File ini dibaca, didekode, dan diubah menjadi spektrogram yang kemudian diproses oleh model untuk menghasilkan prediksi. Hasil prediksi menunjukkan bahwa model memprediksi label house dengan akurasi 5.86 untuk sampel ini, memberikan gambaran tentang bagaimana model menangani data nyata.

```
test_audio.shape

(800, 124, 129, 1)

files_to_predict = 'house_voice.wav'

audio_binary = tf.io.read_file(files_to_predict)
waveform = decode_audio(audio_binary)
spectrogram = get_spectrogram(waveform)

spectrogram = tf.expand_dims(spectrogram, 0) # Add batch dimension
res_predict = np.argmax(model.predict(spectrogram), axis=1)
print(f'value: {commands[res_predict[0]], accuracy: {np.max(model.predict(spectrogram))}')
```

1/1 ————— 0s 25ms/step
1/1 ————— 0s 29ms/step
value: house, accuracy: 5.859509468078613

4.2 Pembahasan

Sistem yang dikembangkan adalah berbasis web untuk menerjemahkan teks atau ucapan ke dalam video bahasa isyarat, sesuai dengan standar BISINDO. Web ini dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran dan komunikasi bagi penyandang tuna rungu. Pengguna dapat memasukkan kata teks atau suara yang kemudian akan diterjemahkan ke dalam video bahasa isyarat yang dapat diakses kapan saja. Selain itu, web ini dilengkapi dengan fitur Eksplorasi untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan pengguna dalam bahasa isyarat.

1. Respon Pengguna

Hasil respon pengguna menunjukkan tingkat penerimaan yang positif terhadap web Speech to BISINDO. Mayoritas responden memberikan tanggapan yang sangat setuju atau setuju pada berbagai aspek, meliputi:

- Minat dan Motivasi:** Sebagian besar responden menunjukkan ketertarikan dan motivasi untuk menggunakan web ini dalam proses belajar bahasa isyarat.
- Kemudahan Penggunaan:** Responden menilai antarmuka web cukup mudah dipahami dan digunakan, meskipun terdapat beberapa responden yang memberikan respons netral.
- Aksesibilitas dan Manfaat:** Seluruh responden memberikan respon positif terhadap aksesibilitas dan manfaat web

dalam mendukung komunikasi dan pembelajaran bahasa isyarat.

2. Kinerja Model LSTM

Model LSTM yang dikembangkan menunjukkan performa yang sangat baik dengan akurasi prediksi 95%. Hal ini mengindikasikan bahwa model mampu mengenali dan menterjemahkan input suara dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Kemampuan model dalam mengolah 800 sampel audio dengan dimensi 124x129x1 menunjukkan potensi yang signifikan dalam pengembangan teknologi penerjemahan bahasa isyarat.

3. Kontribusi dan Dampak

Web Speech to BISINDO memberikan kontribusi penting dalam:

- a. Mempermudah akses pembelajaran bahasa isyarat
- b. Menyediakan media interaktif untuk komunikasi
- c. Memanfaatkan teknologi machine learning dalam penerjemahan bahasa isyarat

Dengan ini membuktikan potensi teknologi digital dalam mendukung inklusi dan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas tuna rungu

5. Kesimpulan

Penelitian berhasil mengembangkan sistem berbasis web Speech to BISINDO yang mampu menterjemahkan teks dan suara ke dalam video bahasa isyarat sesuai standar BISINDO, dengan

mayoritas pengguna memberikan respon positif terkait minat, motivasi, dan aksesibilitas. Model machine learning menggunakan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) menunjukkan performa sangat baik dengan akurasi prediksi 95%, memproses 800 sampel audio dalam dimensi 124x129x1, yang membuktikan potensi teknologi digital dalam mendukung inklusi dan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas tuna rungu. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan melalui pengembangan media pembelajaran interaktif dan solusi teknologi yang mudah diakses, meskipun masih memerlukan perbaikan pada kejelasan instruksi dan penyesuaian tingkat kesulitan di masa mendatang. Kesimpulan akhir menunjukkan bahwa web Speech to BISINDO berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung komunikasi dan pembelajaran bahasa isyarat, dengan teknologi machine learning sebagai penunjang utamanya

6. Daftar Pustaka

- [1] I. P. Sari, Salamun, And Sukri, "Bank Kosa Kata Untuk Tuna Rungu Dan Tuna Wicara Berbasis Web," *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 83–87, 2021, Doi: 10.52158/Jacost.V2i2.250.
- [2] D. Afriani, "The Deaf People's Language," *Sawerigading*, Vol. 25, No. 3, Pp. 285–292, 2019.
- [3] C. Purnamasari, "Kendala Komunikasi Penyandang Tuna Rungu Melalui Bahasa Isyarat Indonesia Di Kota Semarang," *Repos. Udinus*, 2020.

- [4] U. Pratama, A. B., Zuliana, R., & Faizah, "Rancang Bangun Aplikasi Kamus Bergambar Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Bagi Tuna Rungu," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 15–22, 2022.
- [5] A. Permana, I.C., Widodo, A., Wibowo, "Sign Language Recognition System Using Convolutional Neural Networks," *Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, Vol. 830, No. 2, Pp. 22–32, 2020.
- [6] H. N. Siti Nur, Aghisna Nur Assyifa, "Pengembangan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Menggunakan Metode Long-Short Term Memory," *Edusaintek*, Vol. 11, No. 1, Pp. 13–30, 2024.
- [7] M. Sholawati, K. Auliasari, And F. X. Ariwibisono, "Pengembangan Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Abjad Sibi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn)," *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 134–144, 2022.
- [8] Fifin Ayu Mufarroha, "Aplikasi Penerjemah Sebagai Media Menggunakan Kombinasi Metode Skin," *J. Simantec*, Vol. 9, No. 2, Pp. 57–64, 2021.
- [9] D. Gustiar, S. H. Sitorus, D. M. Midyanti, J. ReKayasa, And S. Komputer, "Penerjemahan Bahasa Isyarat Menggunakan Metode Generalized Learning Vector Quantization (Glvq) Abstrak 2 Landasan Teori Learning Vector Quantization," *Coding J. Komput. Dan Apl.*, Vol. 8, No. 03, Pp. 1–8, 2020.
- [10] A. Aljabar, "Bisindo (Bahasa Isyarat Indonesia) Sign Language Recognition Using Cnn And Lstm," *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.*, Vol. 5, No. 5, Pp. 282–287, 2020.
- [11] A. Dwi Baitur Rizky, M. Aulia Faqihuddin, F. Fatha Romadhan, And I. Agustien Siradjuddin, "Identifikasi Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia Dengan Menggunakan Convolutional Lstm," *Pros. Seniati*, Vol. 7, No. 2, Pp. 183–190, 2023, Doi: 10.36040/Seniati.V7i2.7925.
- [12] A. Azis And I. Rahim, "Analisis Penggunaan Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Pada Siswa Slb," *J. Onoma Pendidikan, Bhs. Dan Sastra*, Vol. 9, No. 2, Pp. 1396–1402, 2023.
- [13] A. Sherstinsky, "Fundamentals Of Recurrent Neural Network (Rnn) And Long Short-Term Memory (Lstm) Network," 2020.
- [14] J. Wu *Et Al.*, "On Decoder-Only Architecture For Speech-To-Text And Large Language Model Integration," 2023, Doi: <https://doi.org/10.1109/Asru57964.2023.10389705>.
- [15] C. Wang, Y. Tang, X. Ma, A. Wu, D. Okhonko, And J. Pino, "S2t : Fast Speech-To-Text Modeling With Fairseq," Pp. 33–39, 2020.
- [16] W. W. Ma'ruf Hasan Nurwahid, Budiman Budiman, "Perancangan Sistem Informasi E-Raport Berbasis Web," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, Vol. 5, No. 1, Pp. 36–41, 2023.
- [17] I. Sari, E. Altiarika, And E. Altiarika, "Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat Untuk Berkomunikasi Dengan Penyandang Disabilitas (Tunarungu)," *J. Inf. Technol. Soc.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 20–25, 2023.
- [18] I. N. Tri, A. Putra, K. S. Kartini, Y. K. Suyitno, And I. M. Sugiarta, "Penerapan Library Tensorflow , Cvzone , Dan Numpy Pada Sistem Deteksi Bahasa Isyarat Secara Real Time," *J. Krisnadana*, Vol. 2, No. 3, 2023.
- [19] H. Sukri, U. M. Indonesia, S. Informasi, G. Meneng, And K. B. Lampung, "Sistem Informasi Penelitian Dan Pengabdian Dosen Program Studi Sistem Informasi Menggunakan Metode Rational Unified Process (Rup)," *Altek*, Vol. 1, No. 1, 2020.

- [20] N. A. Dm, R. Susanto, R. D. Irawan, And V. No, "Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi Pengembangan Game Terapi Bagi Anak Autisme Berbasis Motion Capture Dengan Metode Optimasi Kalman Filter Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi Autisme Merupakan Suatu Kondisi Yang Ditandai Dengan Adanya Hamba," Vol. 7, No. 2, 2024.
- [21] Hasim Azari, Dwi Hartanti, And Aprilisa Arum Sari, "Pengelompokan Produksi Padi Dan Beras Provinsi Jawa Timur Dengan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering," *Infotek J. Inform. Dan Teknol.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 379–389, 2024, Doi: 10.29408/Jit.V7i2.26016