

**APLIKASI WEB PENERJEMAH BAHASA ISYARAT SIBI DENGAN
FITUR *SPEECH-TO-TEXT* DAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* (CNN)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Pada Program Studi Informatika Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



**OLEH:
FATHUR RAHMAN
21343046**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

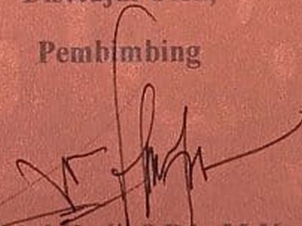
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**APLIKASI WEB PENERJEMAH BAHASA ISYARAT SIBI DENGAN
FITUR *SPEECH-TO-TEXT* DAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)***

Nama : Fathur Rahman
NIM / TM : 21343046 / 2021
Program Studi : Informatika
Departemen : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Padang, ... Oktober 2025

Disetujui Oleh,
Pembimbing



Ahmaddul Hadi, S.Pd., M.Kom

NIP. 19761209 200501 1 003

Kepala Departemen Teknik Elektronika FT-UNP



Dr. Dedy Irfan, S.M., M.Kom

NIP. 19760408 200501 1 002

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir

Program Studi Informatika

Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

**Judul : APLIKASI WEB PENERJEMAH BAHASA ISYARAT
SIBI DENGAN FITUR SPEECH-TO-TEXT DAN
METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
(CNN)**

Nama : Fathur Rahman

NIM / TM : 21343046 / 2021

Program Studi : Informatika

Departemen : Teknik Elektronika

Fakultas : Teknik

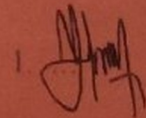
Padang, ... Oktober 2025

Tim Penguji

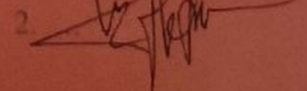
Nama

Tanda Tangan

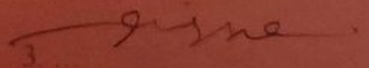
1. Ketua : Dr. Phil. Dony Novaliendry, M.Kom

1. 

2. Anggota : Ahmaddul Hadi, S.Pd., M.Kom

2. 

3. Anggota : Dr. Agariadne Dwinggo Samala, S.Kom., M.Pd.T.

3. 

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fathur Rahman
NIM / TM : 21343046 / 2021
Program Studi : Informatika
Departemen : Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "*APLIKASI WEB PENERJEMAH BAHASA ISYARAT SIBI DENGAN FITUR SPEECH-TO-TEXT DAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*" ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis dan diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 13 Oktober 2025



FATHUR RAHMAN

NIM: 21343046

ABSTRAK

Hambatan komunikasi masih menjadi tantangan bagi penyandang tunarungu, terutama karena keterbatasan pemahaman masyarakat terhadap bahasa isyarat. Di Indonesia, komunitas tunarungu umumnya menggunakan SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia), yaitu bahasa isyarat terstruktur yang berbasis pada tata bahasa Indonesia. Penelitian ini menghadirkan aplikasi penerjemah berbasis web yang mampu mengubah gestur tangan SIBI menjadi teks menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) dan MediaPipe, serta mengubah masukan suara menjadi teks menggunakan Web Speech API, yang kemudian dicocokkan dengan gambar huruf SIBI yang tersimpan dalam basis data.

Aplikasi ini dikembangkan menggunakan framework Flask dan model Waterfall, yang meliputi tahapan analisis, perancangan, implementasi, pengujian, deployment, dan pemeliharaan. Dataset yang digunakan terdiri atas 52.000 sampel gestur (2.000 per huruf) untuk melatih model 1D CNN. Model ini berhasil mencapai akurasi tinggi: 99,62% (pelatihan), 99,80% (validasi), dan 99,90% (pengujian). Selain itu, sistem diuji berdasarkan fungsionalitas, variasi jarak tangan, serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, termasuk pencahayaan dan tingkat kebisingan suara.

Pengujian gestur huruf A–Z menunjukkan akurasi di atas 99%. Pada uji pencahayaan, sistem tetap stabil pada kondisi terang dan redup, dengan penurunan kecil pada kondisi gelap. Pada uji kebisingan, fitur Speech-to-Text mampu bekerja baik pada lingkungan normal dan bising ringan, meskipun pada kebisingan tinggi terjadi kesalahan transkripsi. Secara keseluruhan, kedua fitur tetap berhasil memetakan hasil ke gambar huruf SIBI secara tepat, sehingga komunikasi dua arah dapat berjalan real-time secara praktis dan inklusif melalui web tanpa instalasi tambahan.

Kata Kunci : Penerjemah bahasa isyarat, SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia), Pengenalan gestur tangan, Convolutional Neural Network, Speech-to-Text, Mediapipe, Aplikasi web.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “APLIKASI WEB PENERJEMAH BAHASA ISYARAT SIBI DENGAN FITUR *SPEECH-TO-TEXT* DAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Tugas akhir ini merupakan wujud nyata dari proses pembelajaran, penelitian, serta kepedulian terhadap pemanfaatan teknologi sebagai jembatan komunikasi bagi penyandang tunarungu. Tentunya, proses ini tidak akan terlaksana tanpa dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak yang turut berperan sepanjang perjalanan akademik penulis.

Dengan tulus, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Muhammad Anwar, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Dr. Dedy Irfan, S.Pd, M.Kom., selaku Kepala Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
3. Ibu Dr. Yeka Hendriyani, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik (PA) dan Kepala Program Studi Teknik Informatika, atas arahan dan dukungan akademik selama penulis menempuh studi di Program Studi Informatika
4. Bapak Ahmaddul Hadi, S.Pd., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi secara sabar dan berkelanjutan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Phil. Dony Novaliendry, M.Kom., selaku dosen penguji, atas waktu, evaluasi, serta masukan yang sangat berharga dalam memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Dr. Agariadne Dwinggo Samala, S.Kom., M.Pd.T., selaku dosen penguji, yang telah memberikan penilaian, kritik, dan saran konstruktif dalam pengujian tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar di Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi.
8. Kedua orang tua tercinta, adik, serta keluarga besar yang tak henti memberikan doa, semangat, dan kasih sayang sepanjang perjalanan ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Informatika, atas dukungan, motivasi, dan kebersamaan selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga segala bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak menjadi amal jariyah yang bermanfaat dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca maupun pihak yang membutuhkannya.

Padang, 30 Juni 2025



FATHUR RAHMAN

Nim: 21343046

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	II
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	III
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	IV
ABSTRAK	V
KATA PENGANTAR.....	VI
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Rumusan Masalah	7
D. Batasan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Sistem Bahasa Isyarat Indonesia	10
B. Deep Learning	11
C. OpenCV.....	12
D. Mediapipe.....	13
E. Convolutional Neural Network (CNN)	15
F. Flask	20
G. MySQL sebagai Database	21
H. Website	21
I. Python	22
J. TensorFlow	22
K. Web Speech API.....	23
L. Metode Waterfall	24
M. Flowchart	25

N. Unified Modeling Language (UML).....	27
O. Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
A. Metode Penelitian.....	36
B. Metode Pengembangan Sistem.....	39
1. Analisis Kebutuhan	40
2. Desain Sistem.....	41
3. Implementasi.....	57
4. Pengujian.....	61
5. Deployment dan Pemeliharaan	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	64
A. Lingkungan Percobaan.....	64
B. Implementasi CNN untuk Penerjemah Bahasa Isyarat	65
C. Implementasi Deteksi Isyarat dengan CNN & MediaPipe.....	72
D. Hasil Implementasi Web Speech API untuk Speech-to-Text	74
E. Pengujian dan Analisis.....	75
F. Pengujian dalam Kondisi Khusus	79
G. Pengujian Performa Aplikasi Menggunakan GTmetrix.....	86
H. Tampilan Aplikasi Web	88
BAB V PENUTUP.....	92
A. Kesimpulan.....	92
B. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	95
LAMPIRAN.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Landmark tangan Mediapipe.....	13
Gambar 2. Arsitektur CNN	15
Gambar 3. Proses Convolutional Layer	16
Gambar 4. Poling Layer	17
Gambar 5. Fully Connected Layer	18
Gambar 6. Metode Penelitian.....	36
Gambar 7. Metode Waterfall.....	40
Gambar 8. Arsitektur Sistem.....	41
Gambar 9. Use Case Sistem Penerjemah Bahasa Isyarat SIBI.....	43
Gambar 10. Flowchart Konversi Suara.....	44
Gambar 11. FLOWchart Deteksi Bahasa SIBI	45
Gambar 12. Activity diagram deteksi bahasa isyarat	46
Gambar 13. Activity diagram speech to text.....	48
Gambar 14. Workflow Speech to text	50
Gambar 15. Workflow Deteksi Gerakan SIBI	52
Gambar 16. Flowchart User Flow.....	54
Gambar 17. Halaman Home.....	55
Gambar 18. Halaman Translator Suara ke Teks ke Gambar Sibi.....	56
Gambar 19. Halaman Deteksi Bahasa Isyarat.....	56
Gambar 20. Halaman Tampil Gambar Sibi.....	57
Gambar 21. Halaman Input Gambar SIBI.....	57
Gambar 22. Arsitektur Model CNN	66
Gambar 23. Grafik Akurasi dan Loss.....	68
Gambar 24. Confusion Matrix	70
Gambar 25. classification report model	71
Gambar 26. Kondisi terang	83
Gambar 27. Kondisi Redup.....	84
Gambar 28. Kondisi Gelap.....	84
Gambar 29. Hasil Pengujian GTMetric	87

Gambar 30. Halaman Utama.....	89
Gambar 31. Halaman Deteksi Bahasa Isyarat.....	89
Gambar 32. Halaman Konversi suara ke teks	90
Gambar 33. Halaman Input Gambar Sibi.....	90
Gambar 34. Halaman Tampil SIBI.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indeks Titik Landmark Tangan.....	14
Tabel 2. simbol simbol Flowchart.....	26
Tabel 3. Simbol UML	27
Tabel 4. Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 5. Database SIBI.....	42
Tabel 6. lingkungan Percobaan	64
Tabel 7. Hasil Pelatihan CNN	69
Tabel 8. Hasil Deteksi SIBI dengan Metode Black Box Testing	76
Tabel 9. Hasil Pengujian Speech to text dengan Metode Black Box Testing	78
Tabel 10. Hasil Pengujian Jarak Tangan ke Kamera	79
Tabel 11. Hasil Pengujian dengan Suara bising	81
Tabel 12. Tabel Hasil Pengujian di Berbagai Pencahayaan	85
Tabel 13. Hasil GTMetrix.....	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Komunikasi merupakan elemen penting dalam kehidupan manusia yang memungkinkan individu untuk saling bertukar informasi, menjalin hubungan, dan berpartisipasi dalam kehidupan sosial (Simamora dkk., 2024). Namun, penyandang tunarungu sering menghadapi tantangan besar dalam berkomunikasi, terutama dengan masyarakat yang tidak memahami bahasa isyarat. Hal ini menciptakan kesenjangan komunikasi yang dapat berdampak pada keterbatasan aksesibilitas, isolasi sosial, hingga hambatan dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Kesenjangan ini tidak hanya mempengaruhi interaksi sosial, tetapi juga dapat berimplikasi pada pendidikan, pekerjaan, dan kesehatan mental penyandang tunarungu.

Tunarungu adalah kondisi di mana seseorang mengalami gangguan atau kehilangan fungsi pendengaran, baik sebagian maupun keseluruhan, yang membuat mereka sulit untuk mendengar percakapan atau bunyi di sekitar (Wahyudi dkk., 2024). Berdasarkan data yang dirangkum oleh Databoks Katadata Santika, (2023), prevalensi penyandang tunarungu di Indonesia pada tahun 2023 mencapai sekitar 0,4% dari total populasi, atau sekitar 1,12 juta orang. Penyandang tunarungu sering kali bergantung pada bahasa isyarat untuk berkomunikasi. Di Indonesia, bahasa isyarat yang digunakan oleh penyandang tunarungu adalah Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). SIBI adalah bentuk bahasa isyarat yang disusun dengan sistematis dan disesuaikan dengan struktur tata bahasa Indonesia (Septyani dkk., 2024).

Sebagai upaya mengatasi kesenjangan komunikasi ini, teknologi berbasis kecerdasan buatan dapat dimanfaatkan. Salah satu inovasi yang potensial adalah sistem penerjemahan yang dapat mengenali dan menerjemahkan gerakan tangan bahasa isyarat yang terekam oleh kamera menjadi huruf bahasa Indonesia serta mengubah suara menjadi teks yang kemudian ditampilkan dalam bentuk gambar

isyarat SIBI. Teknologi ini bertujuan untuk memfasilitasi komunikasi antara penyandang tunarungu dan masyarakat umum.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan teknologi penerjemahan bahasa isyarat maupun pengenalan suara. Penelitian oleh Alfikri dkk. (2022) dalam "Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat dengan Metode CNN Berbasis Android" mengembangkan sistem penerjemah bahasa isyarat berbasis CNN pada platform Android. Model ini mencapai akurasi 97% saat pelatihan, tetapi turun menjadi 73% setelah diimplementasikan, khususnya pada huruf L dan beberapa huruf lain yang mengalami kesalahan prediksi. Selain itu, aplikasi ini hanya memiliki fitur penerjemah bahasa isyarat.

Pendekatan lain dilakukan oleh Arslan dkk. (2023) "*Deep Learning-Based Isolated Sign Language Recognition: A Novel Approach to Tackling Communication Barriers for Individuals with Hearing Impairments*". Mereka memanfaatkan landmark dari MediaPipe Holistic Solution untuk mengenali bahasa isyarat menggunakan dataset yang mencakup 250 tanda isyarat dari 100.000 video. Model ini mencapai akurasi 83,32%, dengan Top-5 *Accuracy* sebesar 93,20% dan Top-10 *Accuracy* mencapai 94,76%. Meskipun hasilnya cukup menjanjikan, sistem ini masih belum diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web atau mobile, yang menjadi tantangan dalam penggunaannya secara praktis.

Dalam pengembangan sistem pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), Ahwani dkk. (2024) menggunakan kombinasi CNN dan MediaPipe untuk meningkatkan akurasi deteksi gerakan tangan. Model ini berhasil mencapai akurasi 94% dalam pelatihan, tetapi mengalami penurunan menjadi 78,46% dalam pengujian real-time akibat faktor pencahayaan, kualitas kamera, dan latar belakang. Penelitian ini juga belum diwujudkan dalam bentuk aplikasi web atau mobile, sehingga penerapannya masih terbatas pada pengujian real-time di komputer.

Di sisi lain, penelitian berbasis pengenalan suara telah dikembangkan oleh Fatmawati dkk. (2022) melalui aplikasi pembelajaran Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Aplikasi ini memanfaatkan *Google Speech-to-Text API* untuk

mengonversi suara menjadi teks, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk animasi 3D bahasa isyarat SIBI. Meskipun aplikasi ini berkontribusi dalam pembelajaran bahasa isyarat bagi penyandang tunarungu maupun masyarakat umum, penggunaannya masih terbatas pada konversi teks ke animasi tanpa kemampuan untuk mengenali dan menanggapi input bahasa isyarat secara langsung.

Penelitian berbasis *Speech-to-Text* juga telah dikembangkan oleh Firdaus dkk. (2024), yang merancang sistem untuk mengonversi ucapan menjadi teks. Sistem ini mampu mengenali ucapan dengan baik pada volume suara 50%-100%, tetapi mengalami kesulitan ketika suara terlalu pelan atau kecepatan bicara terlalu cepat. Selain itu, penelitian ini masih berfokus pada konversi suara ke teks tanpa integrasi dengan sistem penerjemahan bahasa isyarat, sehingga penerapannya dalam mendukung aksesibilitas bagi penyandang tunarungu masih terbatas

Selanjutnya, ada juga penelitian dari Novaliendry dkk. (2023) yang mengembangkan dua aplikasi pembelajaran bahasa isyarat. Dalam penelitian berjudul "*Design of Sign Language Learning Media Based on Virtual Reality*", mereka mengembangkan aplikasi berbasis Virtual Reality (VR) yang memungkinkan pengguna belajar bahasa isyarat dalam lingkungan interaktif. Sementara itu, dalam penelitian "*Design and Development of Sign Language Learning Application for Special Needs Students Based on Android Using Flutter*", Novaliendry dkk. (2023) mengembangkan aplikasi pembelajaran bahasa isyarat berbasis Flutter untuk Android, yang menyediakan fitur alfabet isyarat, angka, video tutorial, kuis, dan evaluasi pembelajaran. Meskipun kedua aplikasi ini dapat meningkatkan keterampilan bahasa isyarat bagi pengguna, keduanya masih terbatas pada pembelajaran dan belum mendukung penerjemahan otomatis dari bahasa isyarat ke teks.

Meskipun berbagai teknologi di atas telah memberikan manfaat bagi penyandang tunarungu, sebagian besar masih dikembangkan sebagai sistem yang berdiri sendiri, tanpa integrasi antara penerjemahan bahasa isyarat dan pengenalan suara. Sistem deteksi bahasa isyarat hanya mampu mengenali gerakan tangan tanpa memahami konteks percakapan secara keseluruhan, sedangkan teknologi

pengenalan suara hanya mengubah suara menjadi teks tanpa memberikan bentuk komunikasi visual bagi pengguna bahasa isyarat. Akibatnya, penerjemahan antara bahasa isyarat dan suara belum berjalan secara optimal.

Oleh karena itu, diperlukan integrasi antara kedua teknologi ini untuk menciptakan sistem penerjemahan yang lebih efektif dan inklusif. Dengan mengintegrasikan teknologi *Speech-to-Text* dan sistem penerjemahan bahasa isyarat SIBI berbasis CNN, aplikasi web ini mampu mengenali dan menerjemahkan gerakan tangan pengguna yang terekam oleh kamera menjadi huruf bahasa Indonesia. Selain itu, aplikasi ini juga dapat mengonversi suara menjadi teks, kemudian menampilkan teks tersebut dalam bentuk gambar isyarat SIBI yang sesuai. Integrasi ini tidak hanya memudahkan penyandang tunarungu dalam menerjemahkan percakapan dengan lebih efektif, tetapi juga menyediakan representasi visual yang membantu pemahaman bahasa isyarat SIBI.

Deep Learning memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan sistem ini. Deep learning adalah suatu metode dalam kecerdasan buatan yang menggunakan jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan untuk memproses dan menganalisis data, serta mengenali pola dan fitur kompleks dalam data seperti gambar dan suara (Koosha & Mahyar, 2023). Teknologi ini memungkinkan sistem untuk belajar secara otomatis dari data, mengenali pola, dan membuat prediksi dengan akurasi tinggi tanpa memerlukan proses ekstraksi fitur manual.

Salah satu model deep learning yang umum digunakan dalam pengolahan data visual dan sekuensial adalah Convolutional Neural Network (CNN). CNN mampu mengidentifikasi fitur spasial secara efisien melalui proses konvolusi dan pooling pada data input. Dalam penelitian ini digunakan varian CNN berbasis satu dimensi (CNN1D) yang dirancang khusus untuk menangani data urutan, seperti koordinat landmark tangan (x, y, z) dari hasil deteksi MediaPipe. CNN1D memungkinkan sistem untuk mengenali pola spasial-temporal secara efektif dalam rangkaian frame video bahasa isyarat.

Untuk mendukung kinerja CNN1D dalam mengenali gerakan tangan secara real-time, sistem ini memanfaatkan MediaPipe, sebuah pustaka yang dirancang oleh Google untuk memproses video secara efisien. MediaPipe dapat

mendeteksi posisi tangan dalam video, serta melacak pergerakannya dalam setiap frame (Amprimo, 2024). Dengan kombinasi CNN dan MediaPipe, sistem dapat mengenali dan melacak gerakan tangan dengan lebih cepat dan akurat, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang kurang ideal atau berbagai sudut pandang.

Penelitian oleh Koyineni dkk. (2024) dalam jurnal "*Silent Expressions Unveiled: Deep Learning for British and American Sign Language Detection*" menggunakan CNN dengan MediaPipe untuk mendeteksi koordinat landmark tangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CNN lebih unggul dibandingkan metode lain dalam mengenali gestur statis, menghasilkan akurasi tinggi dalam mendeteksi bahasa isyarat. Model CNN dengan MediaPipe mencapai akurasi 97,24%, sedangkan metode lain seperti RNN dengan LSTM memperoleh 87,4% dan DTW-KNN mencapai 83,7%. Hasil ini menegaskan bahwa CNN dengan MediaPipe merupakan pendekatan paling efektif untuk pengenalan bahasa isyarat secara real-time. Pendekatan CNN pada penelitian tersebut juga relevan dengan penggunaan CNN1D dalam penelitian ini karena keduanya sama-sama mengekstraksi pola dari koordinat landmark tangan, Temuan ini memperkuat dasar penggunaan CNN dalam sistem yang dikembangkan.

Selain teknologi pengenalan bahasa isyarat, fitur *Speech-to-Text* menjadi bagian penting dalam aplikasi ini untuk meningkatkan aksesibilitas dan pengalaman pengguna. *Speech-to-Text* adalah teknologi yang mengonversi ucapan manusia menjadi teks secara otomatis (Matre & Cameron, 2024). Teknologi ini memungkinkan pengguna berbicara ke dalam mikrofon dan mendapatkan teks yang ditampilkan di layar, sehingga mempermudah komunikasi antara pengguna bahasa isyarat dan non-bahasa isyarat.

Dalam pengembangan aplikasi berbasis web ini, digunakan Web Speech API sebagai teknologi pengenalan suara. Web Speech API merupakan API berbasis JavaScript yang digunakan untuk mengonversi suara menjadi teks melalui browser dengan memanfaatkan layanan pengenalan suara (Lubis dkk.,2024). Dengan Web Speech API, suara pengguna dapat diidentifikasi dan dikonversi ke teks secara real-time, mendukung interaksi yang lebih intuitif dan efisien dalam aplikasi berbasis web.

Konversi suara ke teks ke gambar isyarat SIBI bertujuan untuk memberikan representasi visual yang membantu penyandang tunarungu memahami percakapan yang diucapkan oleh lawan bicara mereka. Teknologi ini akan meningkatkan pemahaman kedua belah pihak, baik pengguna bahasa lisan maupun bahasa isyarat, sehingga dapat terjalin komunikasi yang lebih efektif dan inklusif.

Aplikasi berbasis web dipilih karena lebih fleksibel, mudah diakses, dan efisien dibandingkan aplikasi mobile. Web dapat digunakan langsung melalui browser tanpa perlu instalasi, sehingga dapat diakses dari berbagai perangkat kapan saja. Selain itu, pembaruan dan pemeliharaan lebih mudah karena dilakukan langsung di server tanpa memerlukan unduhan versi terbaru. Dengan sebagian besar pemrosesan dilakukan di server, aplikasi ini tetap ringan dan optimal untuk mengintegrasikan teknologi Speech-to-Text dan model CNN dalam penerjemahan bahasa isyarat.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan penyandang tunarungu dapat lebih aktif berpartisipasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan, pekerjaan, dan interaksi sosial. Pengembangan aplikasi ini juga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya komunikasi inklusif serta memperkuat hubungan sosial antara penyandang tunarungu dan masyarakat umum

B. Identifikasi Masalah

1. Kurangnya pemahaman masyarakat umum terhadap bahasa isyarat SIBI yang menyulitkan komunikasi dengan penyandang tunarungu.
2. Belum tersedianya aplikasi yang dapat menerjemahkan bahasa isyarat SIBI ke teks.
3. Kesulitan penyandang tunarungu dalam memahami percakapan lisan karena keterbatasan alat bantu penerjemahan suara ke teks dan gambar isyarat.

4. Tantangan dalam meningkatkan akurasi penerjemahan bahasa isyarat SIBI menggunakan model AI, terutama dalam mendeteksi gerakan tangan secara real-time.
5. Keterbatasan sistem yang mampu mengintegrasikan teknologi Speech-to-Text dan CNN dalam satu aplikasi penerjemahan bahasa isyarat.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan aplikasi berbasis web yang mampu menerjemahkan bahasa isyarat SIBI ke teks akurasi tinggi?
2. Bagaimana mengimplementasikan teknologi Speech-to-Text untuk mengkonversi suara ke teks dan menampilkan gambar isyarat SIBI yang sesuai?
3. Bagaimana meningkatkan akurasi model CNN dalam mengenali dan menerjemahkan gerakan bahasa isyarat secara real-time?

D. Batasan Masalah

1. Aplikasi yang dikembangkan berbasis web dengan fitur translator bahasa isyarat SIBI dan Speech-to-Text untuk mengonversi suara menjadi teks. Pengenalan bahasa isyarat hanya mencakup kosakata dasar SIBI dari A-Z dan menggunakan data kontur tangan yang diambil dari gambar untuk mendeteksi gerakan tangan.
2. Speech-to-Text menggunakan Web Speech API di JavaScript untuk mengonversi suara menjadi teks tanpa memerlukan dataset pelatihan. Pengenalan bahasa isyarat menggunakan CNN (Convolutional Neural

Network) yang dilatih dengan dataset koordinat kontour tangan untuk mengenali gerakan bahasa isyarat SIBI

3. Aplikasi dibangun menggunakan Python Flask untuk backend dan HTML, CSS, JavaScript untuk frontend.
4. Data yang digunakan untuk pelatihan terbatas pada gambar gerakan tangan yang menggambarkan koordinat kontur tangan dalam berbagai posisi bahasa isyarat SIBI.

E. Tujuan Penelitian

1. Merancang aplikasi web untuk menerjemahkan bahasa isyarat SIBI ke teks dan suara ke gambar SIBI secara akurat.
2. Membangun sistem penerjemahan yang mengintegrasikan teknologi Speech-to-Text untuk mengonversi suara menjadi teks serta model CNN untuk meningkatkan akurasi deteksi bahasa isyarat dan penerjemahannya ke dalam teks.
3. Melakukan pengujian sistem secara real-time terhadap fitur deteksi bahasa isyarat dan Speech-to-Text, serta performa aplikasi.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penyandang tunarungu, aplikasi ini dapat membantu dalam menerjemahkan bahasa isyarat ke teks dan suara sehingga mempermudah mereka dalam memahami dan berinteraksi dengan lingkungan sekitar.

2. Bagi masyarakat umum, aplikasi ini dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran terhadap bahasa isyarat SIBI, sehingga mendukung komunikasi yang lebih inklusif.
3. Bagi dunia pendidikan, aplikasi ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran bahasa isyarat bagi siswa dan tenaga pengajar.
4. Bagi pengembang teknologi, penelitian ini dapat Menambah wawasan dalam pengembangan sistem berbasis deep learning yang dapat diimplementasikan untuk pengenalan bahasa isyarat.
5. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi acuan dalam penelitian terkait pengenalan gestur tangan dan pengembangan aplikasi berbasis deep learning untuk tujuan serupa.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian aplikasi web penerjemah bahasa isyarat SIBI dengan fitur Speech-to-Text dan metode CNN, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi web berhasil dikembangkan menggunakan framework Flask dan telah dihosting pada server VPS dengan konfigurasi yang stabil. Integrasi antara modul deteksi gesture, Speech-to-Text, dan pencocokan gambar dari database telah berjalan dengan baik. Berdasarkan pengujian, hasil prediksi gesture maupun transkripsi suara menunjukkan output yang benar dan sesuai, sehingga setiap huruf atau kata yang dikenali berhasil ditampilkan dalam bentuk gambar huruf SIBI secara akurat. Selain itu, evaluasi performa menggunakan GTmetrix menunjukkan skor sebesar 98%, waktu muat 866 ms, serta tata letak halaman yang stabil. Hasil ini membuktikan bahwa aplikasi tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga cepat, stabil, dan siap digunakan secara luas.

2. Sistem Penerjemah Bahasa Isyarat Berfungsi Efektif

Aplikasi mampu mengenali gestur huruf A–Z secara real-time menggunakan MediaPipe dan CNN. Pengujian dengan metode black box testing menunjukkan bahwa sebagian besar huruf dikenali dengan akurasi di atas 99%, dan 18 huruf di antaranya mencapai akurasi 100%. Namun, huruf J dan Z agak sulit dikenali karena melibatkan gerakan. Sistem juga menunjukkan kinerja optimal ketika tangan berada pada jarak 15–30 cm dari kamera, karena jarak yang terlalu jauh membuat landmark sulit dideteksi sehingga menurunkan akurasi. Selain itu, pencahayaan terbukti sangat memengaruhi hasil pengenalan, sistem tetap akurat dalam kondisi terang maupun redup, tetapi gagal mendeteksi pada kondisi gelap. Secara keseluruhan, sistem bekerja andal dan konsisten dalam mengenali bahasa isyarat statis.

3. Fitur Speech-to-Text Akurat

Pengujian menggunakan metode black box testing menunjukkan bahwa fitur Speech-to-Text mampu mengonversi ucapan pengguna menjadi teks dengan akurasi tinggi. Teks tersebut kemudian dicocokkan dengan database dan ditampilkan dalam bentuk gambar huruf SIBI secara berurutan, dengan hasil yang sesuai dengan isi transkripsi. Fitur ini bekerja optimal di lingkungan tenang. Pada pengujian dengan gangguan suara (noise), akurasi sistem bergantung pada dominasi suara pengguna. Jika suara pengguna lebih tinggi dari kebisingan, sistem masih dapat mengenali ucapan dengan baik. Namun, ketika suara bising lebih dominan, transkripsi menjadi salah atau tidak muncul sama sekali. Hal ini membuktikan bahwa lingkungan bebas noise sangat penting untuk menjaga kinerja optimal sistem.

B. Saran

1. Penambahan Fitur Text-to-Speech

Disarankan menambahkan fitur Text-to-Speech agar hasil terjemahan dari gesture dapat dibacakan secara audio. Hal ini akan membantu pengguna non-tunarungu memahami respons pengguna tunarungu secara langsung.

2. Perluasan Kosakata Isyarat

Sistem sebaiknya tidak hanya terbatas pada huruf A–Z, tetapi dikembangkan untuk mengenali angka, kata-kata umum, dan frasa pendek guna meningkatkan konteks komunikasi yang lebih nyata.

3. Fitur Edukasi dan Kuis Interaktif

Aplikasi dapat dikembangkan menjadi media pembelajaran bahasa isyarat dengan menambahkan fitur kuis, latihan pengenalan isyarat, dan materi edukatif, sehingga bermanfaat juga bagi masyarakat umum dan pelajar.

4. Pengembangan Versi Mobile

Disarankan mengembangkan aplikasi versi Android/iOS atau memastikan desain web sepenuhnya mobile responsive agar dapat digunakan dengan nyaman di berbagai perangkat.

5. Pengujian Usability oleh Pengguna Langsung

Untuk meningkatkan kualitas aplikasi, perlu dilakukan uji coba langsung bersama penyandang tunarungu dan non-tunarungu guna mengevaluasi kenyamanan penggunaan dan efektivitas komunikasi dua arah.

6. Peningkatan Deteksi Gestur Dinamis (J dan Z)

Huruf J dan Z yang melibatkan gerakan melengkung atau berpola, baru terdeteksi akurat setelah tangan berhenti bergerak. Disarankan agar sistem dikembangkan lebih adaptif dalam mengenali gerakan dinamis secara real-time tanpa menunggu posisi diam tangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahwani, D. K., Budiman, S. N., & Rahmat, M. F. (2024). *Penerapan Mediapipe dalam Pengenalan Bisindo Berbasis Deep Learning dan Computer Vision (Studi Kasus : SLB-C B Yayasan Pendidikan Luar Biasa (YPLB) Blitar)*. 4, 3608–3628.
- Alfikri, R. H., Utomo, M. S., Februariyanti, H., & Nurwahyudi, E. (2022). Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Dengan Metode Cnn Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 16(2), 183. <https://doi.org/10.33365/jti.v16i2.1752>
- Aprizia Perenial Asla Wahyudi, Farah Aziizah, Reighina Faridah Solihah, Tiara Dwi Putri NSP, & Siti Hamidah. (2024). Upaya Meningkatkan Kosakata Pada Anak Tunarungu. *Fonologi : Jurnal Ilmuan Bahasa Dan Sastra Inggris*, 2(2), 24–33. <https://doi.org/10.61132/fonologi.v2i2.592>
- Fachri, B., Rizal, C., & Supiyandi. (2024). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka Berbasis Web. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Dan Sistem Informasi (JUKTISI)*, 2(3), 591–597. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v2i3.147>
- Fatmawati, R., Asmara, R., Prayogi, Y. R., & Hakkun, R. Y. (2022). Aplikasi Pembelajaran Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Berbasis Voice Menggunakan OpenSIBI. *Technomedia Journal*, 7(1), 22–39. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i1.1690>
- Firdaus, E. (2024). Implementasi artificial intelligence melalui speech-to-text sebagai alat bantu tunarungu berkomunikasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 5(2), 273–285.
- Gupta, J., Pathak, S., & Kumar, G. (2022). Deep Learning (CNN) and Transfer Learning: A Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2273(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2273/1/012029>
- Helsalia, A., Pratama, H., Kristiani, M., & Marpaung, Y. B. (2021). Perancangan

- Aplikasi Pemesanan Obat di Apotek Dengan Analisis Design UML Yang Menerapkan GIS dan LBS. *Jurnal Teknik Informatika*, 1(1), 1–20.
- Koosha, S., & Amini Mahyar. (2023). Machine Learning and Deep Learning: A Review of Methods and Applications. *World Information Technology and Engineering Journal*, 10(07–2023), 3897–3904.
- Koyineni, S. N., Sai, G. K., Anvesh, K., & Anjali, T. (2024). Silent Expressions Unveiled: Deep Learning for British and American Sign Language Detection. *Procedia Computer Science*, 233, 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.216>
- Lela Ayu Septyani, Hanik Noor Solikhah, & Arcivid Chorynia Ruby. (2024). Analisis Penggunaan Bahasa SIBI Untuk Meningkatkan Komunikasi Siswa Tunarungu Dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal LENTERA: Jurnal Studi Pendidikan*, 6(2), 135–140. <https://doi.org/10.51518/lentera.v6i2.210>
- Lubis, N., Siambaton, M. Z., & Aulia, R. (2024). Implementasi Algoritma Deep Learning pada Aplikasi Speech to Text Online dengan Metode Recurrent Neural Network (RNN). *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 3(3), 113–126. <https://doi.org/10.56211/sudo.v3i3.583>
- Matre, M. E., & Cameron, D. L. (2024). A scoping review on the use of speech-to-text technology for adolescents with learning difficulties in secondary education. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 19(3), 1103–1116. <https://doi.org/10.1080/17483107.2022.2149865>
- Muharram, R. F. (2021). Implementasi Artificial Intelligence Untuk Deteksi Masker Secara Realtime Dengan Tensorflow Dan SSD Mobilenet Berbasis Python. *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)*, 1(03), 281–290. <https://doi.org/10.30998/jrkt.v1i03.5832>
- Naciye Nur Arslan, Emrullah Şahin, M. A. (2023). Deep learning-based isolated sign language recognition: a novel approach to tackling communication barriers for individuals with hearing impairments. *Journal of Scientific Reports-A*, 055, 50–59. <https://doi.org/10.59313/jsr-a.1367212>

- Novaliendry, D., Budayawan, K., Auvi, R., Fajri, B. R., & Huda, Y. (2023). Design of Sign Language Learning Media Based on Virtual Reality. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 19(16), 111–126. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v19i16.44671>
- Novaliendry, D., Pratama, M. F. P., Budayawan, K., Huda, Y., & Rahiman, W. M. Y. (2023). Design and Development of Sign Language Learning Application for Special Needs Students Based on Android Using Flutter. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 19(16), 76–92. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v19i16.44669>
- Nugraheni, A. S., Husain, A. P., & Unayah, H. (2023). Optimalisasi Penggunaan Bahasa Isyarat Dengan Sibi Dan Bisindo Pada Mahasiswa Difabel Tunarungu Di Prodi Pgmi Uin Sunan Kalijaga. *Jurnal Holistika*, 5(1), 28. <https://doi.org/10.24853/holistika.5.1.28-33>
- Nur Budiman, S., Lestanti, S., Marselius Evvandri, S., & Kartika Putri, R. (2022). Pengenalan Gestur Gerakan Jari Untuk Mengontrol Volume Di Komputer Menggunakan Library Opencv Dan Mediapipe. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 16(2), 223–232. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v16i2.2508>
- Nurlailah, E., & Nova Wardani, K. R. (2023). Perancangan Website Sebagai Media Informasi Dan Promosi Oleh-Oleh Khas Kota Pagaralam. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 8(4), 1175–1185. <https://doi.org/10.29100/jipi.v8i4.4006>
- Purwono, Ma'arif, A., Rahmaniar, W., Fathurrahman, H. I. K., Frisky, A. Z. K., & Haq, Q. M. U. (2022). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN): A Review. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 2(4), 739–748. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v2i4.888>
- Santika, E. F. (2023). *Ini Prevalensi Disabilitas Indonesia pada 2023*. Katadata.Co.Id. <https://databoks.katadata.co.id/layanan-konsumen-kesehatan/statistik/66a13e9eb02df/ini-prevalensi-disabilitas-indonesia-pada->

2023

- Shubham Mishra, Mrs. Versha Verma, Dr. Nikhat Akhtar, Shivam Chaturvedi, & Dr. Yusuf Perwej. (2022). An Intelligent Motion Detection Using OpenCV. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, March, 51–63. <https://doi.org/10.32628/ijrsrset22925>
- Simamora, I. Y., Zahra, M., Sinaga, W. A., Pandiangan, H. E., & Hasibuan, S. F. (2024). Peran Komunikasi dalam Pembangunan Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Volume 8, 8.
- Surbakti, N. M., Angelyca Angelyca, Anita Talia, Cecilia Br Perangin-Angin, Dina Olivia Nainggolan, Nia Devi Friskaully, & Sikap Ruth Br Tumorang. (2024). Penggunaan Bahasa Pemrograman Python dalam Pembelajaran Kalkulus Fungsi Dua Variabel. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(3), 98–107. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i3.67>
- Šušter, I., & Ranisavljević, T. (2023). Optimization of MySQL database. *Journal of Process Management and New Technologies*, 11(1–2), 141–151. <https://doi.org/10.5937/jouproman2301141q>
- Syach, U., & Edi, S. W. M. (2024). Perancangan Aplikasi Web Manajemen Data Produk Bisnis Perhiasan Berbasis Flask Dan MongoDB. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 3(2), 162–176. <https://doi.org/10.24246/itexplore.v3i2.2024.pp162-176>
- Taye, M. M. (2023). Understanding of Machine Learning with Deep Learning : *Computers MDPI*, 12(91), 1–26.
- Zalukhu, A., Singly, P., & Darma, D. (2023). Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart. *Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 4(1), 61–70. <https://ejurnal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>