

# Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat Untuk Berkomunikasi dengan Penyandang Disabilitas (Tunarungu)

Indah Sari<sup>1</sup>, Fivrenodi<sup>2</sup>, Eka Altiarika<sup>3</sup>, Eka Altiarika, Sarwindah<sup>4</sup>

\*\*\*Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Bangka Belitung, \* ISB Atma Luhur

[windah11@gmail.com](mailto:windah11@gmail.com)<sup>1</sup>, [nodhi178@gmail.com](mailto:nodhi178@gmail.com)<sup>2</sup>, [eka.altiarika@unmuhbabel.ac.id](mailto:eka.altiarika@unmuhbabel.ac.id)<sup>3</sup>, [indah\\_syifa@atmaluhur.ac.id](mailto:indah_syifa@atmaluhur.ac.id)<sup>4</sup>

## Article Info

### Article history:

Received 19-06-2023

Revised 23-06-2023

Accepted 24-06-2023

### Keyword:

*Bahasa Isyarat Indonesia, Deteksi Bahasa, Machine Learning*

## ABSTRACT

Sarana komunikasi utama bagi orang-orang penyandang disabilitas (tunarungu) adalah bahasa isyarat. Namun, tidak semua orang mengerti atau dapat menggunakan bahasa isyarat, dan tidak semua lingkungan menyediakan aksesibilitas bagi orang dengan disabilitas pendengaran. Sistem pengembangan bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas dikembangkan karena pentingnya aksesibilitas komunikasi bagi orang dengan disabilitas pendengaran atau bahasa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sistem bahasa isyarat agar memudahkan berkomunikasi dengan penyandang disabilitas (tunarungu) dengan menggunakan metode machine learning. Dengan menggunakan teknologi pengenalan citra atau pengenalan pola, sistem dapat mengidentifikasi gerakan tangan dan menerjemahkannya menjadi teks atau suara yang dapat dimengerti oleh individu yang tidak dapat berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat.

## I. PENDAHULUAN

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa pada tahun 2050, hampir 2,5 miliar orang diproyeksikan akan mengalami gangguan pendengaran pada tingkat tertentu dan setidaknya 700 juta akan membutuhkan rehabilitasi pendengaran [1]. Angka-angka ini menunjukkan pentingnya bahasa isyarat dan sistem terjemahan bahasa isyarat berbasis mesin [2]. Sarana komunikasi utama bagi orang-orang ini adalah bahasa isyarat [3]. Bahasa isyarat adalah bahasa utama bagi orang-orang dengan disabilitas pendengaran, dan merupakan salah satu bentuk komunikasi yang paling penting bagi mereka. Namun, tidak semua orang mengerti atau dapat menggunakan bahasa isyarat, dan tidak semua lingkungan menyediakan aksesibilitas bagi orang dengan disabilitas pendengaran. Sistem pengembangan bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas dikembangkan karena pentingnya aksesibilitas komunikasi bagi orang dengan disabilitas pendengaran atau bahasa.

Banyak orang menderita gangguan pendengaran, gangguan berbicara atau keduanya. Ketidakmampuan sebagian atau seluruhnya untuk mendengar di satu atau kedua telinga dikenal sebagai gangguan pendengaran. Di

sisi lain, bisu adalah kecacatan yang mengganggu kemampuan berbicara dan membuat orang yang terkena tidak dapat berbicara[4]. Saat ini, terjadi dualisme bahasa isyarat di Indonesia. Ada dua bahasa isyarat yang digunakan di Indonesia, yaitu Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Kami memilih BISINDO daripada SIBI sejalan dengan saran dan permintaan para tunarungu di luar sana untuk menjadikan BISINDO sebagai bahasa isyarat resmi Indonesia pengganti SIBI [5]. Orang bisu dapat berkomunikasi satu sama lain tetapi umumnya orang normal membutuhkan penerjemah untuk dapat memahami apa arti dari bentuk gerak tangan orang bisu tersebut. Terjemahan otomatis bentuk tangan menjadi karakter abjad A - Z dapat dilakukan dengan bantuan teknologi informasi [6]. Bahasa isyarat melibatkan penggunaan bagian atas tubuh, seperti gerakan tangan, raut wajah, membaca bibir, anggukan kepala dan postur tubuh untuk menyebarkan informasi.

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah yang dapat diidentifikasi terkait pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas adalah bagaimana memastikan teknologi pengenalan gerakan dapat mendeteksi gerakan tubuh dan tangan

pengguna bahasa isyarat dengan akurasi dan cepat? Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sistem bahasa isyarat agar memudahkan berkomunikasi dengan penyandang disabilitas (tunarungu) dengan menggunakan metode machine learning.

## II. METODE

### A. Metode Pengembangan

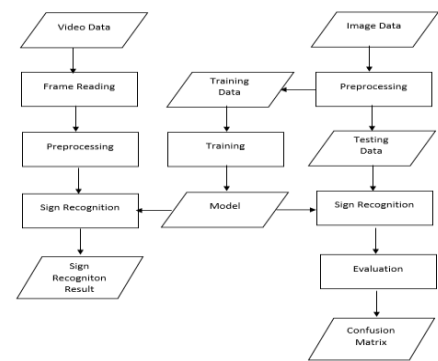
Berikut adalah beberapa metode pengembangan yang digunakan dalam pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas:

1. **Studi Kebutuhan Pengguna:** Melakukan studi untuk memahami kebutuhan dan keinginan pengguna sistem bahasa isyarat. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan survei atau wawancara langsung dengan pengguna, atau dengan bekerja sama dengan organisasi atau kelompok masyarakat yang mewakili kepentingan orang dengan disabilitas pendengaran atau bahasa.
2. **Analisis Bahasa Isyarat:** Analisis bahasa isyarat yang digunakan oleh pengguna, termasuk penggunaan tata bahasa, gerakan tubuh, dan ekspresi wajah. Hal ini dapat membantu dalam membangun sistem bahasa isyarat yang mudah dimengerti dan efektif.
3. **Pengembangan Algoritma:** Merancang algoritma atau proses yang dapat mengonversi bahasa lisan atau tulisan menjadi bahasa isyarat yang dipahami oleh pengguna. Pengembangan algoritma ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi Machine Learning dan Natural Language Processing (NLP).
4. **Pengujian dan Evaluasi:** Menguji dan mengevaluasi sistem bahasa isyarat yang telah dikembangkan dengan melibatkan pengguna dan mengumpulkan umpan balik untuk meningkatkan kualitas sistem. Evaluasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif.
5. **Integrasi dengan Teknologi:** Mengintegrasikan sistem bahasa isyarat yang telah dikembangkan dengan teknologi yang sudah ada, seperti perangkat lunak atau perangkat keras, sehingga dapat digunakan oleh pengguna dengan mudah.
6. **Pelatihan dan Edukasi:** Memberikan pelatihan dan edukasi kepada pengguna dan masyarakat umum mengenai penggunaan sistem bahasa isyarat yang telah dikembangkan. Hal ini akan membantu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang kepentingan dan manfaat dari sistem bahasa isyarat.

7. **Pengembangan Skala Besar:** Pengembangan sistem bahasa isyarat yang dapat digunakan di berbagai wilayah dan budaya. Hal ini dapat dilakukan dengan mengembangkan kamus bahasa isyarat yang lengkap dan memperkuat kolaborasi dengan organisasi dan kelompok masyarakat di seluruh dunia.

### B. Perancangan

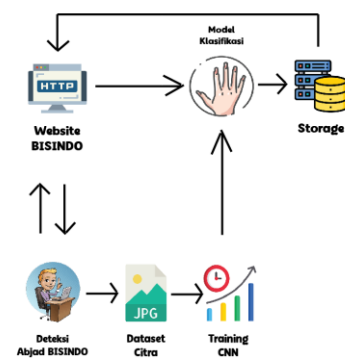
Perancangan sistem pengembangan bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas ditunjukkan pada Gambar 2. Proses pelatihan dilakukan untuk mendapatkan model classifier yang setelahnya akan digunakan dalam proses pengujian sistem pengembangan bahasa isyarat pada gambar dan video.



Gambar 1. Diagram Pengembangan Bahasa Isyarat Indonesia

### C. Pelatihan

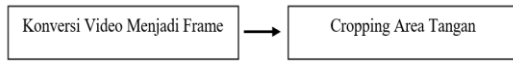
Evaluasi Sistem Pengguna akan menambahkan data berupa gambar digital pada aplikasi pengenalan bahasa abjad SIBI sebagai dataset yang akan digunakan dalam proses pelatihan. Selama proses pelatihan, akan dibuat model yang akan digunakan sebagai model klasifikasi. Hasil demonstrasi BISINDO akan diposting di website. Desain dari arsitektur aplikasi ini dapat kita lihat pada gambar 3. dibawah ini.



Gambar 2. Proses Pelatihan

### D. Pre Processing

Dataset yang telah dikumpulkan selanjutnya melalui tahap pre-processing. Tujuan dari pre-processing adalah untuk mendapatkan area demonstrasi bahasa isyarat untuk membantu proses pelatihan CNN. Diagram menggambarkan aliran pre-processing yang ditunjukkan pada gambar 4. Dibawah ini.



Gambar 3. Pre-processing

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa studi dan artikel telah membahas mengenai pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. Berikut adalah tinjauan pustaka terkait:

1. “SIBI Sign Language Recognition Using Convolutional Neural Network Combined with Transfer Learning and non-trainable Parameters”[7] Penelitian ini mengimplementasikan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang merupakan model *Inflated 3D* yang dikombinasikan dengan metode pembelajaran transfer dari dataset ImageNet dan Kinectic untuk mengatasi masalah dataset kecil. Akurasi validasi tertinggi adalah 100% dan akurasi pengujian tertinggi adalah 97,50%. Hasil terbaik diperoleh dengan menggunakan model dengan modul inception paling beku.
2. “Real-time Assamese Sign Language Recognition using MediaPipe and Deep Learning”[8] Penelitian ini mengembangkan pendekatan teknis untuk mengenali Bahasa Isyarat Assam, yang merupakan salah satu dari 22 bahasa modern di India. Dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin, karya ini mencoba membuat sistem untuk mengidentifikasi gerakan tangan dari Bahasa Isyarat Assam. Kombinasi gambar dua dimensi dan tiga dimensi gerakan Assam telah digunakan untuk menyiapkan dataset.
3. “An Automatic Arabic Sign Language Recognition System (AeSLRS)”[9] Penelitian ini menyajikan SLRS visual otomatis yang menerjemahkan tanda kata-kata Arab yang terisolasi menjadi teks. Sistem yang diusulkan memiliki empat tahap utama: segmentasi tangan, pelacakan, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Detektor kulit dinamis berdasarkan nada warna wajah digunakan untuk segmentasi tangan. Kemudian, teknik pelacakan gumpalan kulit yang

diusulkan digunakan untuk mengidentifikasi dan melacak tangan.

Dari tinjauan pustaka tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas memerlukan integrasi antara teknologi pengenalan gerakan, *Machine Learning*, dan pengenalan suara. Sistem bahasa isyarat yang telah dikembangkan perlu diuji dan dievaluasi dengan melibatkan pengguna sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efektivitasnya.

#### A. Deteksi Bahasa

Terkait dengan penandatanganan, seseorang dapat membedakan berbagai tugas: deteksi, identifikasi, segmentasi, pengenalan, penerjemahan, dan produksi. *Detection* adalah tugas mengidentifikasi apakah bahasa isyarat sedang digunakan, sedangkan identifikasi adalah tugas mengidentifikasi bahasa isyarat mana yang digunakan [10]. Deteksi bahasa merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. Hal ini karena Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat harus mampu mendeteksi bahasa isyarat yang diucapkan oleh pengguna dengan akurasi yang tinggi agar dapat menghasilkan terjemahan bahasa isyarat yang tepat.

Untuk mendeteksi bahasa isyarat, teknologi pengolahan citra dan pengolahan sinyal suara dapat digunakan. Pada teknologi pengolahan citra, kamera dipasang untuk merekam gerakan tangan dan tubuh pengguna saat mengucapkan bahasa isyarat. Kemudian, data citra yang dihasilkan akan diproses menggunakan algoritma computer vision untuk mendeteksi gerakan tangan dan tubuh pengguna, dan mengubahnya menjadi bahasa isyarat yang dapat dipahami oleh mesin. Sementara itu, pada teknologi pengolahan sinyal suara, sistem akan merekam suara yang dihasilkan oleh pengguna saat mengucapkan bahasa isyarat, kemudian data suara tersebut akan diolah menggunakan algoritma pengenalan suara untuk mendeteksi bahasa isyarat yang diucapkan. Dengan adanya deteksi bahasa yang akurat, Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat dapat menghasilkan terjemahan bahasa isyarat yang tepat dan memfasilitasi komunikasi antara pengguna dan orang lain dengan lebih mudah dan efektif. Ini dapat meningkatkan kualitas hidup penyandang disabilitas dan memperkuat inklusi sosial mereka dalam masyarakat.

#### B. Artificial Intelligence

*Artificial Intelligence* atau Kecerdasan Buatan adalah salah satu bidang ilmu komputer yang mempelajari kecerdasan manusia buatan yang mampu memecahkan masalah [11]. Kemajuan baru-baru ini dalam *Artificial Intelligent* (AI) pada pengenalan bahasa isyarat telah membuka jalan bagi

komunitas riset untuk menerapkan AI dalam operasi interpretasi tanda [4]. *Artificial Intelligence* (AI) dapat digunakan dalam pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. Salah satu contoh penggunaan AI adalah pada teknologi pengenalan gambar atau objek. Pada sistem bahasa isyarat, teknologi pengenalan gambar dapat digunakan untuk mengenali gerakan tangan dan mengartikulasikan bahasa isyarat yang sesuai. Perkembangan terkini dalam ilmu komputer, khususnya *Artificial Intelligence* (AI), menawarkan solusi potensial untuk masalah ini [12].

Selain itu, teknologi *Machine Learning* (ML) juga dapat digunakan dalam pengembangan sistem bahasa isyarat. ML dapat digunakan untuk melatih sistem pengenalan bahasa isyarat agar lebih akurat dalam mengenali gerakan tangan dan memahami bahasa isyarat yang digunakan oleh pengguna. Dengan demikian, sistem bahasa isyarat dapat diintegrasikan dengan teknologi AI dan ML untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem dalam berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. Selain pengenalan gambar dan ML, teknologi AI juga dapat digunakan dalam mengembangkan sistem bahasa isyarat yang lebih kompleks seperti sistem yang dapat mengenali gerakan wajah dan ekspresi, sistem yang dapat memahami bahasa isyarat dengan cepat dan akurat, serta sistem yang dapat memberikan respon secara *real-time*. Dengan kemajuan teknologi AI, diharapkan pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas dapat terus dikembangkan dan meningkatkan kualitas hidup mereka.

### C. *Machine Learning*

*Machine Learning* (ML) adalah bagian dari teknik kecerdasan buatan yang entah bagaimana meniru pemecahan masalah manusia [13]. *Machine Learning* (ML) dapat digunakan dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. ML adalah metode pembelajaran komputer yang memungkinkan mesin untuk belajar dari data yang ada dan meningkatkan kinerjanya seiring bertambahnya data. Dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat, ML dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi dan kemampuan sistem dalam mengenali gerakan tangan dan memahami bahasa isyarat yang digunakan oleh pengguna. Selain itu, ML juga dapat digunakan untuk mempercepat proses belajar dan meningkatkan kualitas sistem pengenalan bahasa isyarat.

Contohnya, ML dapat digunakan untuk mengembangkan model pengenalan bahasa isyarat yang dapat memahami variasi gerakan tangan dan bahasa isyarat yang digunakan oleh pengguna. Dengan menggunakan ML, sistem bahasa isyarat dapat terus belajar dari data yang ada dan dapat meningkatkan akurasi pengenalan bahasa isyarat secara otomatis. Selain itu, ML juga dapat digunakan dalam pengembangan sistem bahasa isyarat yang lebih kompleks seperti sistem yang dapat mengenali gerakan wajah dan ekspresi, sistem yang dapat memahami bahasa isyarat dengan

cepat dan akurat, serta sistem yang dapat memberikan respon secara *real-time*. Dengan demikian, penggunaan ML dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem dalam berkomunikasi dengan penyandang disabilitas, sehingga dapat memperkuat inklusi sosial dan kualitas hidup penyandang disabilitas.

### D. *Interaksi Manusia-Komputer (IMK)*

Interaksi manusia-komputer (IMK) umumnya dilakukan menggunakan mouse, keyboard, remote control, atau layar sentuh. dan bidang industri. Namun, komunikasi antarpribadi dilakukan lebih alami melalui suara dan gerakan fisik, yang umumnya dianggap lebih fleksibel dan efisien [11]. Interaksi Manusia-Komputer (IMK) sangat penting dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas. Hal ini karena sistem tersebut dirancang untuk memfasilitasi komunikasi antara manusia dan mesin, sehingga pengguna dapat berinteraksi dan berkomunikasi dengan mudah menggunakan bahasa isyarat.

Dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat, IMK digunakan untuk merancang antarmuka pengguna yang mudah digunakan dan intuitif. Antarmuka pengguna yang baik dapat membantu pengguna untuk berinteraksi dan menggunakan sistem dengan lebih mudah dan efisien, sehingga dapat mempercepat proses komunikasi. Selain itu, IMK juga dapat digunakan untuk merancang fitur-fitur yang berguna untuk pengguna, seperti fitur penerjemah bahasa isyarat secara *real-time*, fitur pemrosesan bahasa alami, dan fitur pengenalan suara. Fitur-fitur ini dapat membantu pengguna untuk berkomunikasi dengan lebih baik dan dapat memperkuat inklusi sosial bagi penyandang disabilitas.

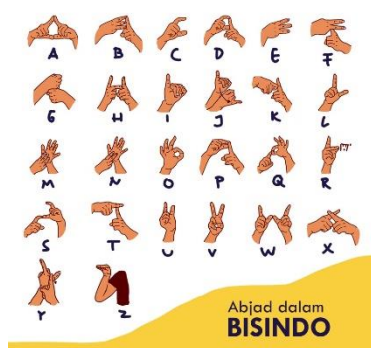
Penerapan IMK pada pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat juga dapat membantu dalam pengujian dan evaluasi sistem. Dengan melakukan pengujian yang baik, pengembangan dapat mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan dari sistem dan memperbaiki sistem untuk meningkatkan kinerjanya. Dengan demikian, IMK sangat penting dalam pengembangan Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas, karena dapat membantu memperkuat inklusi sosial dan kualitas hidup penyandang disabilitas melalui kemudahan dalam berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain.

### E. *Bahasa Isyarat Indonesia*

Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) adalah salah satu bahasa isyarat yang digunakan di Indonesia dan merupakan bahasa yang tumbuh secara alami di kalangan masyarakat Tuli di Indonesia. Tanda abjad BISINDO berbentuk tangan statis, kecuali huruf J dan R yang menggunakan gestur [14]. Dalam pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas, BISINDO dapat menjadi acuan atau dasar dalam pengembangan gerakan tangan dan bahasa isyarat. Dengan menggunakan BISINDO

sebagai dasar, sistem bahasa isyarat yang dikembangkan akan lebih mudah dipahami dan diakses oleh pengguna, serta dapat memperkuat penggunaan bahasa isyarat yang sudah ada.

Selain itu, pengembangan sistem bahasa isyarat juga dapat memperkuat penggunaan BISINDO sebagai bahasa komunikasi resmi antara penyandang disabilitas dan masyarakat luas. Dengan adanya sistem bahasa isyarat yang lebih mudah diakses dan lebih akurat, maka komunikasi antara penyandang disabilitas dengan orang lain akan semakin efektif dan terbuka. Dengan demikian, pengembangan sistem bahasa isyarat untuk berkomunikasi dengan penyandang disabilitas dapat menguatkan penggunaan BISINDO sebagai bahasa komunikasi resmi dan memperkuat inklusi sosial bagi penyandang disabilitas di Indonesia. Tanda BISINDO dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 4. Tanda BISINDO[15]

Sistem ini membantu menyediakan aksesibilitas komunikasi bagi individu yang tunarungu. Dengan adanya sistem ini, individu tunarungu dapat berkomunikasi dengan orang lain tanpa hambatan bahasa. Hal ini membantu mengurangi kesenjangan komunikasi antara individu tunarungu dan orang-orang di sekitarnya. Individu tunarungu dapat menjadi lebih mandiri dalam berkomunikasi. Mereka dapat berinteraksi dengan orang lain secara langsung, mengungkapkan kebutuhan dan pikiran mereka, serta terlibat dalam aktivitas sosial dengan lebih mudah. Hal ini dapat meningkatkan rasa percaya diri dan partisipasi mereka dalam masyarakat. Pengembangan sistem pengenalan bahasa isyarat juga berkontribusi terhadap pengembangan teknologi lebih lanjut dalam bidang pengenalan citra, pengenalan gerakan, dan pemrosesan bahasa alami. Teknik-teknik ini dapat diterapkan dalam berbagai konteks lain, seperti pengenalan gerakan untuk perangkat kendali gestur atau pengenalan bicara untuk sistem pengenalan suara. Meskipun sistem pengembangan bahasa isyarat menawarkan banyak manfaat, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi.

Bahasa isyarat memiliki variasi yang signifikan antara satu negara dengan negara lainnya, bahkan dalam satu negara pun bisa terdapat dialek atau variasi regional. Oleh karena itu, pengembangan sistem ini memerlukan data yang bervariasi

dan representatif untuk meningkatkan akurasi pengenalan gerakan. Selain itu, penting juga untuk melibatkan komunitas tunarungu dalam pengembangan sistem ini. Pendekatan kolaboratif akan memastikan bahwa sistem tersebut benar-benar relevan, mudah digunakan, dan memenuhi kebutuhan pengguna. Sistem ini melibatkan pengenalan bahasa isyarat, baik melalui kamera atau sensor gerakan yang mampu mendeteksi gerakan tangan dan tubuh. Dengan menggunakan teknologi pengenalan citra atau pengenalan pola, sistem dapat mengidentifikasi gerakan tangan dan menerjemahkannya menjadi teks atau suara yang dapat dimengerti oleh individu yang tidak dapat berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat.

Sistem ini biasanya dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan. Antarmuka ini dapat berupa aplikasi ponsel atau perangkat khusus yang memungkinkan pengguna memilih kata-kata atau frasa dari daftar yang disediakan. Pengguna juga dapat mengirim pesan teks atau menggunakan sintesis suara untuk berkomunikasi dengan orang lain. Sistem pengembangan bahasa isyarat dapat menggunakan teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan kemampuan pengenalan gerakan dan keterampilan komunikasi. Melalui algoritma yang terus diperbarui dan dilatih dengan data bahasa isyarat yang lebih banyak, sistem dapat meningkatkan akurasi pengenalan gerakan dan memahami bahasa isyarat yang lebih kompleks.

#### IV. KESIMPULAN

Pada sistem pengembangan bahasa isyarat untuk tunarungu dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan aksesibilitas komunikasi dan kemandirian individu tunarungu. Penggunaan teknologi pengenalan gerakan dan pembelajaran mesin dapat membantu menerjemahkan bahasa isyarat menjadi teks atau suara, sehingga memungkinkan komunikasi yang efektif antara individu tunarungu dengan orang-orang di sekitarnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, "Deafness and Hearing Loss," *URL*, 2023. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss#targetText=Over 5%25 of the world's,will have disabling hearing loss>
- [2] S. Das, M. S. Imtiaz, N. H. Neom, N. Siddique, and H. Wang, "A hybrid approach for Bangla sign language recognition using deep transfer learning model with random forest classifier," *Expert Syst. Appl.*, vol. 213, no. PB, p. 118914, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.118914.
- [3] M. R. Cassim, J. Parry, A. Pantanowitz, and D. M. Rubin, "Design and construction of a cost-effective, portable sign language to speech translator," *Informatics Med. Unlocked*, vol. 30, no. March, 2022, doi: 10.1016/j.imu.2022.100927.
- [4] I. A. Adeyanju, O. O. Bello, and M. A. Adegbeye, "Machine learning methods for sign language recognition: A critical review and analysis," *Intell. Syst. with Appl.*, vol. 12, p. 200056, 2021, doi: 10.1016/j.iswa.2021.200056.
- [5] T. Handhika, R. I. M. Zen, Murni, D. P. Lestari, and I. Sari,

- “Gesture recognition for Indonesian Sign Language (BISINDO),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1028, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012173.
- [6] D. Indra, Purnawansyah, S. Madenda, and E. P. Wibowo, “Indonesian sign language recognition based on shape of hand gesture,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 74–81, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.101.
- [7] Suharjito, N. Thiracitta, and H. Gunawan, “SIBI Sign Language Recognition Using Convolutional Neural Network Combined with Transfer Learning and non-trainable Parameters,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 179, no. 2019, pp. 72–80, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2020.12.011.
- [8] J. Bora *et al.*, “ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Real-time Assamese Sign Language Recognition using MediaPipe Real-time Assamese Sign Language Recognition using MediaPipe and Deep Learning and Deep Learning,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 218, no. 2022, pp. 1384–1393, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.117.
- [9] N. B. Ibrahim, M. M. Selim, and H. H. Zayed, “An Automatic Arabic Sign Language Recognition System (ArSLRS),” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 30, no. 4, pp. 470–477, 2018, doi: 10.1016/j.jksuci.2017.09.007.
- [10] A. Núñez-Marcos, O. Perez-de-Viñaspre, and G. Labaka, “A survey on Sign Language machine translation,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 213, no. PB, p. 118993, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.118993.
- [11] Y. Obi, K. S. Claudio, V. M. Budiman, S. Achmad, and A. Kurniawan, “Sign language recognition system for communicating to people with disabilities,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 216, no. 2022, pp. 13–20, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.106.
- [12] R. Li, X. Wang, K. Lawler, S. Garg, Q. Bai, and J. Alty, “Applications of artificial intelligence to aid early detection of dementia: A scoping review on current capabilities and future directions,” *J. Biomed. Inform.*, vol. 127, no. February, p. 104030, 2022, doi: 10.1016/j.jbi.2022.104030.
- [13] T. Pitkääho, T. Kaarlela, S. Pieskä, and S. Sarlin, “Indoor positioning, artificial intelligence and digital twins for enhanced robotics safety,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 54, no. 1, pp. 540–545, 2021, doi: 10.1016/j.ifacol.2021.08.062.
- [14] S. Daniels, N. Suciati, and C. Fathichah, “Indonesian Sign Language Recognition using YOLO Method,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1077, no. 1, p. 012029, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1077/1/012029.
- [15] Peduli Kasih ABK, “Mengenal Bahasa Isyarat,” *URL*, 2018. <https://www.ypedulikasihabk.org/2018/11/09/mengenal-bahasa-isyarat/>