

IMPLEMENTASI DECISION TREE PADA SARUNG TANGAN PINTAR PENERJEMAH SISTEM ISYARAT BAHASA INDONESIA GUNA MEMBANTU KOMUNIKASI PENYANDANG DISABILITAS TUNARUNGU

Ahmad Himawari Rasidy^{*}, Ilham Ari Elbaith Zaeni
Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia
Email: ahmadhimawarirasidy@gmail.com, ilham.ari.ft@um.ac.id

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima Sep 06, 2024
Direvisi Sep 17, 2024
Disetujui Sep 30, 2024



ABSTRACT

This research implements the Decision Tree algorithm in a Smart Glove to classify hand signals representing numbers 1 to 5 in the Indonesian Sign Language System (SIBI). The system utilizes flex and gyro sensors to capture hand movements, which are then processed and classified using the Decision Tree algorithm. Training data was collected from multiple trials, resulting in an accuracy of 79% across 50 trials. The model's performance evaluation yielded precision, recall, and F1-score values ranging between 80% and 90% for each number class. The best performance was achieved with number 1, reaching 90% in precision, recall, and F1-score. However, areas for improvement were identified in precision and recall for numbers 2 and 4. Although the results are adequate, this study highlights the need for further development in enhancing model accuracy, particularly by increasing training data and refining the algorithm. The Smart Glove is expected to aid communication for individuals with hearing disabilities and holds the potential for future expansion to recognize more complex gestures.

Keywords: communication, deaf, sign language, smart glove

This is an open access article



ABSTRAK

Penelitian ini mengimplementasikan algoritme Decision Tree pada Sarung Tangan Pintar untuk mengklasifikasikan isyarat angka 1 hingga 5 dalam Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Sistem ini menggunakan sensor flex dan sensor gyro untuk menangkap gerakan tangan, yang kemudian diproses dan diklasifikasikan menggunakan algoritme Decision Tree. Data pelatihan dikumpulkan dari berbagai percobaan, menghasilkan akurasi sebesar 79% dari 50 percobaan. Evaluasi performa model menghasilkan precision, recall, dan F1-score yang berkisar antara 80% hingga 90% untuk tiap kelas angka. Kinerja terbaik dicapai pada angka 1 dengan precision, recall, dan F1-score masing-masing sebesar 90%. Namun, pada kelas angka 2 dan 4, ditemukan ruang untuk peningkatan pada precision dan recall. Meskipun hasilnya memadai, penelitian ini menunjukkan perlunya pengembangan lebih lanjut dalam meningkatkan akurasi model, terutama dengan menambah data pelatihan dan menyempurnakan algoritme. Sarung Tangan Pintar ini diharapkan dapat membantu komunikasi bagi penyandang disabilitas pendengaran dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut untuk mengenali gerakan yang lebih kompleks di masa depan.

Kata Kunci: komunikasi, tunarungu, isyarat, sarung tangan pintar

Penulis Korespondensi:

Ahmad Himawari Rasidy,
Teknik Elektro, FakultasFakultas Teknik,
Universitas Negeri Malang,
Jalan Semarang No. 5, Sumbersari, Lowokwaru, Malang, Jawa
Timur 65145, Indonesia.
Email: ahmadhimawarirasidy@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Komunikasi adalah suatu aktivitas interaksi dengan tujuan bertukar informasi yang dapat mempengaruhi sikap dan perilaku orang lain [1]. Namun, berbeda dengan orang berkebutuhan khusus seperti tunarungu dan tunawicara. Mereka membutuhkan sarana untuk dapat berkomunikasi dengan orang lain seperti penggunaan bahasa isyarat [2].

Tunarungu adalah istilah yang menunjukkan kondisi kehilangan fungsi salah satu indera yang dimiliki, dalam hal ini ialah indera pendengaran [3]. Dalam hal ini, penyandang disabilitas tunarungu mengalami kesulitan dalam berkomunikasi [4]. Sulitnya penyandang disabilitas tunarungu memperoleh serta menerima informasi yang disampaikan orang lain merupakan salah satu kendala yang dialami oleh penyandang disabilitas tunarungu [5].

Menurut *World Health Organization* tahun 2024, diperkirakan lebih dari 1,5 miliar orang di seluruh dunia mengalami gangguan pendengaran, dengan sekitar 430 juta di antaranya mengalami gangguan pendengaran yang mengakibatkan disabilitas. Namun seiring berjalannya waktu, populasi penyandang tunarungu akan terus meningkat [6]. Berdasarkan data yang diperoleh dari Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2021, dinyatakan bahwa 211.766 jiwa dari penduduk Indonesia merupakan penyandang disabilitas fisik dan 14.488 diantaranya adalah penyandang disabilitas tunarungu.

Bahasa isyarat adalah salah satu bahasa yang digunakan masyarakat penyandang disabilitas tunarungu dalam berkomunikasi [7]. Kurangnya pengetahuan masyarakat non-disabilitas tentang bahasa isyarat menjadi faktor pendukung sulitnya penyandang disabilitas tunarungu berkomunikasi [8]. Kurangnya interaksi atau komunikasi pada masyarakat tunarungu menjadi pemicu utama munculnya kasus diskriminasi dalam beberapa sektor sosial [9].

Berbagai inovasi telah muncul untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satu inovasi adalah Glotech, sebuah alat berbentuk sarung tangan terintegrasi aplikasi *mobile* yang dirancang untuk menjadi jembatan komunikasi antara penyandang disabilitas tunarungu dengan masyarakat non-disabilitas. Namun, alat ini mengalami kendala pada ketergantungan koneksi internet yang menjadi keterbatasan penggunaan jika masyarakat penyandang disabilitas tunarungu tidak memiliki koneksi internet, yang mengurangi efektivitasnya [10]. Teknologi lainnya yang dibuat adalah Sibiku, sebuah aplikasi yang menerjemahkan teks menjadi

animasi gerakan bahasa isyarat, dengan tujuan memudahkan komunikasi antara masyarakat non-disabilitas dan penyandang disabilitas tunarungu. Meskipun demikian, aplikasi ini masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada koneksi internet dan terbatasnya variasi bahasa isyarat yang tersedia [11]. Oleh karena itu dibutuhkan perangkat yang lebih efektif untuk menunjang komunikasi yang layak bagi penyandang disabilitas tunarungu [12].

Pembuatan alat bantu komunikasi penyandang disabilitas tunarungu dirancang agar dapat menyelesaikan permasalahan komunikasi antara masyarakat penyandang disabilitas tunarungu dengan masyarakat non-disabilitas [13]. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini, diperlukan perangkat yang lebih efektif dalam menunjang komunikasi bagi penyandang disabilitas tunarungu. Salah satu solusi yang tengah dikembangkan adalah Sarung Tangan Pintar, yang dirancang dengan memanfaatkan teknologi *Artificial Intelligence* (AI). Inovasi ini hadir sebagai perangkat cerdas yang mampu menerjemahkan gerakan tangan penyandang disabilitas tunarungu menjadi suara yang dapat dipahami oleh masyarakat non-disabilitas.

Perkembangan teknologi AI dan *wearable technology* semakin menunjukkan potensi besar dalam menyelesaikan tantangan komunikasi yang dihadapi oleh penyandang disabilitas [14]. Sarung Tangan Pintar, dengan integrasi sensor dan AI, menawarkan solusi yang tidak hanya efisien dalam pemakaian, tetapi juga akurat dan responsif dalam menerjemahkan bahasa isyarat secara *real-time*. Meskipun demikian, tantangan dalam implementasinya tetap ada, seperti memastikan akurasi penerjemahan dalam berbagai kondisi lingkungan dan variasi gerakan, serta menjaga keandalan perangkat dalam penggunaan sehari-hari [15].

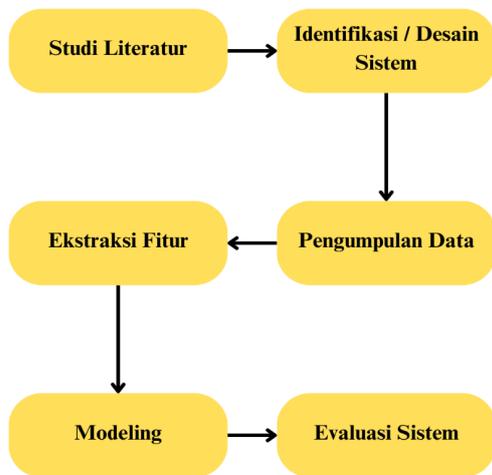
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat Sarung Tangan Pintar yang dirancang khusus untuk menerjemahkan bahasa isyarat Indonesia (SIBI) menjadi audio, sebagai solusi inovatif bagi penyandang tunarungu dalam berkomunikasi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung bersifat studi literatur, penelitian ini lebih berfokus pada pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak secara langsung. Alat ini dilengkapi dengan sensor flex dan sensor gyro yang terintegrasi dengan model *machine learning* berbasis *decision tree* untuk mengenali gerakan tangan. Dalam penelitian ini, penulis tidak hanya melakukan kajian teoritis, namun juga berperan aktif dalam merancang, membangun, dan menguji

prototipe Sarung Tangan Pintar ini untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi sesuai dengan tujuan.

Pengembangan prototipe Sarung Tangan Pintar diharapkan dapat menjadi solusi komunikasi yang dialami oleh penyandang disabilitas tunarungu saat ini. Dengan desain sarung tangan yang efisien serta *Artificial Intelligence* yang tertanam di dalam sistem Sarung Tangan Pintar menjadikan prototipe ini adalah harapan bagi penyandang disabilitas tunarungu untuk dapat berkomunikasi dengan baik. Dengan demikian, Sarung Tangan Pintar dapat dikembangkan dan disempurnakan guna membantu kualitas komunikasi, terutama bagi penyandang disabilitas tunarungu.

2. METODE PENELITIAN

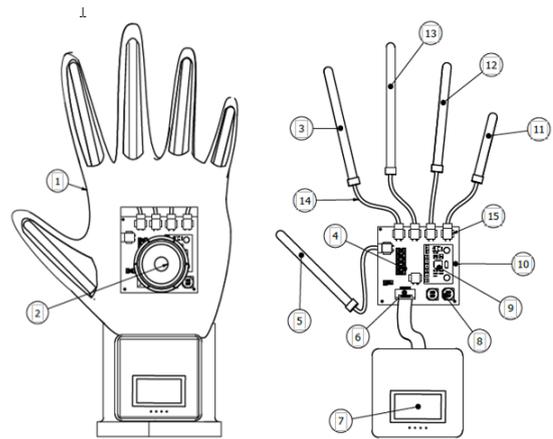
Penelitian ini menerapkan desain eksperimental terapan yang mempunyai tujuan untuk mengimplementasikan algoritme *machine learning*, dalam hal ini khususnya adalah *Decision Tree*. Pada sistem penerjemahan bahasa isyarat Sarung Tangan Pintar menggunakan dua sensor utama yaitu Sensor Flex dan Sensor Gyro. Implementasi *Decision Tree* kedalam sistem Sarung Tangan Pintar bertujuan guna menciptakan sistem yang akurat untuk menerjemahkan isyarat.



Gambar 1 Alur Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui sensor flex yang mendeteksi tingkat kelengkungan jari serta sensor gyro yang mengukur orientasi atau pergerakan tangan. Gerakan bahasa isyarat yang dibentuk pada Sarung Tangan Pintar akan dikumpulkan serta diberi label sesuai simbol bahasa isyarat yang dibentuk, dan kemudian akan dimanfaatkan sebagai data latih untuk algoritme *machine learning*. Instrumen penelitian ini meliputi sarung tangan cerdas yang dilengkapi dengan sensor flex dan sensor gyro, serta algoritme *machine*

learning yang diimplementasikan pada sistem Sarung Tangan Pintar.



Keterangan :

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Sarung Tangan | 9. Gyro Sensor |
| 2. Mini Speaker | 10. PCB |
| 3. Flex Sensor Jari Telunjuk | 11. Flex Sensor Jari Kelingking |
| 4. Resistor SMD 15k Ohm | 12. Flex Sensor Jari Manis |
| 5. Flex Sensor Ibu Jari | 13. Flex Sensor Jari Tengah |
| 6. Connector FPC 12 Pin | 14. Kabel |
| 7. LCD Oled | 15. Molex SMD 2 Pin |
| 8. Capacitor SMD | |

Gambar 2 Desain Sarung Tangan Pintar

Prosedur penelitian diawali dengan pengumpulan data untuk memastikan kualitas data yang optimal sebelum diimplementasikan kepada sistem. Setelah melatih algoritme *machine learning* menggunakan data yang dihasilkan, dilakukan pengujian serta validasi untuk mengevaluasi performa algoritme dalam menerjemahkan bahasa isyarat.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan mengukur akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1-score* dari algoritme *Decision Tree*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah implementasi sistem Sarung Tangan Pintar yang mampu untuk menerjemahkan bahasa isyarat secara *real-time* dengan akurasi yang tinggi, sehingga dapat membantu komunikasi penyandang disabilitas tunarungu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, algoritme *Decision Tree* diimplementasikan pada gerakan tangan guna mengklasifikasikan isyarat yang dibentuk oleh sensor flex dan sensor gyro. Algoritme ini berfungsi untuk memetakan lengkungan jari ke dalam kategori isyarat tertentu, yang kemudian diubah menjadi suara. Sensor flex yang dipasang pada sarung tangan memiliki tujuan utama untuk mendeteksi dengan akurat nilai kelengkungan dari setiap jari yang dibentuk, sesuai dengan keterangan yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Keterangan Sensor

Nilai Sensor	Keterangan
$\leq 90^\circ$	Jari Cenderung Lurus
$\geq 90^\circ$	Jari Cenderung Menekuk

Penelitian ini menggunakan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) yang diklasifikasikan menjadi bentuk audio. Hasil percobaan yang dilakukan pada

Sarung Tangan Pintar menunjukkan nilai dari sensor yang digunakan sebagaimana terlampir pada [Tabel 2](#).

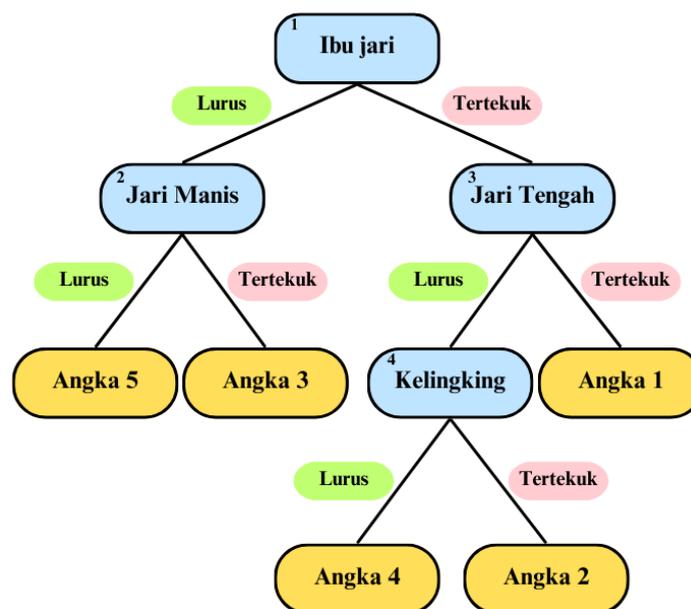
Tabel 2 Data Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI)

Angka	Flex 1 (Jempol)	Flex 2 (Telunjuk)	Flex 3 (Tengah)	Flex 4 (Manis)	Flex 5 (Kelingking)	Gyro
1	$90^\circ - 110^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	Stabil
2	$90^\circ - 110^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	Stabil
3	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	$90^\circ - 110^\circ$	Stabil
4	$90^\circ - 110^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	Stabil
5	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	$0^\circ - 15^\circ$	Stabil

Dari hasil percobaan yang menghasilkan data pembentuk gerakan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia tersebut, maka selanjutnya adalah implementasi *Decision Tree* pada proses klasifikasi Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Data pembacaan sensor tersebut dijadikan rujukan penentuan kelas dalam klasifikasi.

Klasifikasi Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dibuat berdasarkan *subtree* yang dibuat dalam algoritme *Decision Tree*. Pohon turunan atau *subtree* dalam algoritme *Decision Tree* dibuat dengan membagi dan menentukan atribut terbaik, yaitu *Gini Index* dan *Entropy*. Kemudian, dipilih dan dibagi menjadi dua atau lebih subset

berdasarkan nilai atribut tersebut, setiap *subset* akan mewakili cabang dalam pohon keputusan. Proses pembagian subset ini akan diulangi pada setiap *subset* sampai dengan mencapai kondisi yang diinginkan. Selanjutnya, membuat *node* daun yang mewakili keputusan akhir *Decision Tree* yaitu dalam hal ini adalah hasil klasifikasi gerakan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). Setelah keputusan terbentuk, *Pruning* (Pemangkasan) dapat dilakukan dengan tujuan menghilangkan cabang atau *node* yang tidak berkontribusi signifikan terhadap pengklasifikasian ataupun terhadap akurasi algoritme. Hasil dari pembuatan *node* daun serta *pruning* dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 3 Pohon Turunan Decision Tree

Pohon turunan yang tercantum pada Gambar 3, terdapat 4 *node* keputusan berdasarkan data dari sensor flex dari setiap jari. Data tersebut diambil dari pengklasifikasian setiap sensor yang dibentuk sesuai dengan angka atau arti tertentu, sehingga data tersebut dapat diinterpretasikan sebagai label tujuan. Setiap keputusan didasarkan pada sudut lentur jari dan pohon turunan tersebut memastikan setiap angka yang terklasifikasi secara akurat sesuai dengan data sensor yang dikumpulkan. Alur kerja pohon turunan atau sistem kerja dari algoritme *Decision Tree* yang digunakan pada Sarung Tangan Pintar dapat dijelaskan lebih rinci sebagai berikut,

- *Node 1* (Flex 1 / Ibu Jari)
Jika Lurus, maka dilanjutkan ke *Node 2*.
Jika Menekuk, maka dilanjutkan ke *Node 3*
- *Node 2* (Flex 4 / Jari Manis)
Jika Lurus, maka diklasifikasikan Angka 5
Jika Menekuk, maka diklasifikasikan Angka 3
- *Node 3* (Flex 3 / Jari Tengah)
Jika Lurus, maka dilanjutkan ke *Node 4*
Jika Menekuk, maka diklasifikasikan Angka 1
- *Node 4* (Flex 5 / Kelingking)
Jika Lurus, maka diklasifikasikan Angka 4
Jika Menekuk, maka diklasifikasikan Angka 2

Pohon turunan tersebut merupakan gambaran cara kerja sistem Sarung Tangan Pintar dapat mengklasifikasikan gerakan Sistem isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) menjadi sebuah *output* suara. Pohon turunan tersebut tidak mempertimbangkan atau memperhitungkan secara detail seluruh penggunaan sensor flex, akibat proses *pruning* yang sudah dilewati, sehingga mempermudah pengklasifikasian isyarat tersebut. Untuk mengetahui hasil penerjemahan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia apakah sudah efektif dan akurat,

maka dilakukan tahapan evaluasi untuk memastikan bahwa algoritme yang digunakan dapat memprediksi Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dengan akurasi yang memadai.

Tahap evaluasi melibatkan beberapa perhitungan metrik utama, yaitu akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*. Metrik-metrik ini memberikan gambaran tentang seberapa baik algoritme dapat mengklasifikasikan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia dalam penelitian ini ialah isyarat 1-5 berdasarkan data yang diberikan oleh sensor flex dan sensor gyro. Untuk mengetahui tingkat akurasi yang dihasilkan oleh Sarung Tangan Pintar maka digunakan rumus akurasi sebagai berikut

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah prediksi benar}}{\text{Total prediksi}} \tag{1}$$

Kemudian, untuk mengukur ketepatan serta tingkat keberhasilan algoritme untuk mengidentifikasi setiap angka secara spesifik, maka digunakan rumus *precision* dan *recall* sebagai berikut.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \tag{2}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \tag{3}$$

Serta untuk memberikan keseimbangan antara *precision* dan *recall*, maka digunakan rumus *F1-Score* sebagai berikut

$$\text{F1-Score} = \frac{2 \cdot \text{Precision} + \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \tag{4}$$

Keterangan :

- TP = *True Positif*
- FP = *False Positif*
- FN = *False Negatif*

Sebelum menghitung tingkat akurasi, *precision*, *recall*, serta *F1-Score* perlu dilakukan beberapa percobaan yang dimasukkan kedalam *Confusion Matrix*. Tabel 3 berikut *Memperlihatkan Confusion Matrix* berdasarkan percobaan yang dilakukan.

Tabel 3 *Confusion Matrix*

<i>Actual / Predicted</i>	1	2	3	4	5	Total <i>Actual</i>
1	9	1	0	0	0	10
2	0	8	0	1	0	9
3	0	1	9	0	1	11
4	0	0	1	8	1	10
5	1	0	0	0	9	10
Total <i>Predicted</i>	10	10	10	9	11	50

3.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Confusion Matrix* dengan 5 kelas, yaitu penerjemahan isyarat 1-5 dengan 50 percobaan yang dilakukan. *Confusion*

Matrix ini memungkinkan untuk mengetahui serta mendapatkan wawasan lebih mendalam mengenai kinerja model dengan melihat banyak prediksi yang benar dan salah di dalam setiap kelas. Berdasarkan

tabel *Confusion Matrix* pada Tabel 3, diketahui bahwa:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Total Prediksi} &= 50 \\ \text{Jumlah Prediksi Benar} &= 39 \end{aligned}$$

Tingkat akurasi sistem dapat diketahui sebagai berikut, menggunakan persamaan (1) yang menghasilkan akurasi sebesar 78%. Selain itu, *precision* dapat dihitung dengan memasukkan nilai metrik evaluasi ke dalam persamaan (2), sedangkan *recall* dihitung menggunakan persamaan (3), dan *F1-Score* menggunakan persamaan (4) untuk setiap kelas klasifikasi. Hasilnya adalah sebagai berikut.

Kelas 1 :

$$\begin{aligned} \text{True Positif} &= 9 \\ \text{False Positif} &= 1 \\ \text{False Negatif} &= 1 \\ \text{Precision} &= 90 \% \\ \text{Recall} &= 90 \% \\ \text{F1-Score} &= 90 \% \end{aligned}$$

Kelas 2 :

$$\begin{aligned} \text{True Positif} &= 8 \\ \text{False Positif} &= 2 \\ \text{False Negatif} &= 1 \\ \text{Precision} &= 80 \% \\ \text{Recall} &= 89 \% \\ \text{F1-Score} &= 84 \% \end{aligned}$$

Kelas 3 :

$$\begin{aligned} \text{True Positif} &= 9 \\ \text{False Positif} &= 1 \\ \text{False Negatif} &= 2 \\ \text{Precision} &= 90 \% \\ \text{Recall} &= 82 \% \\ \text{F1-Score} &= 86 \% \end{aligned}$$

Kelas 4 :

$$\begin{aligned} \text{True Positif} &= 8 \\ \text{False Positif} &= 1 \\ \text{False Negatif} &= 2 \\ \text{Precision} &= 89 \% \\ \text{Recall} &= 80 \% \\ \text{F1-Score} &= 84 \% \end{aligned}$$

Kelas 5 :

$$\begin{aligned} \text{True Positif} &= 9 \\ \text{False Positif} &= 2 \\ \text{False Negatif} &= 1 \\ \text{Precision} &= 82 \% \\ \text{Recall} &= 90 \% \end{aligned}$$

$$\text{F1-Score} = 86 \%$$

Rata – rata :

$$\begin{aligned} \text{Precision Average} &= 86,2 \% \\ \text{Recall Average} &= 86,2 \% \\ \text{F1-Score Average} &= 86,0 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan metrik evaluasi algoritme klasifikasi yang meliputi *precision*, *recall*, *F1-Score* untuk setiap kelas, secara keseluruhan algoritme dapat menunjukkan performa yang baik. *Precision* berkisar antara 80 % hingga 90 % menandakan bahwa algoritme memiliki kemampuan yang baik dalam memprediksi kelas positif dengan tingkat kesalahan yang rendah. Sementara itu, *Recall* juga berada pada kisaran 80 % hingga 90 % menunjukkan bahwa model cukup andal dalam menemukan semua *instance* yang benar pada data. *F1-Score*, yang menggabungkan *Precision* dan *Recall* menunjukkan keseimbangan yang baik antara keduanya dengan nilai yang berkisar antara 84 % hingga 90%

Kinerja terbaik ditunjukkan pada kelas 1 dengan *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang semuanya mencapai 90%, menandakan bahwa model sangat akurat dan konsisten dalam mengenali angka ini. Kelas 5 juga menunjukkan performa yang kuat dengan *F1-score* sebesar 86%, meskipun *precision*-nya sedikit lebih rendah di 82%. Namun, *recall* yang tinggi sebesar 90% menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi angka 5 dengan baik.

Meski demikian, ada potensi untuk peningkatan pada kelas tertentu. Pada kelas 2, *precision* sebesar 80% menunjukkan bahwa model lebih sering melakukan kesalahan positif dalam mengklasifikasikan angka ini, meskipun *recall* yang tinggi (89%) mengindikasikan bahwa model masih mampu mendeteksi angka 2 dengan cukup baik. Kelas 4 memiliki nilai *recall* yang lebih rendah dibandingkan kelas lainnya, yaitu 80%, menandakan bahwa model kadang gagal mendeteksi seluruh *instance* angka ini. Hal ini menunjukkan bahwa ada ruang untuk perbaikan pada aspek tersebut.

Pada penelitian yang sama mengenai alat komunikasi penyandang disabilitas tunarungu yang telah dilakukan sebelumnya terdapat beberapa perbedaan dan peningkatan pada penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Khamdi pada tahun 2022 [16], penelitian tersebut mengembangkan sarung tangan untuk menerjemahkan bahasa isyarat. Namun pengembangan alat pada penelitian tersebut masih belum optimal dikarenakan hanya menggunakan *flex sensor* sebagai parameter utama dan belum

menggunakan algoritme *machine learning* sehingga tingkat akurasi yang dihasilkan belum maksimal.

Sedangkan dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Nurfadhillah pada tahun 2024 [10], telah berhasil dikembangkan sebuah sarung tangan penerjemah yang diberikan nama Glotech. Namun, ketergantungannya pada internet dan smartphone menjadikan teknologi tersebut mempunyai keterbatasan yang cukup sulit, dan menutup kemungkinan para penyandang disabilitas tunarungu menggunakan teknologi tersebut jika tidak memiliki koneksi internet. Dalam penelitian ini, kekurangan penelitian sebelumnya digunakan sebagai bahan dasar untuk evaluasi dalam penyempurnaan Sarung Tangan Pintar yang dikembangkan. Adapun Novelty yang dihasilkan pada penelitian ini adalah dikembangkannya teknologi sarung tangan penerjemah bahasa isyarat menggunakan dua parameter utama yaitu *flex sensor* dan *gyro sensor*, menggunakan *machine learning decision tree* sebagai sistem pengolahan data, sehingga dengan demikian tidak diperlukan lagi koneksi internet saat digunakan.

4. KESIMPULAN

Implementasi algoritme *Decision Tree* dalam Sarung Tangan Pintar berhasil diterapkan untuk mengklasifikasikan isyarat angka 1 hingga 5 dalam Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) menggunakan kombinasi sensor flex dan sensor gyro. Model *Decision Tree* yang dikembangkan menunjukkan akurasi sebesar 79% dari 50 percobaan. Evaluasi performa menunjukkan *precision* berkisar antara 80% hingga 90%, *recall* antara 80% hingga 90%, dan *F1-score* antara 84% hingga 90%. Kinerja terbaik dicapai pada kelas angka 1 dengan *precision*, *recall*, dan *F1-score* sebesar 90%, menunjukkan efektivitas model dalam mengklasifikasikan isyarat tersebut. Meskipun demikian, ada beberapa area yang memerlukan perbaikan, seperti pada kelas 2 dan kelas 4, di mana *precision* dan *recall* sebenarnya masih dapat ditingkatkan. Peningkatan akurasi yang telah mencapai 79% masih memerlukan perbaikan agar dapat menghasilkan sistem penerjemahan yang lebih optimal. Untuk memastikan keberlanjutan teknologi ini, diperlukan kajian mendalam mengenai algoritme *machine learning* yang lebih kompleks dan akurat, seperti *Random Forest* dan *Neural Network*, agar dapat mengatasi permasalahan yang ditemukan dalam penelitian ini. Secara keseluruhan, Sarung Tangan Pintar memiliki potensi besar untuk membantu komunikasi bagi penyandang disabilitas pendengaran dalam menerjemahkan isyarat angka sederhana. Untuk mencapai performa yang lebih optimal, diperlukan

penyesuaian lebih lanjut pada model dan metode pengumpulan data, serta pengembangan teknologi ini agar dapat mengenali gerakan yang lebih kompleks di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama proses penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moral serta ide-ide yang sangat membantu. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang penerjemahan bahasa isyarat serta dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas, terutama bagi penyandang disabilitas pendengaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. I. Lubis, "Komunikasi Antarpribadi Guru Dan Siswa Dalam Mencegah Kenakalan Remaja," vol. 3, no. 1, 2020, doi: [10.46576/jnm.v3i1.870](https://doi.org/10.46576/jnm.v3i1.870).
- [2] Arnida, Hijriati, C. P. Maulina, A. Fitria, and N. Fadila, "Analisis Karakteristik Dan Aktivitas Belajar Anak Berkebutuhan Khusus (Tunarungu) Di Sekolah SLB- B YPAC Banda Aceh," *J. Warna*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2024, doi: [10.52802/warna.v8i1.1047](https://doi.org/10.52802/warna.v8i1.1047).
- [3] Heny Sulistyowati, "Language Skills Of Deaf Children At Jombang State Exceptional School," *J. Disastri J. Pendidik. Bhs. Dan Sastra Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 90–96, Aug. 2021, doi: [10.33752/disastri.v3i2.1780](https://doi.org/10.33752/disastri.v3i2.1780).
- [4] F. N. F. Kumala, A. Kamalia, and S. K. Khotimah, "Gambaran Dukungan Sosial Keluarga yang Memiliki Anak Tuna Rungu," *Pers. J. Ilmu Psikol.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, May 2022, doi: [10.21107/personifikasi.v13i1.13292](https://doi.org/10.21107/personifikasi.v13i1.13292).
- [5] Adam Nurmansyah, Nanda Rizqia Rhamadhani, Sabrina Alfarissy Nur Hakim, Sri Azhari Agustin, and Siti Hamidah, "Permasalahan Komunikasi Yang Kerap Terjadi Pada Penyandang Disabilitas," *J. Pendidik. Bhs. Dan Budaya*, vol. 2, no. 2, pp. 200–210, May 2023, doi: [10.55606/jpbb.v2i2.1515](https://doi.org/10.55606/jpbb.v2i2.1515).
- [6] E. Rahmayani, "Hak Politik Penyandang Disabilitas dalam Pemilihan Kepala Daerah Kota Surabaya Tahun 2020," *Indones. J. Polit. Stud. IJPS*, vol. 3, no. 2, pp. 68–89, Oct. 2023, doi: [10.15642/ijps.2023.3.2.68-89](https://doi.org/10.15642/ijps.2023.3.2.68-89).
- [7] I. Sari, Fivrenodi, E. Altiarika, and Sarwindah, "Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat Untuk Berkomunikasi dengan Penyandang Disabilitas

- (Tunarungu),” *J. Inf. Technol. Soc.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, Jun. 2023, doi: [10.35438/jits.v1i1.21](https://doi.org/10.35438/jits.v1i1.21).
- [8] R. Fatmawati, R. Asmara, Y. R. Prayogi, and R. Y. Hakkun, “Aplikasi Pembelajaran Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) Berbasis Voice Menggunakan OpenSIBI,” *Technomedia J.*, vol. 7, no. 1, pp. 22–39, Feb. 2022, doi: [10.33050/tmj.v7i1.1690](https://doi.org/10.33050/tmj.v7i1.1690).
- [9] M. Dahlan and S. A. Anggoro, “Hak atas Pekerjaan bagi Penyandang Disabilitas di Sektor Publik: Antara Model Disabilitas Sosial dan Medis,” *Undang J. Huk.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–48, Jun. 2021, doi: [10.22437/ujh.4.1.1-48](https://doi.org/10.22437/ujh.4.1.1-48).
- [10] M. Nurfadillah Fadil and A. Stefanie, “Gloves Technology (Glotech) For Deaf And Dumb,” *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 7712–7717, Aug. 2024, doi: [10.36040/jati.v8i4.10454](https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10454).
- [11] S. Nur, A. N. Assyifa, and H. Nurjannah, “Pengembangan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Menggunakan Metode Long-Short Term Memory,” *EDUSAINTEK J. Pendidik. Sains Dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 13–30, Jul. 2023, doi: [10.47668/edusaintek.v11i1.898](https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.898).
- [12] Mei Pertama Putri, Kun Budianto, and Putri Citra Hati, “Pendekatan Komunikasi Guru Dalam Interaksi Sosial Dengan Siswa Tunarungu: Studi Di SLB B Tunarungu Wicara YPAC Palembang,” *Demokr. J. Ris. Ilmu Huk. Sos. Dan Polit.*, vol. 1, no. 3, pp. 07–27, May 2024, doi: [10.62383/demokrasi.v1i3.238](https://doi.org/10.62383/demokrasi.v1i3.238).
- [13] I. Khiyaroh, “Problematika Pola Komunikasi Dalam Pembelajaran Al-Quran Pada Penyandang Disabilitas Sensorik Tunarungu,” *Alamtara J. Komun. Dan Penyiaran Islam*, vol. 7, no. 2, pp. 164–177, Dec. 2023, doi: [10.58518/alamtara.v7i2.2332](https://doi.org/10.58518/alamtara.v7i2.2332).
- [14] S. S. Sindarto, D. E. Ratnawati, and I. Arwani, “Klasifikasi Citra Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dengan Metode Convolutional Neural Network pada Perangkat Lunak berbasis Android,” vol. 6, 2022, Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [15] K. Marlin, E. Tantrisna, B. Mardikawati, R. Anggraini, E. Susilawati, and U. M. Y. Batusangkar, “Manfaat dan Tantangan Penggunaan ArtificialIntelligences(AI) Chat GPT Terhadap Proses Pendidikan Etika dan Kompetensi Mahasiswa Di Perguruan Tinggi,” vol. 3, 2023, doi: [10.31004/innovative.v3i6.7119](https://doi.org/10.31004/innovative.v3i6.7119).
- [16] N. Khamdi and M. R. Adrafi, “Sarung Tangan Cerdas Sebagai Translator Bahasa Isyarat untuk Tuna Wicara,” *J. Elem. Elektro Dan Mesin Terap.*, vol. 8, no. 2, pp. 113–122, Nov. 2022, doi: [10.35143/elementer.v8i2.5485](https://doi.org/10.35143/elementer.v8i2.5485).