

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pengolahan citra (*Computer Vision*) saat ini telah memberikan dampak signifikan dalam mendukung aksesibilitas di bidang pendidikan khusus. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah sistem pengenalan bahasa isyarat (*Sign Language Recognition*) pada perangkat *mobile* yang mampu mendeteksi dan menerjemahkan gerakan tangan secara otomatis. Implementasi teknologi ini membuka peluang besar untuk menciptakan media pembelajaran interaktif yang adaptif dan mampu merespons gerak motorik siswa secara *real-time*. Kehadiran teknologi ini sangat penting untuk beralih dari metode pembelajaran konvensional yang statis menjadi sistem interaktif yang dapat memberikan evaluasi langsung bagi penyandang tunarungu.

Pemanfaatan teknologi adaptif tersebut sangat relevan untuk diimplementasikan sebagai solusi di SLB Negeri Taruna Mandiri yang terletak di Jl. Raya Caracas-Mandirancan Desa Sampora Kec. Cilimus Kab. Kuningan, yang merupakan salah satu sekolah luar biasa yang berperan sebagai pusat penyelenggaraan Program Pendidikan Khusus dan Pendidikan Layanan Khusus (PK & PLK). Menurut Ibu Kokoy Kurnaeti, M.Pd. selaku Kepala Sekolah SLB Negeri Taruna Mandiri Kuningan, sekolah ini mengintegrasikan program reguler dan vokasional di setiap jenjang pendidikan sebagai bentuk pelaksanaan visi dan misi sekolah dalam memberikan layanan pendidikan inklusif yang adaptif terhadap kebutuhan peserta didik berkebutuhan khusus. Sebagai lembaga pendidikan yang berfokus pada pengembangan potensi dan kemandirian murid, sekolah ini memiliki beragam program unggulan seperti Jurusan Otomotif, Teknik Informatika dan Komputer (TIK), Tata Busana, serta Dakwah dan Ilmu Al-Qur'an. Seluruh program tersebut dirancang untuk mengoptimalkan kemampuan, minat, dan bakat murid agar dapat berdaya saing di lingkungan sosial sesuai karakteristiknya masing-masing.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, proses pembelajaran pengenalan huruf Hijaiyah di sekolah ini sebagian besar masih menerapkan metode konvensional (sistem berjalan). Kegiatan belajar mengajar sangat bergantung pada media visual statis, seperti buku pedoman isyarat (*Iqra Isyarat*) dan kartu bergambar (*flashcard*). Metode ini memiliki keterbatasan mendasar karena menuntut siswa menghafal bentuk tangan hanya dengan melihat gambar diam dua dimensi tanpa adanya visualisasi gerakan yang dinamis.

Permasalahan dalam metode tersebut diperkuat oleh urgensi penguasaan materi yang disampaikan dalam wawancara dengan Ibu Deasy Supraptinah, S.Pd., selaku Guru PAI (27 Januari 2026). Beliau menegaskan bahwa penguasaan huruf Hijaiyah adalah "pondasi mutlak" bagi siswa, namun metode konvensional saat ini tidak memiliki mekanisme umpan balik korektif (*corrective feedback*). Saat siswa belajar mandiri di rumah, mereka tidak mengetahui apakah posisi jari mereka sudah benar atau salah. Kendala ini diperparah oleh fenomena "*Ambiguitas Visual pada Motorik Halus*" (*Fine Motoric Ambiguity*), di mana banyak huruf Hijaiyah memiliki bentuk dasar isyarat yang identik namun berbeda pada detail lekukan jari yang sangat tipis, seperti perbedaan antara huruf 'Dal' dan 'Dzal', atau 'Sin' dan 'Syin', sehingga siswa sering tertukar tanpa bimbingan intensif.

Guna mengatasi permasalahan pedagogis tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan aplikasi "Hijaiyah Lens" mandiri berbasis Android yang dilengkapi dengan tiga fitur utama. Pertama, fitur Deteksi Isyarat *Real-time* yang berfungsi untuk memindai gerakan tangan dan memberikan informasi klasifikasi huruf secara langsung. Kedua, fitur Kamus Isyarat Digital sebagai referensi belajar visual yang memuat panduan gerakan isyarat yang benar. Ketiga, fitur Latihan Interaktif berupa kuis yang dirancang untuk menguji hafalan siswa. Pada fitur ini, sistem tidak hanya menampilkan label teks, tetapi memberikan umpan balik instan (*instant feedback*) dan skor *real-time* jika gerakan isyarat pengguna sudah benar dan sesuai. Keberadaan fitur-fitur ini diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih

terstruktur dan membantu siswa mematangkan hafalan huruf secara mandiri di rumah. Aplikasi yang dikembangkan berfokus pada fungsi pengenalan bahasa isyarat Hijaiyah secara otomatis menggunakan kecerdasan buatan, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai media pendukung pembelajaran dan murojaah mandiri bagi siswa tunarungu.

Dari sisi teknis, upaya digitalisasi pengenalan isyarat yang umum dilakukan sebelumnya seringkali mengandalkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Meskipun algoritma tersebut mampu mengenali objek dengan baik, pendekatan berbasis piksel (*pixel-based*) pada CNN terbukti membebani komputasi perangkat *mobile* (*resource-heavy*) dan seringkali menyebabkan latensi (*lag*) yang tinggi saat dijalankan secara *real-time*. Sebagai solusi, penelitian ini menawarkan penggunaan metode berbasis fitur (*coordinate-based*) dengan *MediaPipe Hands* untuk mengekstrak kerangka tangan, yang kemudian dikombinasikan dengan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN). Efisiensi metode ini memungkinkan sistem berjalan sangat ringan dan responsif pada perangkat *mobile* dengan spesifikasi terbatas sekalipun.

Pemilihan metode dan teknologi ini didasarkan pada penelusuran literatur yang mendalam. Sebagaimana dijelaskan oleh at pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. 1 Penelitian Sebelumnya

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil	Jumlah Kelas
1	(Ma'fi & Agustio no, 2024)	Model Penerjemah Bahasa Isyarat Huruf Hijaiyah Secara <i>Realtime</i> Menggunakan CNN	CNN (<i>Pixel-based</i>)	Akurasi 76.92% (Performa relatif rendah untuk <i>real-time</i>)	30 Huruf

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil	Jumlah Kelas
2	(Priyanto & Hairani, 2025)	<i>A Hijaiyah Letters Sign Language Recognition Approach utilizing Deep Learning</i>	<i>Logistic Regression (LR)</i>	Akurasi 98% (Menggunakan fitur HOG, bukan koordinat sendi)	28 Huruf
3	(Santoso et al., 2024)	Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Huruf Hijaiyah Berbasis Android Menggunakan Kodular	Kodular (Tanpa AI)	Aplikasi media belajar statis (Tanpa fitur deteksi/koreksi otomatis)	28 Huruf
4	(Firdaus et al., 2025)	Deteksi Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI) dengan <i>MediaPipe</i> dan <i>Feedforward Neural Network</i>	<i>MediaPipe</i> + FNN (ANN)	Akurasi 99% & Waktu Inferensi Cepat (<i>Real-time</i>)	24 Huruf (SIBI)
5	(Hussein & Mohamed, 2024)	<i>Static Arabic Sign Language Recognition in Real Time Using Machine Learning and MediaPipe</i>	<i>MediaPipe</i> + SVM	Akurasi 99.7% (Membuktikan efisiensi fitur <i>landmark MediaPipe</i>)	40 Isyarat

Berdasarkan analisis komparatif pada tabel di atas (*State of the Art*), terlihat beragam pendekatan yang telah dikembangkan. Penelitian awal oleh (Santoso et al., 2024) masih bersifat statis tanpa kecerdasan buatan. Pengembangan selanjutnya oleh (Ma'fi & Agustiono, 2024) mulai

menerapkan *Deep Learning* menggunakan algoritma CNN, namun memiliki kendala beban komputasi yang tinggi pada perangkat *mobile*. Pendekatan lain dilakukan oleh (Priyanto & Hairani, 2025) menggunakan *Logistic Regression* dengan fitur HOG, yang meskipun ringan, belum memanfaatkan ekstraksi kerangka sendi secara langsung. Di sisi lain, penelitian terbaru dari (Firdaus et al., 2025) dan (Hussein & Mohammed, 2024) membuktikan bahwa penggunaan *MediaPipe* untuk ekstraksi fitur *landmark* mampu meningkatkan kecepatan inferensi secara signifikan dengan akurasi yang tetap tinggi. Penelitian ini bermaksud mengisi celah tersebut dengan menerapkan arsitektur ANN yang ringan khusus untuk *dataset* huruf Hijaiyah.

Berdasarkan permasalahan pedagogis yang ada dan potensi solusi teknologi yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran yang adaptif bagi siswa berkebutuhan khusus. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul "**Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Bahasa Isyarat Hijaiyah Berbasis Android Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network (ANN)**".

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Siswa mengalami kesulitan dalam memvalidasi ketepatan gerakan isyarat mereka secara mandiri karena metode pembelajaran saat ini, yang berbasis buku pedoman dan flashcard, bersifat statis serta satu arah sehingga tidak mampu memberikan umpan balik korektif secara langsung.
2. Siswa mengalami kesulitan mengidentifikasi perbedaan spesifik pada isyarat huruf Hijaiyah yang memiliki kemiripan visual tinggi, dikarenakan media gambar diam tidak mampu menyajikan detail gerakan motorik halus secara komprehensif.
3. Belum adanya media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat berfungsi sebagai media ajar di rumah untuk membantu siswa mematangkan hafalan huruf Hijaiyah sebelum masuk ke materi Iqra lanjutan.

4. Pendekatan teknologi pada penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan algoritma CNN (*Convolutional Neural Network*) berbasis piksel terbukti membebani sumber daya komputasi (*resource-heavy*) pada perangkat *mobile* siswa, sehingga mengakibatkan latensi (*lag*) yang mengganggu responsivitas aplikasi secara *real-time*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi Android sebagai media pengenalan bahasa isyarat Hijaiyah yang mampu beroperasi secara *real-time* dan interaktif?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) berbasis *landmark* untuk mengklasifikasikan huruf hijaiyah secara efisien pada perangkat *mobile*?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut:

1. Objek Penelitian
 - a. Fokus pada klasifikasi gestur isyarat tangan berbasis *frame* (*frame-based*) dari input kamera secara *real-time* untuk 31 kelas huruf Hijaiyah (Alif, Ba, Ta, Tsa, Jim, Ha, Kho, Dal, Dzal, Ro, Zai, Sin, Syin, Shod, Dhod, Tho, Zho, 'Ain, Ghoin, Fa, Qof, Kaf, Lam, Mim, Nun, Ha Besar, Wau, Ya, Lam Alif, Ta Marbutah, dan Alif Lam).
 - b. Referensi bentuk tangan mengacu pada standar buku "Panduan Belajar Membaca Mushaf Al-Qur'an Isyarat" (Kemenag RI).
2. Subjek Penelitian

Aplikasi dirancang khusus untuk siswa tunarungu jenjang Sekolah Dasar (SD) Kelas 2,4, dan 5 di SLB Negeri Taruna Mandiri.

3. Data Penelitian

- a. Total *dataset* yang digunakan direncanakan berjumlah 15.500 data citra.
- b. Komposisi *dataset* terdiri dari 7.856 data publik (sumber: Kaggle - *Arabic Alphabets Sign Language*) dan 7.644 data primer yang dikumpulkan secara mandiri.
- c. Skema pembagian data (data *splitting*) menerapkan rasio 80:10:10, yaitu 12.400 data latih (training), 1.550 data validasi (*validation*), dan 1.550 data uji (*testing*).

4. Algoritma

- a. Teknologi yang digunakan adalah ekstraksi fitur berbasis koordinat (*coordinate-based*) menggunakan *MediaPipe Hands* untuk mendapatkan 21 titik *landmark* kerangka tangan
- b. Algoritma klasifikasi menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan arsitektur *Multi-Layer Perceptron*.
- c. Penelitian ini tidak menggunakan metode berbasis piksel seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk menjaga efisiensi komputasi.

5. Metode Pengembangan dan Pemodelan

- a. Metode pengembangan sistem perangkat lunak yang digunakan adalah *Rapid Application Development* (RAD).
- b. Pemodelan sistem dirancang menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) dengan alat bantu perangkat lunak IBM Rational Rose.

6. Platform dan Implementasi

- a. Sistem dibangun pada platform Android secara *native* menggunakan bahasa pemrograman Kotlin.
- b. Pengelolaan basis data sistem (*Database Management System* / DBMS) menggunakan Firebase Cloud Firestore, sedangkan pengelolaan *dataset* kecerdasan buatan (*AI*) disimpan secara terstruktur ke dalam format *Comma-Separated Values* (CSV).

- c. Model *Machine Learning* berjalan secara lokal (*on-device*) menggunakan format *TensorFlow Lite (.tflite)*.

7. Lingkungan & Kondisi Deteksi

- a. Deteksi isyarat dilakukan secara *real-time* menggunakan kamera smartphone dengan jarak optimal pengambilan gambar 25-60 cm.
- b. Sistem dirancang untuk bekerja optimal pada kondisi pencahayaan yang cukup (terang) dengan intensitas cahaya stabil, tidak dalam kondisi *backlight*, dan sangat disarankan pada latar belakang (*background*) yang bersih atau tidak terlalu ramai agar fitur ekstraksi *landmark* tangan tidak mengalami distorsi.
- c. Hanya mendeteksi gestur satu tangan (*single hand*).

8. Hak Akses Pengguna (*User Roles*)

- a. Aktor Guru
Memiliki akses penuh untuk Registrasi, *Login*, Manajemen Data Siswa (menambah akun siswa, mengedit nama, *reset password*), dan memantau Riwayat Nilai Kuis Siswa.
- b. Aktor Siswa
Hanya memiliki akses *Login* menggunakan akun yang telah dibuatkan oleh guru. Siswa tidak dapat melakukan registrasi mandiri.
- c. Fitur siswa terbatas pada akses materi (Kamus), Deteksi Isyarat, dan pengerjaan Kuis/Latihan yang dilengkapi dengan umpan balik evaluasi gerakan dan skor secara *real-time*.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang dan membangun aplikasi pengenalan bahasa isyarat Hijaiyah berbasis Android yang komprehensif (dilengkapi fitur Kamus Isyarat dan Evaluasi), serta mampu beroperasi secara *real-time* dengan beban komputasi yang ringan.
2. Untuk mengimplementasikan kombinasi *MediaPipe* dan ANN guna menganalisis dan mengevaluasi efisiensi komputasi dibandingkan

pendekatan berbasis citra (*image-based*) dalam mengklasifikasikan huruf Hijaiyah pada perangkat *mobile*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi secara teoretis dan praktis dalam pengembangan media pembelajaran berbasis kecerdasan buatan, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah keilmuan di bidang *Computer Vision* dan *Mobile Deep Learning*. Secara spesifik, penelitian ini memberikan kontribusi empiris mengenai efisiensi komputasi penggunaan data vektor koordinat (*landmark*) dibandingkan pengolahan citra piksel (*image-based*) dalam klasifikasi isyarat tangan pada perangkat bergerak dengan sumber daya terbatas.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif dan solusi nyata bagi berbagai pihak, yaitu:

a. Bagi Siswa

Memfasilitasi pembelajaran mandiri yang interaktif, di mana siswa dapat melakukan murojaah hafalan huruf Hijaiyah kapan saja. Fitur deteksi *real-time* memberikan umpan balik langsung (*feedback*) sehingga siswa dapat mengetahui dan memperbaiki kesalahan gerak motorik halus secara mandiri.

b. Bagi Guru

Berfungsi sebagai alat bantu ajar (*teaching aid*) yang efektif untuk mendemonstrasikan visualisasi bentuk isyarat yang benar melalui Kamus Digital, serta meringankan beban guru dalam memantau kebenaran hafalan siswa di luar jam pelajaran sekolah.

c. Bagi Orang Tua

Membantu orang tua dalam mendampingi dan memantau proses belajar anak di rumah, meskipun orang tua tidak memiliki latar belakang pendidikan bahasa isyarat secara formal.

d. Bagi Sekolah

Mendukung implementasi teknologi pembelajaran adaptif di lingkungan SLB Negeri Taruna Mandiri sebagai wujud modernisasi dan digitalisasi pendidikan luar biasa.