

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komunikasi merupakan kebutuhan mendasar dalam kehidupan manusia, termasuk bagi penyandang disabilitas seperti tunarungu. Komunikasi dapat dipahami sebagai proses penyampaian informasi dari satu pihak kepada pihak lainnya. Dalam konteks penyandang tunarungu, cara berkomunikasi yang umum digunakan adalah melalui bahasa isyarat (Sholawati dkk., 2022). Salah satu kendala utama yang dihadapi oleh teman Tuli adalah kesulitan berkomunikasi karena keterbatasan dalam mempelajari bahasa verbal dan kemampuan berbicara secara normal. Mereka menggunakan bahasa isyarat sebagai alat komunikasi untuk mengatasi hambatan tersebut (Putri dkk., 2022).

Dua jenis bahasa isyarat di Indonesia adalah Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) (Putri dkk., 2022). SIBI adalah sistem visual bahasa Indonesia dan tidak dianggap sebagai bahasa alami, sementara BISINDO berasal dari interaksi sehari-hari komunitas Tuli dan mencerminkan budaya unik mereka sejak usia dini (Putri dkk., 2022).

Berdasarkan laporan *World Health Organization* (WHO), gangguan pendengaran di dunia menunjukkan tren yang tinggi dan terus meningkat sepanjang hidup manusia. Diperkirakan pada tahun 2050, sekitar 2,5 miliar orang akan mengalami gangguan pendengaran, dengan hampir 700 juta di antaranya mengalami gangguan pendengaran sedang hingga berat pada telinga terbaik mereka.

Menurut data yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa sebanyak 18.344 anak dalam kelompok usia 10–14 tahun di Indonesia sama sekali tidak dapat mendengar, 15.195 anak mengalami banyak kesulitan mendengar, dan 23.435 anak mengalami sedikit kesulitan mendengar. Dari jumlah total anak-anak usia 10–14 tahun yang mengalami berbagai tingkat gangguan pendengaran mencapai 56.974 jiwa. Data ini menunjukkan bahwa gangguan pendengaran tidak hanya terjadi pada orang dewasa atau lansia, tetapi

juga dialami oleh anak-anak di sekolah dasar dan menengah pertama, yang seharusnya adalah usia di mana mereka aktif dalam pembelajaran dan komunikasi.

Kondisi ini menegaskan bahwa hambatan komunikasi menjadi salah satu tantangan besar yang dihadapi penyandang tunarungu, baik dalam kehidupan sosial, pendidikan, maupun pekerjaan. Dalam konteks pendidikan, upaya untuk meningkatkan aksesibilitas belajar menjadi sangat penting. Salah satu pendekatan yang efektif adalah melalui pemanfaatan teknologi berbasis *deep learning*, khususnya dalam pengembangan sistem klasifikasi bahasa isyarat yang mampu mendukung proses pembelajaran, mempercepat pemahaman kosakata, dan meningkatkan keterampilan berbahasa isyarat siswa tunarungu (Trisianto & Limantara, 2024).

Di Indonesia, Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) digunakan sebagai alat komunikasi visual formal oleh penyandang tunarungu, termasuk dalam lembaga pendidikan khusus seperti Sekolah Luar Biasa (SLB). SIBI dirancang untuk mempresentasikan tata bahasa lisan Indonesia ke dalam isyarat, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi alat bantu pembelajaran yang sistematis dan efektif dalam mendukung komunikasi antara siswa SLB disabilitas tunarungu dan masyarakat umum (Trisianto & Limantara, 2024).

SLB Negeri Jember, sebagai salah satu institusi pendidikan untuk siswa tunarungu di jenjang SMP, menunjukkan bahwa sebagian besar siswanya diajarkan untuk beradaptasi dengan teknologi seperti smartphone dan komputer. Meskipun telah mendapatkan pembelajaran, peserta didik disabilitas tunarungu masih menghadapi kendala signifikan dalam mentranslasikan tata bahasa visual mereka ke dalam kalimat formal yang kompleks. Terutama pada pemahaman format *Subjek-Predikat-Objek-Keterangan* (SPOK), benturan struktur bahasa ini sering kali menyebabkan urutan isyarat kata yang mereka buat tidak sesuai dengan kaidah tata bahasa lisan, sehingga pesan yang disampaikan rentan mengalami miskomunikasi (Sugiyono, 2023). Proses belajar yang selama ini dilakukan lebih menekankan pada pendekatan satu kata satu isyarat, dan tanpa didukung oleh sistem digital yang mampu menginterpretasikan *gesture* secara utuh menjadi sebuah kalimat SPOK yang interaktif dan berbasis teknologi.

Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan pengenalan bahasa isyarat berbasis struktur kalimat dengan ketersediaan teknologi pendukung. Belum tersedia sistem cerdas di SLB Negeri Jember yang mampu menggabungkan *gesture* kata SIBI menjadi satu kesatuan kalimat SPOK yang dapat membantu siswa memahami konteks secara menyeluruh.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan kemajuan signifikan dalam pengenalan bahasa isyarat. Penelitian oleh Trisianto & Limantara (2024), berhasil mengembangkan sistem pengenalan abjad SIBI menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang mampu menyusun kata hingga kalimat sederhana. Meskipun demikian, pendekatan tersebut masih memiliki dua keterbatasan yang mendasar. Pertama, proses pengenalan yang masih berbasis abjad yaitu *huruf-per-huruf* dapat menjadi kurang efisien dibandingkan pengenalan isyarat untuk satu kata utuh. Kedua, meskipun mampu membentuk kalimat, penerapan strukturnya masih terbatas pada penggabungan kata sesuai urutan masuk dan belum menerapkan pemahaman struktur tata bahasa seperti *Subjek-Predikat-Objek-Keterangan* (SPOK).

Firdaus dkk. (2024) menunjukkan keberhasilan implementasi sistem deteksi bahasa isyarat dengan menggabungkan *library MediaPipe* untuk ekstraksi fitur gerakan tangan dan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk pengenalan pola. Melalui serangkaian pengujian yang cermat, termasuk optimasi pada jumlah kelas data, pemilihan *optimizer*, dan distribusi dataset, sistem ini berhasil mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu 98,3% pada pengujian dengan 10 kelas kata. Tujuan dari pengembangan ini adalah untuk menciptakan sistem penerjemahan yang andal dan dapat diterapkan dalam berbagai konteks nyata, dengan penekanan khusus pada penggunaannya di lingkungan pendidikan atau sekolah. Meskipun demikian, penelitian tersebut juga mencatat bahwa performa model menurun seiring dengan bertambahnya jumlah kelas kata yang harus dikenali, dan sistem yang ada masih memerlukan optimalisasi lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan pengguna ke depannya.

Penelitian terkini oleh Kurniawan & Wijaya (2025) menerapkan algoritma *You Only Look Once* versi 8 (YOLOv8) untuk sistem deteksi huruf pada Bahasa

Isyarat Indonesia (SIBI). Hasilnya menunjukkan performa yang sangat impresif, dengan sistem mampu mencapai nilai mAP50 sebesar 0.96 dan kecepatan inferensi rata-rata hanya 4.6 ms per gambar. Secara spesifik, 22 dari 26 huruf alfabet berhasil dideteksi dengan akurasi di atas 90%. Meskipun sangat unggul dalam deteksi objek huruf, penelitian ini sepenuhnya terfokus pada tahap pengenalan huruf secara per kata. Tidak ada pembahasan mengenai penerapan untuk menyusun huruf-huruf yang terdeteksi menjadi sebuah kata atau kalimat.

Penelitian oleh Septiyaningtyas dkk. (2024) mengeksplorasi pendekatan berbeda dengan menerapkan game edukasi berbasis Android untuk memperkenalkan SIBI kepada anak berkebutuhan khusus (tunarungu) di SLB Negeri Brebes. Melalui metode visual interaktif yang menyenangkan, aplikasi ini terbukti efektif untuk meningkatkan minat belajar dan pengenalan alfabet SIBI serta kata-kata sederhana. Meskipun demikian, fokus utama dari game edukasi ini masih terbatas pada pengenalan huruf dan pembentukan kata dasar, dan belum mengatasi tantangan dalam menyusun atau memahami struktur kalimat yang lebih kompleks.

Penelitian terkait lainnya tentang penggunaan bahasa isyarat dengan *deep learning*, seperti Deleviar dkk. (2025) berfokus pada penerjemahan dari suara ke video (*speech-to-video*). Dengan menerapkan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM), mereka berhasil mengembangkan sebuah *website* yang mampu mengonversi ucapan menjadi video isyarat BISINDO dengan akurasi prediksi model mencapai 95%. Meskipun berhasil dalam penerjemahan kata per kata, penelitian tersebut belum secara eksplisit membahas penanganan struktur tata bahasa yang kompleks antara Bahasa Indonesia lisan dan tata bahasa visual BISINDO. Sistem ini berfokus pada konversi ucapan ke video yang sesuai, namun tantangan terkait pemahaman konteks kalimat dan variasi dialek masih menjadi area yang terbuka untuk pengembangan lebih lanjut.

Demikian pula, NINGSIH dkk. (2024) telah berhasil menggunakan CNN untuk klasifikasi gambar SIBI dengan akurasi 96,4%. Namun, penelitian ini belum mengeksplorasi pemrosesan urutan *gesture* atau aspek yang penting dalam pengolahan kalimat dalam bahasa isyarat, yang dapat mempengaruhi pemahaman dalam komunikasi.

Dari berbagai pendekatan tersebut, terlihat bahwa sebagian besar solusi teknologi yang ada masih terbatas pada pengenalan isyarat per abjad atau per kata, tanpa dilanjutkan ke tahap perangkaian menjadi kalimat utuh. Penyusunan rangkaian isyarat menjadi kalimat berstruktur SPOK memang sudah dijumpai dalam berbagai bentuk media pembelajaran konvensional seperti buku, kartu kosakata, gambar, hingga aplikasi pembelajaran berbasis *web* statis, namun belum mengadopsi teknologi pengenalan *gesture* secara *real-time*.

Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk menghadirkan solusi yang lebih menyeluruh yaitu sistem yang tidak hanya mengenali *gesture* per kata, tetapi juga mampu merangkai kata-kata hasil pengenalan tersebut menjadi kalimat sesuai struktur SPOK secara *real-time* dan interaktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis *website* yang mampu mengenali urutan *gesture* bahasa isyarat SIBI per kata secara *real-time* dengan segmentasi temporal otomatis dan merangkai kata-kata hasil pengenalan tersebut menjadi kalimat sesuai struktur SPOK yang telah ditentukan. Sistem ini mengintegrasikan teknologi *Mediapipe Holistic* untuk ekstraksi *keypoints* secara *real-time* dan algoritma *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) yang diperkuat dengan *Attention Mechanism* untuk klasifikasi *gesture* per kata. Aplikasi yang dikembangkan dilengkapi dengan fitur kamera, panduan *gesture*, dan hasil kalimat SPOK secara interaktif, untuk meningkatkan pemahaman siswa tunarungu dalam menyusun kalimat berstruktur.

Berbeda dari penelitian sebelumnya yang masih terbatas pada aspek pengenalan huruf atau kata secara terpisah, penelitian ini menawarkan pendekatan baru yang menggabungkan pengenalan *gesture* berbasis *deep learning* secara *real-time* dengan segmentasi temporal otomatis dan mekanisme perangkaian kata hasil pengenalan menjadi kalimat sesuai struktur SPOK. Dengan fokus pada konteks pendidikan tunarungu di SLB Negeri Jember, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem pengenalan bahasa isyarat yang lebih adaptif, kontekstual, dan aplikatif sebagai alat bantu pembelajaran tata kalimat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem berbasis *website* yang mampu mengenali urutan *gesture* bahasa isyarat SIBI per kata secara *real-time* dengan segmentasi temporal otomatis?
2. Bagaimana sistem dapat merangkai urutan *gesture* yang dikenali menjadi kalimat sesuai dengan struktur *Subjek-Predikat-Objek-Keterangan* (SPOK) yang telah ditentukan?
3. Seberapa akurat sistem dalam mengenali urutan *gesture* dan menghasilkan kalimat SPOK yang sesuai?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengenalan *gesture* bahasa isyarat SIBI berbasis *website* dengan teknologi *Mediapipe Holistic* dan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) yang diperkuat *Attention Mechanism*.
2. Merangkai urutan *gesture* SIBI yang dikenali sistem menjadi kalimat sesuai dengan struktur SPOK yang telah ditentukan.
3. Mengukur akurasi dan performa sistem dalam mengenali *gesture* dan merangkainya menjadi kalimat sesuai struktur SPOK yang telah ditentukan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga ruang lingkup penelitian tetap terfokus, maka ditetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem hanya mengenali *gesture* dari Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI), tidak mencakup BISINDO atau bentuk bahasa isyarat lainnya.
2. Kalimat yang dikenali dibatasi pada struktur SPOK sederhana dengan jumlah kosakata yang dikenali sistem sebanyak 20 kata, dan jumlah kalimat target sebanyak 7 kalimat.
3. Sistem dikembangkan dan diuji pada platform *website* menggunakan kamera perangkat sebagai *input gesture*.

4. Pengumpulan dataset *gesture* dilakukan oleh satu subjek tunggal, yaitu peneliti, dengan teknik augmentasi data digunakan untuk mensimulasikan variasi antar pengguna.
5. Pengujian sistem dilakukan dengan jumlah responden terbatas yang terdiri atas guru dan siswa di lingkungan SLB Negeri Jember.
6. Terminologi "Pemahaman" kalimat SPOK dalam sistem ini berfokus pada Pemahaman Sintaksis (*Syntactic Understanding*), yang dibatasi pada kemampuan sistem untuk menyusun dan memvalidasi urutan *gesture* kata berdasarkan *template* struktur SPOK secara *real-time*, bukan pada analisis pemahaman makna bebas.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menyediakan media pengenalan interaktif bagi siswa tunarungu untuk memahami dan melatih penyusunan kalimat SIBI yang berstruktur SPOK.
2. Menjadi alat bantu ajar inovatif bagi guru di SLB Negeri Jember untuk mengenalkan materi tata bahasa secara lebih visual dan aplikatif.
3. Memberikan evaluasi terhadap performa model *deep learning Bidirectional Long Short-Term Memory* (BiLSTM) dengan *Attention Mechanism* dalam mengenali urutan *gesture* dan merangkainya menjadi kalimat sesuai struktur SPOK, bukan hanya isyarat per kata.
4. Menjadi referensi dan landasan bagi pengembangan teknologi serupa di masa depan yang berfokus pada pemahaman konteks kalimat dalam bahasa isyarat.