

Implementasi sistem deteksi alfabet bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis model DETR

Mukhamad Aziz Firmansyah, Fetty Tri Anggraeny*, Yisti Vita Via

Program Studi Informatika, Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Email: 22081010030@student.upnjatim.ac.id, *fettyanggraeny.if@upnjatim.ac.id, yistivia.if@upnjatim.ac.id

Abstrak

Bahasa isyarat merupakan sistem komunikasi utama bagi komunitas tuli, namun keterbatasan pemahaman masyarakat umum terhadap bahasa isyarat menimbulkan hambatan komunikasi. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem deteksi alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis model Detection Transformer (DETR) dalam bentuk aplikasi web menggunakan *framework* Streamlit. Sistem memungkinkan pengguna mengunggah citra alfabet BISINDO untuk diproses secara otomatis dan menampilkan hasil deteksi berupa citra beranotasi dengan kotak pembatas, label kelas, dan nilai kepercayaan prediksi. Model DETR dengan arsitektur ResNet-50 sebagai *backbone* diintegrasikan ke dalam aplikasi web yang di-*deploy* pada Streamlit Community Cloud untuk memungkinkan akses publik. Pengujian fungsional menunjukkan sistem mampu mendeteksi alfabet BISINDO dengan baik pada berbagai kondisi, termasuk subjek yang berbeda dan variasi pencahayaan. Implementasi berbasis web memungkinkan akses tanpa instalasi perangkat lunak khusus, sehingga sistem dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran alfabet BISINDO dalam konteks pendidikan. Keterbatasan sistem meliputi dataset pelatihan dari satu subjek dengan latar belakang homogen serta pemrosesan yang terbatas pada citra statis.

Kata Kunci: alfabet, BISINDO; DETR; deteksi objek; streamlit

Implementation of Indonesian sign language (BISINDO) alphabet detection system based on DETR Model

Abstract

Sign language is the primary communication system for the deaf or hard-of-hearing community, but limited public understanding of sign language creates communication barriers. This study aims to implement an Indonesian Sign Language (BISINDO) alphabet detection system based on the Detection Transformer (DETR) model in the form of a web application using the Streamlit framework. The system allows users to upload BISINDO alphabet images for automatic processing and displays detection results as annotated images with bounding boxes, class labels, and prediction confidence scores. The DETR model with ResNet-50 architecture as the backbone is integrated into a web application deployed on Streamlit Community Cloud to enable public access. Functional testing demonstrates that the system can effectively detect BISINDO alphabets under various conditions, including different subjects and lighting variations. Web-based implementation enables access without requiring special software installation, allowing the system to be utilized as a learning medium for BISINDO alphabet in educational contexts. System limitations include a training dataset from a single subject with homogeneous backgrounds and processing limited to static images.

Keywords: alphabet; BISINDO; DETR; object detection; streamlit

1. Pendahuluan

Bahasa isyarat merupakan sistem komunikasi utama yang digunakan oleh komunitas tuli atau tunarungu dengan mengandalkan kombinasi bentuk tangan, orientasi gerakan, ekspresi wajah, serta bahasa tubuh untuk menyampaikan makna linguistik yang setara dengan bahasa lisan (Borman & Priyopradono, 2018). Di Indonesia, dikenal dua sistem komunikasi isyarat, yaitu Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI), yang berkembang melalui latar historis dan pendekatan yang berbeda terhadap komunitas penggunanya (Fadillah et al., 2021). Keberadaan lebih dari satu sistem isyarat tersebut, disertai keterbatasan pemahaman masyarakat umum terhadap bahasa isyarat, kerap menimbulkan hambatan dalam interaksi sehari-hari antara penyandang

tunarungu dan masyarakat luas (Saputra et al., 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran dan pengenalan bahasa isyarat menjadi kebutuhan yang semakin relevan.



Gambar 1. Alfabet BISINDO (Rizka Fadhillah et al., 2024)

Pengembangan sistem bantu berbasis teknologi untuk mendukung pemahaman alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam memanfaatkan teknologi (Khotijah et al., 2023). Penggunaan penerjemah manusia dalam kehidupan sehari-hari masih menghadapi kendala keterbatasan ketersediaan serta pertimbangan biaya (Trisianto & Limantara, 2024). Solusi berbasis sistem otomatis berpotensi memberikan alternatif yang lebih fleksibel dan mudah diakses. Dalam konteks tersebut, sistem pendeteksian gestur tangan berbasis pengolahan citra digital dapat berperan sebagai alat bantu pembelajaran yang mendukung aksesibilitas, khususnya pada lingkungan pendidikan dan interaksi digital.

Bidang *computer vision* memberi kemampuan pada komputer untuk mengekstraksi informasi dari sebuah citra dan menghasilkan keputusan yang bermakna bagi suatu sistem (Ikmal et al., 2025). Salah satu cabang utama dalam *computer vision* adalah deteksi objek, yaitu teknik untuk mengidentifikasi keberadaan serta lokasi suatu objek dalam sebuah citra melalui proses klasifikasi dan penentuan kotak pembatas di sekitar objek yang terdeteksi (Reswara et al., 2025). Deteksi objek telah banyak diterapkan dalam berbagai domain, termasuk pengawasan visual dan interaksi manusia-komputer, sehingga pendekatan ini relevan untuk digunakan dalam mengenali gestur tangan sebagai representasi alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) (Fauzan & Wibowo, 2021).

Perkembangan pembelajaran mendalam atau *deep learning* mendorong peningkatan performa sistem *computer vision*, terutama dalam pengenalan citra dan pemrosesan pola visual yang kompleks (Afrialdy et al., 2025). Salah satu pendekatan metode dalam deteksi objek adalah Detection Transformer atau DETR, yang mengintegrasikan jaringan konvolusional dan arsitektur *transformer* dalam satu *pipeline end-to-end* tanpa memerlukan komponen tambahan seperti *anchor box* maupun *non-maximum suppression* (Carion et al., 2020). Meskipun dikenal memiliki kompleksitas komputasi yang relatif tinggi, DETR dilaporkan memiliki keunggulan dalam menangani variasi ukuran objek serta perpindahan posisi yang signifikan di dalam citra, sehingga menjadikannya pendekatan yang menjanjikan untuk kasus deteksi gestur tangan yang dinamis (Suherman et al., 2023).

Implementasi sistem dapat dilakukan melalui aplikasi berbasis web yang memberikan kemudahan akses bagi pengguna (Miftakhoneki et al., 2021; Mumpuni et al., 2021). Framework Streamlit memungkinkan pengembangan aplikasi web interaktif yang dapat diakses melalui peramban tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus (Amarya et al., 2025). Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah citra alfabet BISINDO dan memperoleh hasil deteksi secara langsung melalui antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan.

Penelitian ini mengimplementasikan sistem deteksi alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis model DETR dalam bentuk aplikasi web menggunakan *framework* Streamlit. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada perancangan arsitektur sistem berbasis web, integrasi model deteksi ke dalam platform aplikasi, *deployment* sistem pada layanan *cloud*, serta evaluasi fungsional sistem dalam skenario penggunaan. Sistem yang dikembangkan berpotensi dimanfaatkan sebagai alat bantu pembelajaran alfabet BISINDO berbasis teknologi bagi masyarakat luas.

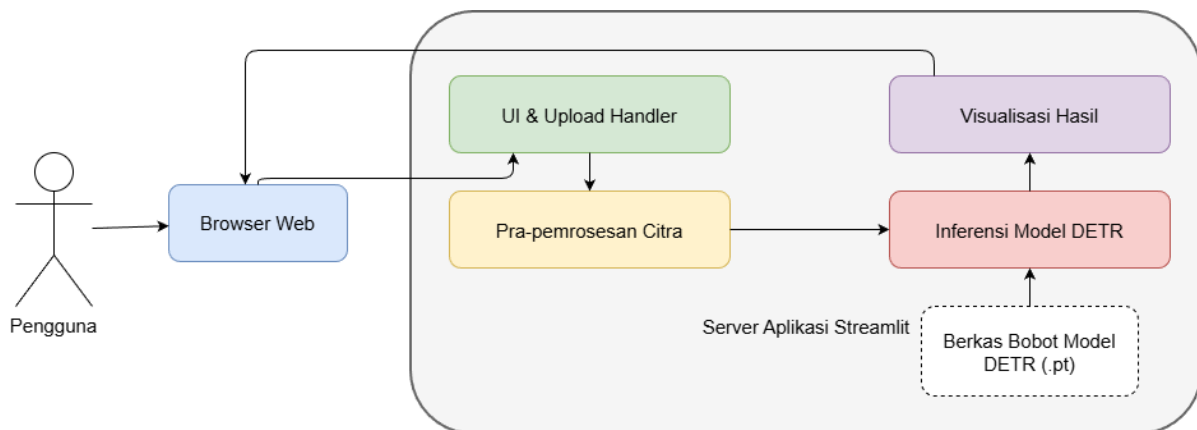
2. Metode

Pada bagian ini dipaparkan metodologi penelitian yang mencakup desain arsitektur web, data pengujian, alur penggunaan sistem, tahapan pemrosesan citra, integrasi model, *post-processing* dan visualisasi, *deployment* aplikasi, serta skenario pengujian.

2.1. Desain Sistem Arsitektur Sistem Web

Sistem yang dikembangkan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan Streamlit sebagai *framework* antarmuka pengguna. Seluruh proses, mulai dari penerimaan masukan pengguna, pra-pemrosesan citra, inferensi model deteksi, hingga visualisasi hasil, dijalankan dalam satu aplikasi Python yang berjalan pada sisi server Streamlit.

Model Detection Transformer (DETR) yang telah dilatih sebelumnya dimuat dalam bentuk berkas bobot model pada saat aplikasi dijalankan dan digunakan untuk melakukan prediksi terhadap citra unggahan pengguna. Pengguna berinteraksi dengan sistem melalui browser untuk mengunggah citra, sementara proses komputasi sepenuhnya dilakukan pada server aplikasi tanpa melibatkan layanan *backend* terpisah atau antarmuka pemrograman aplikasi eksternal.



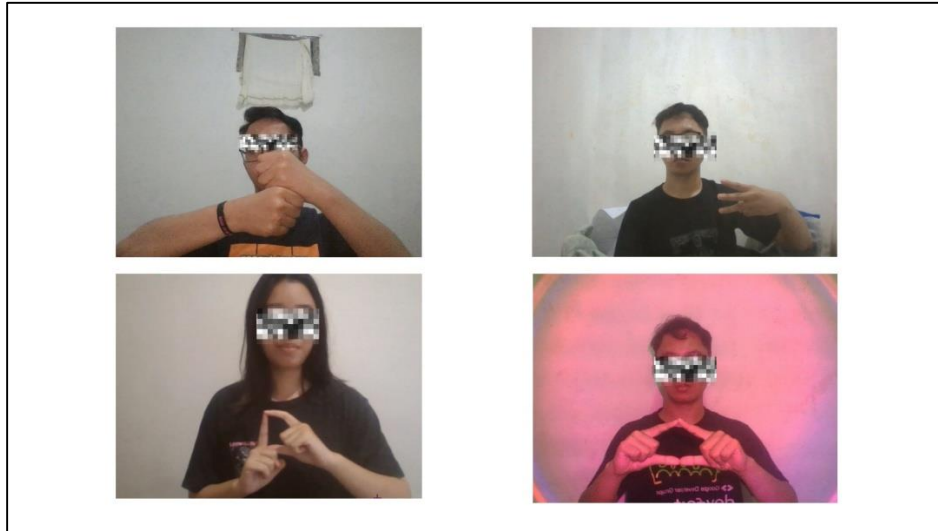
Gambar 2. Diagram Arsitektur Aplikasi Streamlit (*Single-Tier*)

Alur sistem dimulai ketika pengguna mengunggah citra melalui antarmuka web. Citra tersebut kemudian diproses melalui tahap pra-pemrosesan sebelum diberikan ke model DETR untuk menghasilkan prediksi. Hasil prediksi selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk citra beranotasi dan ditampilkan kembali pada antarmuka web.

2.2. Data Pengujian

Data digunakan khusus untuk pengujian fungsional aplikasi web, bukan untuk proses pelatihan model. Objek yang diuji adalah alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) yang terdiri dari 26 kelas alfabet A sampai Z. Citra dikumpulkan secara mandiri menggunakan kamera laptop dengan ukuran 640×480 piksel dan disimpan dalam format .JPG.

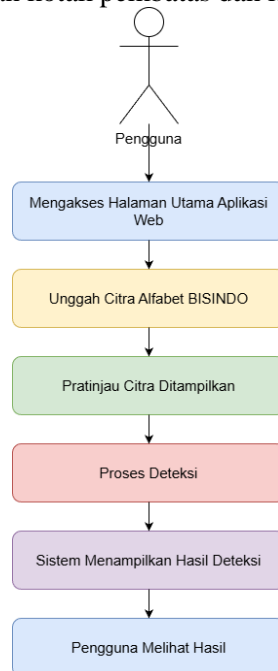
Seluruh citra memiliki latar belakang polos dengan variasi intensitas pencahayaan untuk mensimulasikan kondisi penggunaan yang berbeda. Data ini dimanfaatkan untuk memastikan sistem mampu memproses unggahan citra secara konsisten dan menampilkan hasil deteksi dengan benar.



Gambar 3. Contoh Data Uji Alfabet BISINDO G, E, D, dan A

2.3. Alur Penggunaan Sistem

Pengguna mengakses halaman utama aplikasi web dan mengunggah citra alfabet BISINDO melalui komponen unggah yang tersedia. Sistem kemudian menampilkan pratinjau citra sebelum diproses. Setelah pengguna menjalankan proses deteksi, aplikasi mengeksekusi inferensi dan menampilkan hasil berupa citra yang telah dianotasi dengan kotak pembatas dan label kelas.



Gambar 4. Alur Penggunaan Sistem

Alur ini dirancang agar sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna tanpa latar belakang teknis, serta mendukung proses evaluasi fungsional sistem.

2.4. Pra-pemrosesan Citra

Citra unggahan pengguna diproses terlebih dahulu sebelum diberikan ke model deteksi. Tahapan pra-pemrosesan meliputi perubahan ukuran citra menjadi 224×224 piksel serta normalisasi nilai piksel menggunakan statistik ImageNet. Citra kemudian dikonversi ke dalam bentuk tensor agar dapat diproses oleh *library* PyTorch.

2.5. Integrasi Model DETR

Model yang digunakan adalah hasil pelatihan dari Detection Transformer (DETR) dengan arsitektur ResNet-50 sebagai *backbone*, yang dilatih menggunakan dataset alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) selama 300 *epoch*. Konfigurasi arsitektur meliputi satu *layer transformer* serta 25 *object queries*. Pada tahap inferensi, hasil prediksi disaring menggunakan ambang batas nilai kepercayaan (*confidence threshold*) sebesar 0.7 untuk menentukan hasil deteksi yang akan divisualisasikan.

2.6. Post-processing dan Visualisasi

Hasil deteksi divisualisasikan dengan menambahkan kotak pembatas pada area tangan yang teridentifikasi. Setiap kelas alfabet ditampilkan menggunakan warna RGB yang berbeda sesuai pemetaan warna yang telah ditentukan. Label kelas beserta nilai kepercayaan prediksi ditampilkan di sekitar kotak pembatas sebagai informasi tambahan. Citra hasil kemudian dikirim kembali ke antarmuka Streamlit dan ditampilkan kepada pengguna sebagai keluaran akhir sistem.

2.7. Deployment Aplikasi

Aplikasi web dikembangkan menggunakan Streamlit dan di-*deploy* pada layanan Streamlit Community Cloud agar bisa diakses oleh publik. Proses *deployment* melibatkan konfigurasi file *uv.lock* yang berisi daftar *library* Python yang diperlukan, serta integrasi dengan repositori GitHub yang berisi kode sumber aplikasi. Struktur proyek disusun secara modular untuk memudahkan pemeliharaan dan pengembangan lanjutan, mencakup pemisahan antara modul antarmuka, pra-pemrosesan, inferensi model, dan visualisasi hasil. Setelah *deployment* berhasil, aplikasi dapat diakses secara publik melalui URL yang disediakan oleh Streamlit Community Cloud tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus dari sisi pengguna.

2.8. Skenario Pengujian

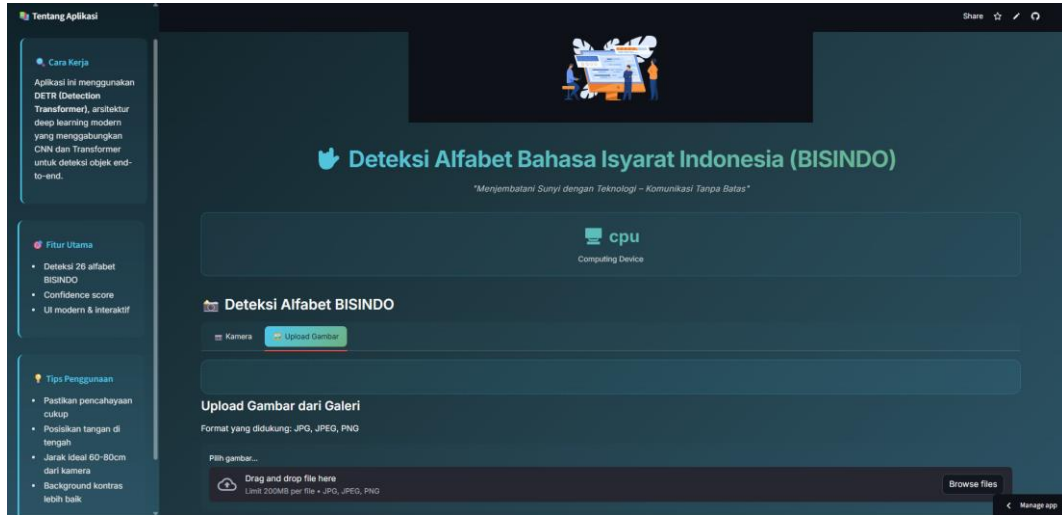
Pengujian aplikasi web dilakukan untuk memastikan setiap komponen sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Skenario pengujian meliputi keberhasilan unggahan citra, proses inferensi tanpa kesalahan, penampilan hasil deteksi, serta konsistensi visualisasi warna dan label kelas. Selain itu, sistem diuji menggunakan citra dari subjek berbeda serta variasi pencahayaan untuk mengevaluasi keandalan aplikasi dalam kondisi penggunaan yang beragam. Hasil pengujian ini menjadi dasar pembahasan pada bagian berikutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini disajikan hasil implementasi sistem deteksi alfabet BISINDO berbasis model DETR yang mencakup antarmuka sistem, evaluasi fungsionalitas sistem, serta pembahasan hasil pengujian.

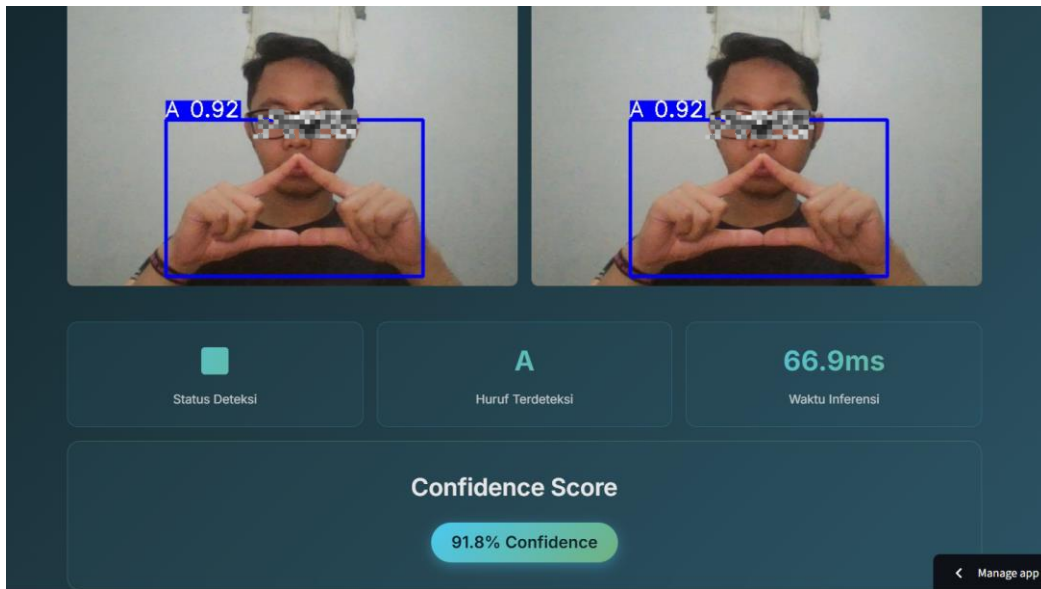
3.1. Implementasi Aplikasi Web

Sistem deteksi alfabet Bahasa Isyarat Indonesia berbasis model DETR direalisasikan dalam bentuk aplikasi web menggunakan Streamlit. Aplikasi ini memungkinkan pengguna mengunggah citra dari perangkat mereka untuk dianalisis oleh sistem, kemudian menampilkan hasil dalam bentuk citra beranotasi.



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Streamlit

Gambar 5 menunjukkan halaman utama aplikasi yang dilengkapi dengan komponen unggah berkas (*file uploader*) yang mendukung format JPEG, PNG, dan JPG. Setelah citra diunggah, sistem menampilkan pratinjau gambar dan kemudian secara otomatis sistem melakukan *post-processing* tanpa perlu menekan tombol apapun.



Gambar 6. Tampilan Hasil Deteksi

Gambar 6 menampilkan hasil deteksi berupa citra yang telah dianotasi dengan kotak pembatas berwarna sesuai pemetaan RGB untuk setiap kelas alfabet. Label kelas serta nilai kepercayaan prediksi ditampilkan di atas kotak pembatas untuk memberikan informasi yang jelas kepada pengguna. Antarmuka dirancang sederhana agar dapat digunakan oleh masyarakat umum tanpa memerlukan konfigurasi teknis tambahan.

3.2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian aplikasi web dilakukan untuk mengevaluasi fungsi utama sistem, yaitu unggah citra, pemrosesan masukan, serta penampilan hasil deteksi pada antarmuka pengguna. Pengujian dilakukan menggunakan kumpulan citra alfabet BISINDO A sampai Z dengan variasi subjek dan kondisi pencahayaan yang berbeda, pada latar belakang relatif polos.

Evaluasi difokuskan pada keberhasilan alur sistem secara *end-to-end*, meliputi keberhasilan pemuatan citra, proses inferensi tanpa kesalahan, konsistensi visualisasi kotak pembatas dan label kelas,

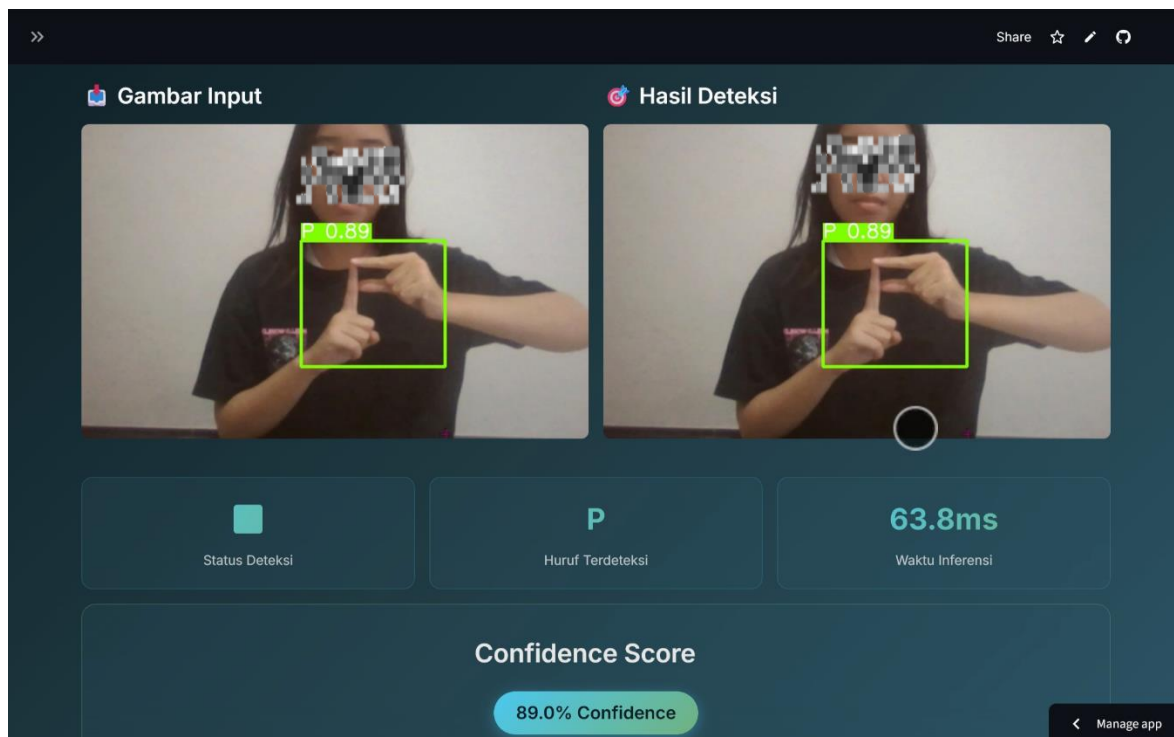
serta stabilitas tampilan aplikasi selama digunakan secara berulang. Hasil pengujian fungsional sistem dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi

Fitur yang Diuji	Skenario	Hasil	Keterangan
Unggah citra	Upload JPEG/PNG	Berhasil	File dimuat dan ditampilkan
Pratinjau citra	Setelah upload	Berhasil	Citra tampil sebelum inferensi
Proses deteksi	Tombol deteksi ditekan	Berhasil	Inferensi berjalan normal
Visualisasi hasil	Bounding box & label	Berhasil	Warna sesuai kelas
Tampilan confidence	Skor prediksi	Berhasil	Ditampilkan pada setiap objek
Konsistensi UI	Digunakan berulang	Stabil	Tidak terjadi crash
Variasi pencahayaan	RGB & normal	Berhasil	Latar polos
Subjek berbeda	Pengguna lain	Berhasil	Mayoritas citra terdeteksi

3.2.1. Pengujian Subjek Berbeda

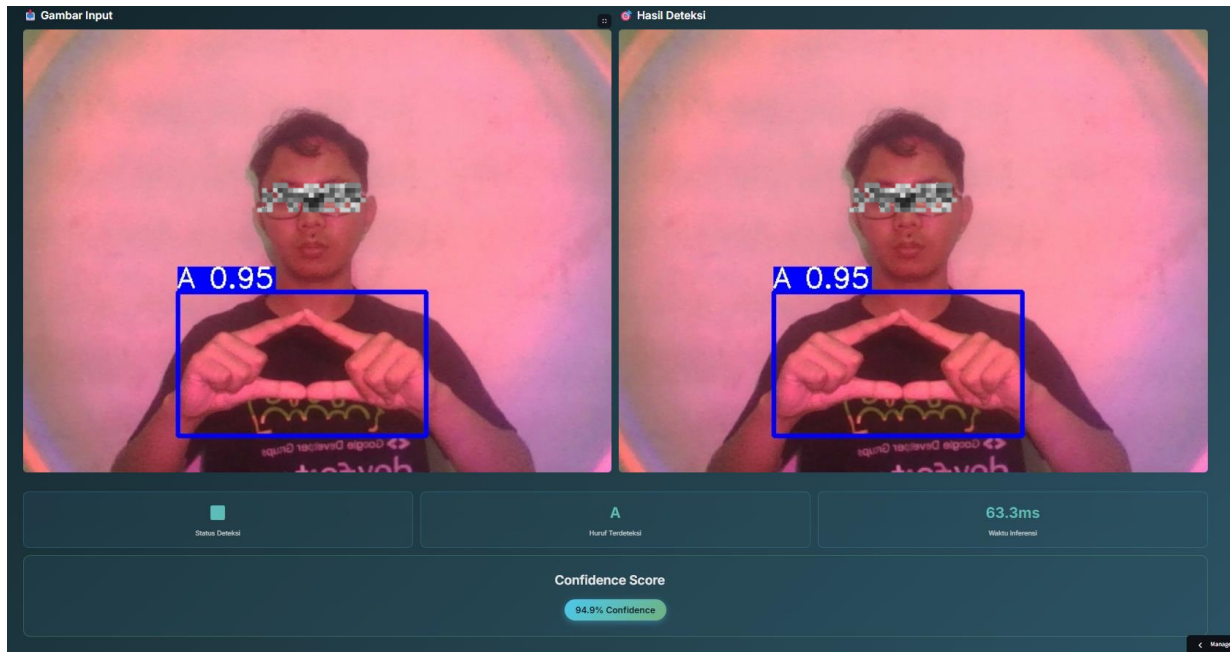
Pada pengujian dengan subjek yang berbeda dari subjek pelatihan, sistem mampu menghasilkan prediksi alfabet secara konsisten pada sebagian besar citra uji. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan oleh pengguna yang berbeda dari subjek pelatihan, meskipun model dilatih dengan satu subjek.



Gambar 7. Antarmuka aplikasi web Streamlit pada pengujian subjek berbeda.

3.2.2. Pengujian Variasi Pencahayaan

Pengujian juga dilakukan pada kondisi pencahayaan berbeda menggunakan lampu RGB dengan variasi warna dan intensitas. Sistem tetap mampu menghasilkan deteksi selama latar belakang relatif sederhana dan pencahayaan tidak terlalu ekstrem.



Gambar 8. Hasil deteksi pada aplikasi web pada kondisi pencahayaan berbeda.

3.3. Pembahasan dan Keterbatasan

3.3.1. Implementasi Sistem Web

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi web berbasis Streamlit mampu mengintegrasikan model DETR untuk memproses citra unggahan pengguna secara end-to-end. Seluruh alur sistem, mulai dari unggah citra, pra-pemrosesan, inferensi, hingga visualisasi hasil, berjalan sesuai dengan rancangan pada Bab 2. Aplikasi dapat digunakan secara stabil dalam beberapa kali pengujian tanpa mengalami gangguan fungsi utama.

Antarmuka pengguna dirancang sederhana agar mudah digunakan oleh pengguna tanpa latar belakang teknis. Komponen unggah berkas, pratinjau citra, serta tampilan hasil deteksi ditata secara jelas sehingga mendukung penggunaan sistem sebagai media pembelajaran alfabet BISINDO berbasis web.

3.3.2. Keterbatasan Sistem

Beberapa keterbatasan yang teridentifikasi meliputi:

- a. Latar Belakang Homogen
Pengujian dilakukan pada latar belakang polos, sehingga performa sistem pada latar yang kompleks belum dievaluasi secara menyeluruh.
- b. Pemrosesan Citra
Aplikasi web hanya mendukung unggahan citra, belum mencakup pemrosesan video.
- c. Kualitas Citra
Kondisi pencahayaan ekstrem, sudut pengambilan yang tidak ideal, atau resolusi rendah dapat memengaruhi hasil deteksi.

3.3.3. Implikasi Praktis

Sistem yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran alfabet BISINDO berbasis web maupun sebagai sarana demonstrasi interaktif dalam lingkungan pendidikan. Akses melalui peramban memungkinkan sistem digunakan tanpa instalasi perangkat lunak tambahan, sehingga lebih mudah dijangkau oleh berbagai kalangan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem deteksi alfabet Bahasa Isyarat Indonesia berbasis model Detection Transformer (DETR) dalam bentuk aplikasi web menggunakan *framework* Streamlit. Sistem memungkinkan pengguna mengunggah citra alfabet BISINDO melalui antarmuka web untuk diproses secara otomatis dan menampilkan hasil deteksi berupa citra beranotasi dengan kotak pembatas serta label kelas.

Pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen utama aplikasi web, meliputi unggah citra, proses inferensi, dan visualisasi hasil, berjalan sesuai rancangan dan stabil digunakan dalam berbagai skenario pengujian. Sistem juga mampu digunakan pada variasi subjek dan kondisi pencahayaan selama latar belakang relatif sederhana. Implementasi berbasis web memberikan kemudahan akses tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan, sehingga sistem berpotensi dimanfaatkan sebagai media pembelajaran alfabet BISINDO dalam konteks pendidikan maupun demonstrasi interaktif.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Yisti Vita Via, S.ST., M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Afrialdy, F., Perdana, R. S., & Dewi, C. (2025). DETEKSI OBJEK PADA FRAMEWORK YOLOV5 DENGAN PENANGANAN KESILAUAN CAHAYA MENGGUNAKAN GABUNGAN ARSITEKTUR U-NET DAN INPAINT. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(3), 601–608. <https://doi.org/10.25126/jtiik.20258866>
- Amarya, T. K., Firliana, R., & Ristyawan, A. (2025). Aplikasi Deteksi Dini Penyakit Stroke Menggunakan Stramlit. *INOTEK*, Vol. 9, 9, 453–462. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/>
- Borman, R. I., & Priyopradono, B. (2018). Implementasi Penerjemah Bahasa Isyarat Pada Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Dengan Metode Principal Component Analysis (PCA). *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(1), 103–108. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i1.631>
- Carion, N., Massa, F., Synnaeve, G., Usunier, N., Kirillov, A., & Zagoruyko, S. (2020). End-to-End Object Detection with Transformers. In *European Conference on Computer Vision (ECCV): 12346 LNCS* (pp. 213–229). https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-8_13
- Fadillah, R. Z., Irawan, A., Susanty, M., & Artikel, I. (2021). Data Augmentation to Overcome Data Limitations in the Indonesian Sign Language Translator Model (BISINDO). *Jurnal Informatika*, 8(2), 208–214. <https://doi.org/doi.org/10.31294/ji.v8i2.10768>
- Fauzan, M. R., & Wibowo, A. P. W. (2021). Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once V3 Dan Tesseract. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), 57–62. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.718>
- Ikmal, I., Masnur, M., & Hamra, H. (2025). Absensi Perpustakaan Pengenalan Wajah Berbasis Open Computer Vision. *Jurnal Sintaks Logika*, 5(1), 82–92. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v5i1.3604>
- Khotijah, S., Juliana, J., & Driyani, D. (2023). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Bahasa Isyarat Bisindo Untuk Penyandang Disabilitas Tuna Rungu Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 142–149. <https://doi.org/10.59000/jim.v2i1.101>
- Miftakhoneki, S., Vita Via, Y., & Maulana, H. (2021). APLIKASI DIAGNOSA JENIS PENYAKIT PADA TANAMAN BELIMBING BERBASIS WEB. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(1), 43–50. <https://doi.org/10.33005/jifosi.v2i1.267>
- Mumpuni, R., Anggraeny, F. T., Fadillah, M. N., & Munir, S. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Rekam Medis Pasien Poliklinik UPN “Veteran” Jawa Timur. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(1), 63. <https://doi.org/10.30872/jim.v16i1.5419>
- Reswara, H. A., Priyatna, B., Hananto, A., & Tukino, T. (2025). Implementasi Deteksi Objek Penggunaan Helm Dengan Metode YOLOv10. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 1380–1387. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.15010>

- Rizka Fadhillah, I., Muharrom Al Haromainy, M., & Maulana, H. (2024). IMPLEMENTASI MODEL TRANSFER LEARNING EFFICIENTNET UNTUK PENDETEKSIAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) PADA PERANGKAT ANDROID. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 7816–7822. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.10463>
- Saputra, R., Wahyu Nyipto Wibowo, G., & Khanif Zyen, A. (2025). Sistem Klasifikasi Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan CNN dengan MobileNetV2 berbasis Android. *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer*, 17(1), 237–248. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14686025>
- Suherman, E., Rahman, B., Hindarto, D., & Santoso, H. (2023). Implementation of ResNet-50 on End-to-End Object Detection (DETR) on Objects. *Sinkron*, 8(2), 1085–1096. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i2.12378>
- Trisianto, D., & Limantara, M. A. (2024). Sistem Pembelajaran Isyarat Bahasa Indonesia (Sibi) Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn). *Jurnal Sistem Cerdas Dan Rekayasa (JSCR)*, 6(2), 2656–7504. <https://doi.org/10.61293/jscr.v6i2.735>