

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan yang menunjukkan keberhasilan penelitian dalam mengembangkan sistem penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berbasis *computer vision* dan *Internet of Things* (IoT). Kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Penelitian berhasil mengembangkan sistem penerjemah BISINDO berbasis IoT yang mampu menerjemahkan gestur bahasa isyarat ke dalam bentuk teks dan suara secara *real-time* melalui integrasi ESP32-CAM, server inferensi berbasis Flask, dan model deteksi objek berbasis *deep learning*.
2. Hasil studi komparatif menunjukkan bahwa arsitektur YOLO memberikan performa yang lebih baik dibandingkan *Faster R-CNN* dan SSD pada *dataset* BISINDO yang digunakan, baik dari aspek akurasi maupun kecepatan inferensi.
3. YOLOv8m ditetapkan sebagai model terbaik untuk implementasi sistem karena memiliki keseimbangan paling optimal antara akurasi dan kecepatan inferensi. Model ini menghasilkan nilai mAP50 sebesar 98,0%, mAP50-95 sebesar 79,7%, serta latensi inferensi sebesar 53,64 ms yang mendukung kebutuhan deteksi gestur secara *real-time*.
4. Implementasi YOLOv8m pada sistem menghasilkan performa yang baik pada pengujian menggunakan data rekaman baru, dengan nilai *accuracy* sebesar 95,4%, *precision* sebesar 97,9%, *recall* sebesar 95,4%, dan *F1-score* sebesar 95,7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam mengenali gestur BISINDO di luar data pelatihan.
5. Pengujian sistem menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32-CAM dan server inferensi dapat berjalan secara stabil dan responsif, dengan latensi rata-rata berada pada rentang 47–52 ms selama pengujian berlangsung. Kondisi

tersebut memungkinkan proses pengiriman citra, inferensi, dan penyampaian hasil deteksi dilakukan secara *real-time*, sehingga mendukung penerjemahan gestur BISINDO secara efektif pada sistem yang dikembangkan.

5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Menambah jumlah dan variasi *dataset* BISINDO, baik dari sisi jumlah peraga, kondisi pencahayaan, latar belakang, maupun sudut pengambilan gambar, sehingga model dapat memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik terhadap berbagai kondisi penggunaan nyata.
2. Mengembangkan sistem untuk mendukung penerjemahan kalimat atau percakapan secara berkelanjutan, tidak hanya mendeteksi gestur secara individu, sehingga hasil translasi dapat lebih sesuai dengan konteks komunikasi sehari-hari.
3. Mengembangkan mekanisme inferensi yang lebih fleksibel, baik secara lokal (*edge AI*) maupun secara daring (*online*), sehingga sistem dapat menyesuaikan kebutuhan penggunaan. Inferensi lokal dapat meningkatkan mobilitas dan mengurangi ketergantungan pada jaringan, sedangkan inferensi daring memungkinkan pemanfaatan model yang lebih kompleks dengan sumber daya komputasi yang lebih besar.
4. Melakukan pengujian dengan lebih banyak pengguna dari berbagai kelompok usia dan karakteristik, termasuk pengguna BISINDO aktif, untuk memperoleh evaluasi yang lebih komprehensif mengenai performa, kenyamanan, dan kegunaan sistem dalam kondisi penggunaan nyata.