

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini berhasil mengembangkan dan melatih model YOLOv11 berbasis bobot *pre-trained* COCO menggunakan dataset gabungan sebanyak 7.625 gambar terdiri dari 405 data primer dan 7.220 data sekunder dengan lima kelas objek (orang, kursi, meja, pintu, dan tangga). Proses *preprocessing* meliputi *resizing* ke  $640 \times 640$  piksel, augmentasi menggunakan pustaka Albumentations, serta pembagian data menjadi 70% *train*, 20% *validation*, dan 10% *test*. Melalui proses penyesuaian *hyperparameter* berbasis *random search*, model menunjukkan performa baik dengan *precision* 0,908, *recall* 0,905, mAP50 sebesar 0,942, dan mAP50-95 sebesar 0,782, menandakan kemampuan deteksi yang stabil pada variasi kondisi lingkungan.
- b. Model YOLOv11 yang telah dikonversi ke TensorFlow *Lite* dan diintegrasikan ke dalam aplikasi Android dengan pipeline inferensi *real-time*. Sistem dilengkapi umpan balik suara berbasis TTS dan getaran haptik yang memberikan informasi lingkungan secara langsung setelah deteksi, serta memberikan estimasi jarak objek yang terdeteksi.
- c. Hasil *black-box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur inti, termasuk aktivasi kamera, deteksi objek, TTS, dan haptik berjalan sesuai rancangan tanpa kegagalan fungsi. Integrasi sistem ini berpotensi meningkatkan kemandirian dan keamanan mobilitas penyandang tunanetra melalui deteksi

objek lingkungan yang *real-time*, akurat, dan adaptif terhadap kondisi penggunaan sehari-hari.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut antara lain:

- a. Disarankan untuk menerapkan metode *Grid Search* sebagai pembanding terhadap *Random Search* dalam tahap *hyperparameter tuning*. Dengan cara ini diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai sensitivitas model terhadap setiap parameter, sekaligus memastikan konfigurasi terbaik yang menghasilkan performa paling optimal.
- b. Pengembangan sistem dapat diarahkan untuk dapat terhubung dengan perangkat IoT seperti sensor jarak atau ultrasonik. Integrasi ini memungkinkan sistem memberikan informasi tambahan yang lebih akurat dan presisi.
- c. Untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model, disarankan agar *dataset* diperluas dengan menambahkan variasi pencahayaan, posisi kamera, latar belakang, serta variasi data lainnya.
- d. Disarankan melakukan optimasi performa inferensi, seperti menerapkan kuantisasi model (FP16/INT8) dan optimasi *pipeline*, untuk meningkatkan *frame rate* (FPS) dan menurunkan latensi.