

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal yakni:

1. Sistem berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan enam kamera *Arducam IMX477* dan *3D LiDAR Velodyne VLP-32C* yang dibangun pada *platform robot mobile Clearpath Husky A200* serta memanfaatkan *ROS 2 Humble Hawksbill, Ubuntu 22.04*, model *YOLOv11*, *Nvidia Jetson AGX Orin 32 GB* dan tampilan *multicam display grid 2×3*.
2. Kinerja sistem seperti kemampuan deteksi, estimasi jarak, dan estimasi koordinat memenuhi harapan yang dibuktikan dengan model *yolo11m-seg.engine* dengan filtrasi 10 objek *indoor* mencapai skor *precision* 0,863, *recall* 0,870, *F1-Score* 0,867, *mAP@0,5* sebesar 0,680, dan *mAP@0,5:0,95* sebesar 0,442, dengan waktu inferensi 28,5 ms atau sekitar 35,1 *FPS*. Modul estimasi jarak pada pengujian terbaik menunjukkan *MAE* 0,14 m dan *RMSE* 0,168 m. Estimasi koordinat memperlihatkan sumbu X paling rapat dan memiliki selisih paling kecil dengan *MAE* rata-rata sekitar 1,05 m, sementara sumbu Y dan Z masih memiliki selisih *error* yang lebih besar, masing-masing sekitar 2,82 m dan 2,77 m.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian ini, antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menstandarisasi lingkungan kerja dengan kontainer *L4T JetPack* agar versi *JetPack*, *CUDA*, *cuDNN*, *TensorRT*, *PyTorch*, dan *ROS 2* tetap konsisten dan mudah direplikasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan untuk menjalankan simulasi di *PC x86_64* juga lalu dijembatani ke *Jetson* melalui *ros_gz bridge*, atau memakai *Isaac Sim* dengan *ROS 2 Bridge*, sehingga uji coba sensor dan robot bisa berjalan lebih stabil sebelum diaplikasikan ke alat.

3. Untuk penelitian selanjutnya, bisa disarankan merombak alur enam kamera ke *pipeline DeepStream* berbasis *NVMM* dengan *nvstreammux* agar pembentukan batch terjadi di *GPU* tanpa salin data ke *CPU*, sehingga latensi bisa turun.
4. Setelah penelitian ini, hasil dari penelitian ini bisa dijadikan *base* untuk memulai penelitian *3D mapping* dan juga *autonomous navigation* dari data segmentasi objek, jarak, dan juga koordinat posisi yang sudah ada.