BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian pada Bab IV, kesimpulan penelitian disusun sesuai dengan tujuan penelitian sebagai berikut. Pernyataan ini dirumuskan berdasarkan data pada Bab IV dan dibatasi pada kondisi pengujian yang telah dilakukan.

1. Sistem perception visual berbasis YOLOv8 berhasil diimplementasikan pada AGV forklift untuk mendeteksi lima kelas, yaitu floor marking, block, front, hole pallet, dan pallet. Keluaran deteksi diteruskan melalui ROS 2 untuk membentuk fitur visual, menghitung error alignment, dan menjadi masukan sistem kendali.

2. Pada pengujian deteksi, halangan dan pallet tetap terdeteksi pada seluruh variasi yang diuji dengan detection rate 100%. Confidence halangan berada pada rentang 0,7072–0,8215, sedangkan confidence pallet pada pengujian jarak berada pada rentang 0,7072–0,8215 dan pada pengujian orientasi berada pada rentang 0,7645–0,8258. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi pengujian memengaruhi confidence meskipun tidak menyebabkan kegagalan deteksi pada rentang uji.

3. Sistem mampu menghasilkan informasi yaw, lateral, dan forward untuk proses alignment. Pengujian yaw menghasilkan MAE 3,535° dengan error maksimum 5,841°; pengujian lateral menghasilkan MAE 1,591 cm dan RMSE 1,923 cm; sedangkan error forward menunjukkan hubungan monoton terhadap offset longitudinal dengan R^2 sekitar 0,991 pada tiga titik pengujian.
4. Pada pengujian docking selama 34 detik, error forward berkurang dari 54,431 cm menjadi 12,240 cm dan besar error yaw berkurang dari 25,383° menjadi 9,667°. Namun, error lateral berubah dari −3,775 cm menjadi +4,870 cm dan status akhir tetap NOT STABLE. Dengan demikian,

integrasi perception dan kontrol telah menghasilkan respons gerak, tetapi alignment stabil belum tercapai pada pengujian tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian, pengembangan berikutnya diarahkan pada peningkatan validitas pengukuran visual, pengulangan eksperimen, dan kestabilan kendali. Usulan tersebut diarahkan pada keterbatasan yang terlihat dari hasil pengujian dan tidak mengubah kesimpulan penelitian yang telah diperoleh.

1. Pengujian docking perlu dilakukan berulang pada beberapa kondisi awal agar success rate, final error, settling time, dan variasi antarpercobaan dapat dihitung secara statistik. Evaluasi model juga dapat dilengkapi dengan precision, recall, F1-score, mAP, dan confusion matrix apabila data hasil training tersedia.
2. Kalibrasi lateral dan forward perlu diperluas pada lebih banyak titik dan jarak kerja untuk mengurangi bias serta menguji konsistensi konversi terhadap posisi fisik. Penggunaan informasi depth atau estimasi pose dapat dipertimbangkan sebagai pembanding terhadap pendekatan berbasis RGB.
3. Parameter kontrol proporsional, deadband, saturasi, filtering, dan batas kecepatan pendekatan perlu dituning berdasarkan log respons aktual. Pengujian berikutnya juga perlu mengevaluasi selisih antara perintah dan respons steering agar seluruh error dapat mencapai toleransi secara bersamaan.