DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACK ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Dan Manfaat 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Metode Penelitian 3
1.6 Proyeksi Pengguna 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Deteksi Objek 7
2.3 Pengolahan Citra Digital 8
2.4 CNN (*Convolutional Neural Network*) 10
2.5 YOLO (*You Only Look Once*) 11
BAB III PERANCANGAN SISTEM **14**
3.1 Desain Sistem 14
3.1.1 Diagram Blok 14
3.1.2 Fungsi Dan Fitur 15
3.2 Desain Perangkat Keras 16
3.2.1 Desain 3D 17
3.2.2 Spesifikasi Komponen 18
3.3 Desain Perangkat Lunak 22
3.3.1 Spesifikasi Sub Sistem 22
3.4 Indikator Keberhasilan Sistem 23

BAB IV HASIL DAN ANALISIS 25
4.1 Kalibrasi Sistem 25
4.1.1 Kalibrasi Kamera IMX219-160 25
4.1.2 Kalibrasi Motor DC 27
4.1.3 Kesimpulan Kalibrasi 28
4.2 Implementasi Dataset dan Training Model YOLO V8 29
4.2.1 Pengumpulan dan Persiapan Dataset 29
4.2.2 Data *Augmentation* dan *Preprocessing* 31
4.2.3 Konfigurasi Training Model YOLO V8 31
4.2.4 Hasil Training Model YOLO V8 32
4.2.4.1 Analisis Metrik Performa Model 32
4.2.4.2 Analisis Training Evolution dan Konvergensi 33
4.2.4.3 Analisis Confusion Matrix 35
4.2.4.4 Analisis Treshold Optimization dan Performace per Kelas 36
4.3 Parameter Konfigurasi Sistem Deteksi 37
4.4 Analisis Sistem Deteksi Rambu Lalu lintas 38
4.4.1 Analisis Deteksi Dalam Kondisi Statis 40
4.4.1.1 Pengujian Deteksi Dalam Keadaan Pencahayaan Terang 41
4.4.1.2 Pengujian Deteksi Dalam Keadaan Pencahayaan Gelap 44
4.4.2 Analisis Deteksi Dalam Keadaan Robot Bergerak 46
4.4.2.1 Pengujian Deteksi Robot Bergerak Dalam Keadaan Terang 47
4.4.2.2 Pengujian Deteksi Robot Bergerak Dalam Keadaan Gelap 49
4.4.3 Analisis Respons Robot terhadap Rambu 51
4.4.3.1 Pengujian Respon Robot Terhadap Rambu Kondisi Terang 52
4.4.3.2 Pengujian Respon Robot Terhadap Rambu Kondisi Gelap 54
4.4.4 Analisis Sistem Terintegrasi pada Track dengan Beberapa Rambu 55
4.4.4.1 Pengujian Sistem Terintegrasi Kondisi Pencahayaan Terang 57
4.4.4.2 Pengujian Sistem Terintegrasi Kondisi Pencahayaan Gelap 59
4.4.5 Analisis Kinerja Waktu *Real-time* Sistem 61
4.4.5.1 Pengukuran Waktu Respon 61
4.4.5.2 Analisis Bottleneck Sistem 63
4.5 Analisis Biaya 63
4.5.1 Bill of Materials (BOM) 63

4.5.2 Estimasi Biaya Tenaga Kerja (Labor Cost) 64
4.5.3 Estimasi Biaya Overhead 64
4.6 Rekapitulasi Total Biaya 64
4.7 Analisis Capaian Berdasarkan Indikator Keberhasilan 65
4.7.1 Indikator yang Sudah Tercapai 66
4.7.2 Indikator yang Belum Tercapai 66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 67
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN 72