

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR SINGKATAN | xi |
| INTISARI | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| BAB I Pendahuluan | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 9 |
| 2.2.1 Peraturan Lalu Lintas | 9 |
| 2.2.1.1 Peraturan Batas Kecepatan | 9 |
| 2.2.1.2 Peraturan Arah Arus Lalu Lintas | 10 |
| 2.2.2 <i>Machine Learning</i> | 11 |
| 2.2.3 <i>Deep Learning</i> | 12 |
| 2.2.4 <i>Neural Network</i> | 12 |
| 2.2.5 Convolutional Neural Network | 13 |
| 2.2.5.1 Arsitektur CNN | 13 |
| 2.2.5.2 Activation Function | 14 |
| 2.2.5.3 Loss Function | 15 |
| 2.2.5.4 Jenis Konvolusi Pada CNN | 16 |
| 2.2.6 Computer Vision | 17 |
| 2.2.7 You Only Look Once (YOLO) | 17 |
| 2.2.8 ByteTrack | 20 |
| 2.2.9 Database | 21 |
| 2.2.10 <i>Mean Absolute Error</i> | 22 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.2.11 | <i>Object Detection Evaluation Metrics</i> | 22 |
| BAB III Metode Penelitian | | 25 |
| 3.1 | Alat dan Bahan Tugas akhir | 25 |
| 3.1.1 | Alat Tugas akhir | 25 |
| 3.1.2 | Bahan Tugas akhir | 26 |
| 3.2 | Metode yang Digunakan..... | 26 |
| 3.3 | Alur Tugas Akhir | 27 |
| 3.3.1 | Studi Literatur | 29 |
| 3.3.2 | Rancangan Pendeteksi Pelanggaran | 29 |
| 3.3.2.1 | Rancangan Program | 29 |
| 3.3.3 | Pembuatan Sistem Deteksi Pelanggaran | 31 |
| 3.3.3.1 | Deteksi Objek dan Pelacakan Objek | 31 |
| 3.3.3.2 | Algoritma Pendeteksi Pelanggaran Kecepatan | 31 |
| 3.3.3.3 | Algoritma Pendeteksi Pelanggaran Melawan Arus La- lu Lintas | 33 |
| 3.3.3.4 | Pengelola Berkas Video | 35 |
| 3.3.3.5 | Perancangan dan Pembuatan <i>Database</i> | 36 |
| 3.3.4 | Pemilihan Wilayah Deteksi dan Pengambilan Parameter | 36 |
| 3.3.4.1 | Pemilihan Wilayah Deteksi | 36 |
| 3.3.4.2 | Pengukuran Jarak di Wilayah Deteksi | 38 |
| 3.3.5 | Pengujian Model Deteksi Objek..... | 38 |
| 3.3.5.1 | Pembuatan Dataset Uji Deteksi Objek..... | 38 |
| 3.3.5.2 | Evaluasi Performa Model Deteksi Objek..... | 39 |
| 3.3.6 | Pengujian Program | 39 |
| 3.3.6.1 | Pembuatan Dataset Pengujian..... | 39 |
| 3.3.6.2 | Pengujian Estimasi Kecepatan dan Deteksi Pelanggar- an Kecepatan | 40 |
| 3.3.6.3 | Pengujian Estimasi Arah Objek dan Pelanggaran Arah Lalu Lintas | 40 |
| 3.3.6.4 | Pengujian Deteksi Objek Pada Kondisi Tertentu | 41 |
| 3.3.7 | Pembuatan Laporan Hasil Pengujian..... | 41 |
| BAB IV Hasil dan Pembahasan | | 42 |
| 4.1 | Implementasi Rancangan Program..... | 42 |
| 4.1.1 | Konfigurasi <i>Database</i> | 42 |
| 4.1.2 | Evaluasi Model Deteksi Objek | 43 |
| 4.1.3 | Implementasi Deteksi dan Pelacakan Objek..... | 44 |
| 4.1.4 | Pendeteksi Pelanggaran Kecepatan | 46 |
| 4.1.5 | Pendeteksi Pelanggaran Melawan Arah..... | 50 |
| 4.1.6 | Pengelolaan Berkas Video | 52 |

| | | |
|-------|---|------|
| 4.1.7 | Integrasi Algoritme dalam Satu Sistem | 53 |
| 4.2 | Pengujian Akurasi Estimasi Program | 53 |
| 4.2.1 | Pengujian Akurasi Estimasi Kecepatan | 53 |
| 4.2.2 | Pengujian Estimasi Arah..... | 54 |
| 4.2.3 | Pengujian Deteksi dan Pelacakan Objek Pada Kondisi Tertentu.... | 56 |
| 4.3 | Pengujian Pemindahan Berkas dan Input Data ke <i>Database</i> | 57 |
| BAB V | Kesimpulan dan Saran..... | 58 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 58 |
| 5.2 | Saran..... | 58 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 59 |
| | LAMPIRAN | L-1 |
| | LAMPIRAN | L-1 |
| L.1 | Kode Sumber | L-1 |
| L.1.1 | main.py | L-1 |
| L.1.2 | speed.py | L-3 |
| L.1.3 | arus.py | L-5 |
| L.1.4 | filetool.py | L-7 |
| L.1.5 | database.py | L-7 |
| L.2 | Hasil Pengujian | L-8 |
| L.2.1 | Tabel Pengujian Estimasi Kecepatan..... | L-8 |
| L.3 | <i>Notebook</i> Google Colab Untuk Pengujian..... | L-10 |