

SKRIPSI

**SISTEM DETEKSI PELANGGARAN
PENGENDARA DENGAN COMPUTER VISION
SESI POSISI KENDARAAN DAN BATAS
KEBISINGAN KENDARAAN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Gede Made Putra Suardana

NIM. 1815344038

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

SISTEM DETEKSI PELANGGARAN PENGENDARA DENGAN COMPUTER VISION SESI POSISI KENDARAAN DAN BATAS KEBISINGAN KENDARAAN

Oleh :

I Gede Made Putra Suardana

NIM. 1815344038

Skripsi ini telah Melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 6 September 2022

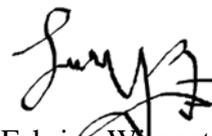
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:

Dosen Pembimbing 2:



Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T., M.Si.
NIP.197005021999031002



Lalu Febrian Wiranata, S.Si., MT.
NIP.198902222019031013

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

SISTEM DETEKSI PELANGGARAN PENGENDARA DENGAN COMPUTER VISION SESI POSISI KENDARAAN DAN BATAS KEBISINGAN KENDARAAN

Oleh :

I Gede Made Putra Suardana

NIM. 1815344038

Skripsi ini sudah Melalui Ujian Skripsi pada tanggal 9 September 2022,
dan sudah dilakukan perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 16 September 2022

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :



1. I Made Sumerta Yasa, S.T., MT.
NIP. 196112271988111001



2. Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., MT.
NIP. 196809121995121001

Dosen Pembimbing :



1. Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T., M.Si.
NIP. 197005021999031002



2. Lalu Febrian Wranata, S.Si., MT.
NIP. 198902222019031013

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

“SISTEM DETEKSI PELANGGARAN PENGENDARA DENGAN COMPUTER VISION SESI POSISI KENDARAAN DAN BATAS KEBISINGAN KENDARAAN”

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 16 September 2022

Yang menyatakan



I Gede Made Putra Suardana

NIM.1815344038

ABSTRAK

Sistem tilang di Indonesia mulai mengalami perkembangan menuju pemanfaatan teknologi elektronik. *Computer vision* merupakan salah satu metode pengembangan teknologi *Artificial Intelligence* yang dapat dimanfaatkan pada sistem tilang. Metode ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai macam deteksi tindakan pelanggaran pengendara, salah satunya fokus kepada pelanggaran posisi kendaraan. Maraknya kasus pelanggaran marka jalan pada kondisi *traffic light* serta membuat sistem yang lebih sederhana dari sistem ETLE (Electronics Traffic Law Enforcement) menjadi dasar dirancangnya sistem deteksi ini. Sistem deteksi yang dirancang bekerja menggunakan metode *deep learning* algoritma TensorFlow Lite yang dijalankan pada Raspberry Pi. Algoritma ini menjadi dasar sistem dalam mendeteksi objek pengendara yang ditentukan melanggar. Dalam pemanfaatannya, sistem ini dirancang dengan input data visual dan analog. Data visual bersumber dari sebuah kamera yang memantau kondisi pemberhentian *traffic light* sedangkan untuk data analog digunakan sensor *microphone* dalam membaca tingkat kebisingan yang ada di daerah pemberhentian *traffic light*. Pada penelitian ini, sistem tilang yang dirancang mendapat nilai akurasi pendeteksian pengendara melanggar sebesar 80% namun nilai akurasi pembacaan karakter nopol pelanggar dapat dikatakan kurang baik pada nilai 69,53%. Untuk pendeteksian kebisingan pada kondisi pemberhentian *traffic light* yang menggunakan sensor *microphone* MAX4466 mendapat nilai akurasi kinerja sebesar 89,67% dibandingkan dengan alat ukur terverifikasi. Seluruh nilai ini didapatkan berdasarkan hasil ujicoba langsung, dari hasil ini sistem tilang yang dirancang sudah memberikan hasil sesuai dan dapat diimplementasikan dengan baik.

Kata Kunci: *Traffic Light, Computer vision, Artificial Intelligence, TensorFlow Lite, Sensor Microphone.*

ABSTRACT

The ticketing system in Indonesia has begun to develop towards the use of electronic technology. Computer vision is one method of developing Artificial Intelligence technology that can be utilized in ticketing system. This method can be used in various kinds of violations, one of which focuses on violations on vehicles stop position. The rise of road marking violations in traffic light conditions and making a simpler system than the ETLE (Electronics Traffic Law Enforcement) became the basis for designing this system. The detection system designed with deep learning method of the TensorFlow Lite algorithm which is run on the Raspberry Pi. This algorithm is the basis of detecting riders who suspected as violators. In its utilization, this system designed with visual and analog data input. The visual data comes from a camera that recording conditions while the light is red at traffic light for analog data uses a microphone sensor to read the level of noisy at traffic light area. In this study, the system that was designed got a detection violators accuracy value of 80% but the accuracy value of reading the violator's license plate number could be said to be not good enough at 69.53%. Detecting noisy level in traffic conditions which uses MAX4466 microphone sensor, got an accuracy value of 89.67% compared to verified measuring instrument. All these values are obtained based on the results of direct trials, from these results the designed system has given appropriate results and can be implemented properly.

Keywords: *Traffic Light, Computer Vision, Artificial Intelligence, TensorFlow Lite, Microphone sensor.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat-Nya yang telah memberikan kesehatan dan hikmat kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi dengan judul: “SISTEM DETEKSI PELANGGARAN PENGENDARA DENGAN COMPUTER VISION SESI POSISI KENDARAAN DAN BATAS KEBISINGAN KENDARAAN” yang menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Otomasi jenjang Diploma-4 Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tidak dapat tersusun tanpa mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **I Nyoman Abdi, SE, M.eCom** selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak **Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak **Ida Bagus Irawan Purnama, S.T., M.Sc., Ph.D** selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
4. **Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T., M.Si.** selaku Dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, bimbingan, motivasi serta dukungan material maupun non material kepada saya hingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. **Lalu Febrian Wiranata, S.Si., MT.** selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan serta petunjuk untuk meminimalkan kesalahan dalam penyusunan Skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali atas segala ilmu, masukan dan bantuan yang telah diberikan kepada saya.
7. Kepada keluarga yang sangat saya cintai dan hormati yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga sampai pada detik ini saya tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi.
8. Kepada sahabat-sahabat kelas TOB yang saling bahu-membahu dalam setiap situasi dan kondisi dengan semangat gotong-royong yang luar biasa.
9. Kepada teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu dan selalu memberikan dukungan dan motivasi. Terima kasih atas kasih sayang dan dukungan yang diberikan hingga saat ini.

Akhir kata, saya menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bukit Jimbaran, 6 September 2022

I Gede Made Putra Suardana

DAFTAR ISI

	Halaman
lembar Persetujuan Ujian Skripsi	ii
Lembar Pengesahan Proposal Skripsi.....	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Skripsi	iv
Abstrak.....	v
Abstract.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Computer Vision.....	8
2.2.2. OpenCV	8
2.2.3. Deep Learning.....	8
2.2.4. Convolutional Neural Networks	8
2.2.5. TensorFlow Lite.....	9
2.2.6. Raspberry Pi.....	9
2.2.7. Kamera.....	10
2.2.8. Arduino UNO	11
2.2.9. Sensor Microphone MAX4466.....	11
2.2.10. Python	12
2.2.11. Optical Character Recognition.....	12

2.2.12. VNC Viewer	13
2.2.13. Confusion Matrix	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Rancangan Sistem (Software / Hardware)	14
3.2. Implementasi Sistem	16
3.3. Pengolahan Data dan Analisis	19
3.3.1. Tahapan Pendeteksian Pelanggaran	20
3.3.2. Tahapan Pembacaan karakter Nopol	26
3.3.3. Tahapan Pembacaan Besaran Suara	29
3.3.4. Tahapan Pengiriman Notifikasi Surat Tilang	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Hasil Penelitian	36
4.1.1. Hasil Deteksi Pelanggaran Posisi Kendaraan	36
4.1.2. Hasil Deteksi Karakter Plat Nomor Kendaraan Pelanggar	46
4.1.3. Hasil Deteksi Kebisingan Menggunakan Sensor Microphone	50
4.1.4. Hasil Pengiriman Notifikasi Surat Tilang Melalui e-mail	52
4.2. Pembahasan	53
4.2.1. Pembahasan Hasil Deteksi Pelanggaran Posisi Kendaraan	53
4.2.2. Pembahasan Hasil Deteksi Karakter Plat Nomor Kendaraan Pelanggar	55
4.2.3. Pembahasan Hasil Deteksi Kebisingan Menggunakan Sensor Microphone	59
4.2.4. Pembahasan Hasil Pengiriman Notifikasi Surat Tilang Melalui e-mail	60
BAB V PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.4.(a) Arsitektur Convolutional Neural Network	9
Gambar 2.2.5.(a) Arsitektur TensorFlow Lite	9
Gambar 2.2.6.(a) PinOut Raspberry Pi 4 model B	10
Gambar 2.2.7.(a) Kamera CCTV	10
Gambar 2.2.8.(a) Pinout Arduino UNO	11
Gambar 3.1.(a) Implementasi Sistem Deteksi	14
Gambar 3.1.(b) Blok Diagram	15
Gambar 3.1.(c) Wiring Diagram Sistem	16
Gambar 3.2.(a) Diagram Alir Pembuatan Sistem	17
Gambar 3.2.(b) Simulasi Data dianggap Pelanggar	18
Gambar 3.3.(a) Contoh Dataset Kendaraan Roda 2 Gambar (b) Contoh Dataset Plat Nomor Kendaraan	20
Gambar 3.3.1.(a) Pengumpulan Gambar	20
Gambar 3.3.1.(b) Pembuatan Label dan Anotasi Gambar	21
Gambar 3.3.1.(c) Pembagian Dataset	21
Gambar 3.3.1.(d) Tampilan Google Colaboratory	22
Gambar 3.3.1.(e) Pilihan Menu Runtime Google Colab	23
Gambar 3.3.1.(f) Proses Instalasi Library	23
Gambar 3.3.1.(g) Proses Import Library dan Packages	24
Gambar 3.3.1.(h) Pemanggilan Model Arsitektur Pendeteksian	24
Gambar 3.3.1.(i) Pemetaan Label dan Pemuatan Folder Test, Validate, dan Train	24
Gambar 3.3.1.(j) Training Model dan Konversi TFLite Model	25
Gambar 3.3.2.(a) Diagram Alir Pembacaan Karakter Nopol	26
Gambar 3.3.2.(b) Tampilan Localhost phpmyadmin	27
Gambar 3.3.2.(c) Struktur Database	27
Gambar 3.3.2.(d) Tabel Database	27
Gambar 3.3.3.(a) Diagram Alir Tahap Deteksi Besaran Suara	30
Gambar 3.3.4.(a) Diagram Alir Pengiriman Notifikasi Surat Tilang	32
Gambar 3.3.4.(b) Struktur Tabel Nopol pada Database	32
Gambar 3.3.4.(c) Struktur Tabel Pemilik pada Database	32
Gambar 3.3.4.(d) Hubungan Antar Tabel pada Database	33
Gambar 4.1.(a) Hasil Hardware Sistem Deteksi	36

Gambar 4.1.1.(a) Hasil Label dan Anotasi Gambar.....	38
Gambar 4.1.1.(b) Hasil Upload Folder pada Google Drive.....	39
Gambar 4.1.1.(c) Hasil Mount Google Drive	39
Gambar 4.1.1.(d) Hasil Training Model	39
Gambar 4.1.1.(e) Hasil Gambar Deteksi dari Kamera.....	40
Gambar4.1.1.(f) Hasil Crop Objek Pengendara (g) Hasil Crop Objek Nopol.....	40
Gambar 4.1.2.(a) Hasil Pemanggilan File Gambar.....	46
Gambar 4.1.2.(b) Hasil Proses Invert Gambar.....	47
Gambar 4.1.2.(c) Hasil Proses Resize Gambar.....	47
Gambar 4.1.2.(d) Hasil Proses Gaussian Blur	47
Gambar 4.1.2.(e) Hasil Proses Median Blur	48
Gambar 4.1.2.(f) Hasil Proses Penentuan Box Berdasarkan Contour Karakter	48
Gambar 4.1.2.(g) Hasil Pembacaan Karakter dengan Tesseract.....	48
Gambar4.1.4.(a) Hasil Notifikasi E-mail.....	53
Gambar 4.2.1.(a) Titik Koordinat Garis Pelanggaran.....	54
Gambar 4.2.2.(a) Hasil Proses Invert dan Resize Gambar	56
Gambar4.2.2.(b) Hasil Gaussian Blur (c) Hasil Median Blur	56
Gambar 4.2.2.(d) Hasil Proses Threshold Gambar	57
Gambar4.2.2.(e) Hasil Karakter Nopol.....	57
Gambar 4.2.2.(0.f) Grafik Hasil Pengujian Deteksi Karakter Nopol.....	58
Gambar4.2.2.(g) Hasil Pencatatan pada Database	58
Gambar4.2.3.(0.a) Grafik Akurasi Sistem Deteksi Kebisingan.....	59
Gambar 4.2.4.(a) Hasil Attachment File.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.13.(a) Confussion Matrix	13
Tabel 3.3.1.(a) Arsitektur Model TensorFlow Lite	22
Tabel 4.1.1.(a) Hasil Gambar Dataset.....	37
Tabel 4.1.1.(b) Pengujian Deteksi Kelas Pengendara Pelanggar.....	41
Tabel 4.1.1.(c) Pengelompokan Jenis Data Deteksi Objek Pengendara	43
Tabel 4.1.1.(d) Pengujian Deteksi Kelas Nopol Pelanggar	44
Tabel 4.1.2.(a) Hasil Deteksi Karakter Nopol Pelanggar	49
Tabel 4.1.3.(a) Hasil Deteksi Kebisingan Sensor MAX4466	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1:Data Hasil Pengujian Objek Pengendara	66
Lampiran 2:Data Hasil Pengujian Objek Nopol	68
Lampiran 3:Data Hasil Pengujian Deteksi Karakter Nopol.....	70
Lampiran 4:Data Hasil Pengujian Sensor Microphone	72
Lampiran 5:Script Pendeteksian Objek	76
Lampiran 6:Script Pendeteksian Karakter Nopol	83
Lampiran 7:Script Pengiriman e-mail surat tilang.....	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem e-tilang saat ini sudah mulai dikembangkan namun umumnya di daerah selain kota besar di Indonesia masih menggunakan proses tilang secara manual yakni dengan sebuah kertas tertulis [1]. Dari kasus ini, sebaiknya aparat penegak hukum atau yang berwenang melakukan sebuah perubahan yang lebih efektif serta efisien dalam melakukan tindak pidana tilang kepada pelanggar sehingga pengendara mendapatkan efek jera apabila melakukan pelanggaran lalu lintas. Sementara itu, pelanggaran lalu lintas kerap terjadi meskipun aturan yang tertulis dan ancaman sanksi yang diberikan dari pelanggaran tersebut sudah diatur pada Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan (UULLAJ) [2]. Salah satu contohnya adalah pada pelanggaran kendaraan yang melewati garis pemberhentian marka jalan saat kondisi pemberhentian *traffic lights*. Pelanggaran lalu lintas ini tentunya membuat rasa aman dan nyaman pengendara lainnya semakin berkurang ketika sedang mengemudi. Penelitian ini menjadi pembelajaran yang lebih sederhana dan minim biaya dari sistem e-tilang yang sudah ada dan ingin turut serta dalam meningkatkan kualitas sistem tilang terutama pada kota kecil serta meningkatkan kesadaran masyarakat Indonesia dalam ketertiban berlalu lintas, maka dari itu adapun gagasan yang bisa diberikan adalah sistem deteksi pelanggaran dengan *computer vision* sesi posisi kendaraan dan batas kebisingan kendaraan.

Computer vision merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan untuk mengoperasikan *computer* dalam mempermudah pekerjaan manusia atau disebut juga *Artificial Intelligence* [3]. Algoritma yang digunakan pada *computer vision* ini ada beragam macamnya, namun yang ditekankan pada penelitian kali ini adalah algoritma TensorFlow Lite dengan metode deteksi objek *Convolutional Neural Network* dan *Optical Character Recognition*. TensorFlow Lite ini dijalankan melalui Python dimana TensorFlow ini dapat melatih dan menjalankan jaringan syaraf tiruan untuk mengklasifikasikan objek [4]. TensorFlow Lite ini merupakan versi yang lebih ringan dari algoritma TensorFlow, dimana versi ini memungkinkan *machine learning* pada perangkat komputer yang lebih ringkas dan kecil seperti Raspberry Pi [5]. TensorFlow menyediakan fitur kepada penggunaanya untuk menggunakan bantuan *Graphics*

Processing Unit (GPU) ataupun *Tensor Processing Unit* (TPU) dalam upaya memaksimalkan kinerja perangkat saat mengambil gambar [6].

Machine learning computer vision menggunakan algoritma TensorFlow ini, Adapun nanti metode yang digunakan ialah metode CNN dan OCR, dimana CNN ini khusus untuk memproses suatu data dengan struktur *grid* dan metode ini memiliki jenis beberapa jenis *layer*, diantaranya *convolutional layer*, *subsampling layer*, *loss layer*, dan *fully connected layer* [7]. Dari semua arsitektur *layer* yang ada, inti dari *layer* pada metode ini adalah *convolutional layer* dimana pada *layer* ini terjadi proses konvolusi filter berupa matriks untuk mengekstrak fitur yang menonjol pada gambar atau dengan kata lain objek yang akan dideteksi [8]. Adapun nantinya sistem yang ditawarkan oleh penulis menggunakan sebuah *mini pc* dengan jenis Raspberry Pi 4 yang dihubungkan dengan kamera untuk mendeteksi pelanggaran, batas marka jalan pada *traffic lights* agar pengendara yang menerobos lampu merah menurun. Selain itu, alat ini akan dilengkapi dengan sebuah sensor *microphone* untuk mengetahui apabila ada kebisingan pada *traffic lights*, dimana nantinya kebisingan ini akan diduga disebabkan oleh suara knalpot kendaraan. Metode yang dimanfaatkan adalah *library OpenCV* pada python, lalu mencatat plat nomor kendaraan dengan metode *Tesseract-OCR* yang dikembangkan oleh google sehingga petugas lalu lintas dipermudah mentertibkan kendaraan yang melakukan pelanggaran. Untuk pelanggaran kebisingan kendaraan, hanya bisa dilakukan pendugaan pada saat kondisi pengendara berhenti di lampu merah *traffic lights*, namun untuk mengetahui lebih pasti apakah kendaraan yang diduga tersebut melanggar tingkat kebisingan, sebaiknya diukur lebih lanjut oleh aparat dengan alat dB Meter.

Alat yang dirancang ini, diharapkan dapat menjadi pembelajaran tentang sistem e-tilang secara elektronik terkini yang bisa dikembangkan dengan lebih sederhana dan minim biaya serta menyadarkan pengendara agar lebih tertib dalam mentaati aturan lalu lintas yang ada. Hal ini sangat penting untuk kenyamanan sesama pengguna jalan, agar semua pengguna lalu lintas merasa aman dan tenang saat dalam perjalanan. Alat ini juga diharapkan untuk memudahkan petugas lalu lintas terutama di kota kecil yang belum mendapatkan sistem e-tilang kompleks dari pemerintah dalam memberikan tilang kepada para pelanggar dengan bukti-bukti yang ada, sehingga pengendara tidak melakukan perlawanan yang berlebihan kepada petugas. Adapun nantinya hasil yang diberikan oleh alat ini akan mengirimkan pesan tilang secara otomatis melalui *e-mail* dengan gambar bukti yang telah diambil oleh kamera, namun untuk mendeteksi objek pengendara secara pasti sistem harus mengambil gambar berulang kali agar mendapatkan hasil yang akurat.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, sistem yang dibuat ini melakukan pendeteksian pelanggaran pemberhentian pengendara saat kondisi pemberhentian *traffic lights*, plat nomor kendaraan serta tingkat kebisingan dalam kondisi persimpangan *traffic lights*. Pada pendeteksian objek dan penentuan kebisingan ini, diperlukan sistem yang dapat menentukan objek yang diperoleh, sehingga terdapat beberapa perumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah cara mendeteksi pelanggaran yang dilakukan oleh pengendara terkait dengan posisi kendaraan tersebut?
- b. Bagaimana cara mendeteksi kendaraan dan mendapatkan plat nomor kendaraan yang melanggar?
- c. Bagaimana cara menentukan tingkat kebisingan yang melampaui ambang batas yang ditentukan?
- d. Bagaimana cara mengirim notifikasi surat tilang secara otomatis kepada pelanggar?

1.3. Batasan Masalah

Pada pembuatan sistem deteksi pelanggaran ini, sistem akan menghadapi permasalahan pada bagian pengenalan objek dan penentuan tingkat kebisingan, sehingga ruang lingkup penelitian hanya akan dibatasi pada:

- a. Kamera hanya diletakan pada sudut pandang yang tidak berubah dan dikondisikan pada satu tempat simulasi pada waktu sebelum matahari terbenam dan tidak terjadi hujan.
- b. Parameter yang diuji hanya sepeda motor sebagai kendaraan roda 2 dan menggunakan plat nomor resmi dari pihak Kepolisian Lalu Lintas Indonesia yang terlihat jelas.
- c. Kebisingan dideteksi secara komulatif dari semua sumber kebisingan disekitar sensor.
- d. Proses sistem bekerja dengan beberapa tahapan pada setiap proses yang dijalankan dengan kondisi pelanggar tunggal.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang serta perumusan masalah diatas, maka dapat dijabarkan tujuan dari pembuatan sistem ini yaitu:

- a. Dapat melaksanakan pembelajaran terkait perkembangan sistem tilang elektronik sederhana dan minim biaya yang mungkin di implementasikan pada lalu lintas Indonesia.
- b. Dapat membuat sistem yang mendeteksi pelanggaran terkait posisi pemberhentian pengendara pada persimpangan *traffic lights*.
- c. Dapat mendeteksi adanya kendaraan yang melanggar dan mendapatkan nomor plat kendaraan yang melanggar.
- d. Dapat menentukan adanya kebisingan berlebih pada suatu kondisi persimpangan *traffic lights*.
- e. Dapat mengirimkan pesan tilang secara otomatis kepada pelanggar melalui sistem pendeteksi yang memanfaatkan fitur *e-mail*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun sekiranya beberapa manfaat yang diperoleh dari diadakannya penelitian ini adalah:

- a. Mengembangkan sistem tilang secara elektronik yang sederhana dan minim biaya.
- b. Meningkatkan kesadaran masyarakat untuk menjaga ketertiban lalu lintas.
- c. Membantu petugas lalu lintas mengawasi kondisi *traffic lights* serta melakukan tilang pada pengendara yang melanggar.
- d. Memberi ruang aman kepada pejalan kaki untuk menyeberang pada *zebra cross* yang terdapat didepan *traffic lights*.
- e. Mengimplementasikan kemajuan teknologi terkini *computer vision* secara langsung kepada masyarakat.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan skripsi ini, terdapat 5 bab yang disusun dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan sistem pendeteksian objek, *convolutional neural network*, dan *deep learning* serta memuat beberapa landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang bagaimana sistem ini dirancang baik secara *hardware* maupun secara *software*. Selain itu bab ini juga memuat tentang implementasi sistem serta proses pengolahan data dan analisis dari data yang digunakan pada sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai kinerja sistem yang berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat serta berisi pembahasan dari hasil tersebut. Untuk pembahasan akan dianalisa secara jelas tentang hasil pengujian yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir ini memuat tentang kesimpulan dari penelitian beserta pengujian yang telah dilaksanakan. Adapun saran-saran untuk penelitian kedepannya juga dibahas oleh penulis pada bab terakhir ini.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian sistem deteksi pelanggaran pengendara dengan *computer vision* sesi posisi kendaraan dan tingkat kebisingan kendaraan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem deteksi pelanggaran pengendara, bekerja dengan optimal pada 1 sudut pandang kamera tanpa perubahan. Sudut pandang ini berpengaruh terhadap letak koordinat garis yang diatur sebagai acuan dalam penentuan pengendara melanggar atau tidak. Dalam pengujian pendeteksian, objek yang dideteksi ialah objek pengendara sebagai objek utama pelanggar. Kendala yang ditemukan dalam pengujian pelanggaran ini ialah objek pengendara tidak selalu terdeteksi. Hal ini dikarenakan hasil model yang digunakan dalam pendeteksian objek ini hanya menghasilkan kinerja akurasi sebesar 76%. Nilai akurasi ini membuktikan bahwa model yang digunakan sistem ini belum dapat mendeteksi objek pengendara dengan sempurna. Dari terdeteksinya objek pengendara yang melanggar, sistem melanjutkan deteksi nopol dari pelanggar tersebut. Pada saat penentuan objek nopol, sistem bekerja dengan nilai akurasi sebesar 88%. Nilai ini jauh lebih baik ketimbang pendeteksian objek pengendara. Ini menandakan bahwa semakin jelas atau semakin berkurangnya *background* yang menghalangi gambar yang dikategorikan sebagai objek pada saat proses pembuatan *dataset*, maka kinerja hasil model sistem pendeteksian akan semakin meningkat.
- 2) Pembacaan karakter nopol menggunakan metode tesseract-ocr masih kurang maksimal apabila diaplikasikan pada plat nomor kendaraan di Indonesia. Hal ini dikarenakan karakter yang timbul dari nopol kendaraan Indonesia tidak menggunakan cetakan yang menghasilkan karakter *font* internasional yang jelas. Ketidaksesuaian ini menyebabkan tesseract-ocr kebingungan dalam menentukan karakter apa yang terkandung dari gambar tersebut. Tingkat akurasi sistem membuktikan bahwa kinerja tesseract dalam menentukan karakter nopol kendaraan di Indonesia hanya menyentuh angka 69,53%. Apabila diterapkan lebih lanjut, sistem ini bisa saja menghasilkan kesalahan tindak tilang kepada pengendara yang bukan melanggar hanya karena kemiripan karakter nopol dengan nopol pelanggar.

- 3) Deteksi tingkat kebisingan menggunakan sensor microphone MAX4466 dapat mendeteksi kebisingan dengan tingkat akurasi 89,67% jika dibandingkan dengan alat terverifikasi. Jika diaplikasikan pada keadaan perubahan kebisingan yang intens dalam pendeteksian secara komulatif, sensor ini terkadang mendapat nilai yang melenceng dikarenakan adanya jeda waktu yang diperlukan sensor dalam melakukan pendeteksian. Dari tingkat akurasi yang diambil berdasarkan 50 percobaan yang dilakukan, terlihat bahwa sensor ini tidak berbeda jauh dengan kinerja alat yang sudah terverifikasi. Sensor microphone MAX4466 ini layak dikatakan bagus untuk digunakan sebagai pendeteksi kebisingan.
- 4) Sistem notifikasi surat tilang dengan fitur *e-mail* bekerja dengan baik. sistem ini dihubungkan dengan *database* yang telah dibuat untuk mengambil data pemilik kendaraan. dalam kinerjanya, sistem ini bergantung pada *server protocol* gmail yang digunakan. Dalam melakukan fungsi pengiriman *e-mail*, sistem ini memang sangat tepat diaplikasikan karena bekerja dengan cepat dan mudah diatur.

5.2. Saran

Dari hasil pengujian yang telah didapat dalam penelitian sistem deteksi pelanggaran pengendara ini, peneliti memberikan beberapa saran kepada peneliti berikutnya dalam konteks penelitian yang terkait sebagai berikut:

- 1) Memperjelas dan memperbanyak variasi gaya dari gambar objek yang diambil sebagai *dataset* dan melatih model pendeteksian dengan tingkatan *epoch* yang lebih sesuai.
- 2) Menggunakan metode pembacaan karakter nopol yang mencakup jenis font selayaknya digunakan pada nopol resmi kepolisian untuk kendaraan di Indonesia.
- 3) Melakukan deteksi kebisingan bukan secara komulatif melainkan secara spesifik menuju sumber kebisingan yang ada.
- 4) Mengirimkan notifikasi surat tilang menggunakan fitur selain *e-mail* melainkan melalui fitur yang aktif digunakan oleh masyarakat seperti whatsapp atau yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aulia, P. Maria, and R. Ramiati, “Aplikasi Pendeteksi Plat Nomor Kendaraan Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Website Untuk Pelanggaran Lalu Lintas,” *Elektron : Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 2, pp. 84–89, 2019.
- [2] Setiyanto, Gunarto, and S. E. Wahyuningsih, “Efektivitas Penerapan Sanksi Denda E-Tilang Bagi Pelanggar Lalu Lintas Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan (Studi Di Polres Rembang),” *Hukum Khaira Ummah*, vol. 12, no. 4, pp. 754–766, 2017.
- [3] P. D. Arnesia, N. A. Pratama, and F. Sjarina, “Aplikasi Artificial Intelligence untuk Mendeteksi Objek Berbasis WEB Menggunakan Library TensorFlow JS , REACT JS dan COCO Dataset,” *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 62–69, 2022.
- [4] X. Feng, “Image Recognition and Early Warning System of Urban Waterlogging Based on Tensorflow,” *J Phys Conf Ser*, vol. 1992, no. 2, 2021.
- [5] S. Ariyani, A. B. Nugroho, A. Syarif, and T. Mubarak, “Alat Bantu Pendeteksi Objek Untuk Tuna Netra Berbasis AI Mobilenet Pada Raspberry Pi 3B,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 4, no. 1, pp. 73–90, 2022.
- [6] D. AKGÜN, “A TensorFlow implementation of Local Binary Patterns Transform,” *MANAS Journal of Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 15–21, 2021.
- [7] F. Gunawan Putri, J. Andjarwirawan, and A. Nathania Purbowo, “Penerapan Metode Convolutional Neural Network Untuk Clothing Image Recognition,” *Jurnal Infra*, vol. 10, no. 1, 2022.
- [8] I. Hartono, A. Noertjahyana, and L. W. Santoso, “Deteksi Masker Wajah dengan Metode Convolutional Neural Network,” *Jurnal Infra*, vol. 10, no. 1, 2022.
- [9] I. D. G. A. Pemayun, W. Setiawan, and N. Indra, “Analisis Sistem Pendeteksi Posisi Plat Kendaraan Dari Citra Kendaraan,” *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM*, vol. 2, no. 2, pp. 61–67, 2015.
- [10] I. W. W. A. Prastya, “Sistem Keamanan Gudang Menggunakan Night Vision dengan Raspberry Pi,” Politeknik Negeri Bali, 2021.
- [11] N. P. A. W. Indrawati, “Pemilah Kualitas Buah Tomat Berdasarkan Pengenalan Objek dengan Algoritma TensorFlow Lite,” Politeknik Negeri Bali, 2021.
- [12] G. Aditya, “Pemilahan Sampah Kemasan Minuman dengan Metode Machine Learning TensorFlow Lite di Embedded Device,” Politeknik Negeri Bali, 2021.
- [13] A. Budianto, T. B. Adji, and R. Hartanto, “Deteksi Nomor Kendaraan Dengan Metode Connected Component Dan Svm,” *Jurnal Teknologi Informasi Magister Darmajaya*, vol. 1, no. 01, pp. 106–117, 2015.
- [14] N. Hanum Harani, C. Prianto, and M. Hasanah, “Deteksi Objek Dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 3, pp. 47–53, 2019.
- [15] P. Halomoan Siregar and M. H. Rigayatsyah, “Deteksi Plat Nomor Kendaraan Bermotor Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors (Knn),” *Jurnal Teknologi Terapan and Sains 4.0*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2021.

- [16] R. Salkiawati, A. D. Alexander, and H. Lubis, "Implementasi Canny Edge Detection Pada Aplikasi Pendeteksi Jalur Lalu Lintas," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 5, no. 1, p. 164, 2021.
- [17] R. Lim, L. Vandy, and K. Gunadi, "Sistem Pengenalan Plat Nomor Mobil Dengan Metode Principal Components Analysis," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 31–38, 2018.
- [18] S. R. Dewi, "Deep Learning Object Detection pada Video Menggunakan TensorFlow dan Convolutional Neural Network," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [19] R. Pujiati and N. Rochmawati, "Identifikasi Citra Daun Tanaman Herbal Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 03, pp. 351–357, 2022.
- [20] P. V. Bhole, S. Tiwari, V. Chaudhari, and V. Patil, "Face Mask Detection with alert system using Tensorflow , Keras and Open CV," *International Journal of Engineering and Applied Physics (IJEAP)*, vol. 2, no. 1, pp. 339–345, 2022.
- [21] M. I. Setiabudi and F. Candra, "Deteksi Posisi Plat Nomor Kendaraan Bermotor Pada Video Menggunakan Metode Frame Difference," *jom FTEKNIK*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [22] I. I. Tritasmoro, T. Kawulusan, F. T. Elektro, U. Telkom, and R. Pi, "Sistem Deteksi Pelanggaran Di Persimpangan Lalu Lintas Pada Mobil Dengan Opencv Menggunakan Car Violation Detection System At Traffic Light With Opencv Using Raspberry Pi," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1058–1067, 2020.
- [23] S. R. U. A. S. Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J. Mamahit, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 183–188, 2018.
- [24] M. R. Fauzan and A. P. W. Wibowo, "Pendeteksian Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once V3 Dan Tesseract," *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 57–62, 2021.
- [25] A. Aprilino, I. Husni, and A. Amin, "Implementasi Algoritma YOLO dan Tesseract OCR pada Sistem Deteksi Plat Nomor Otomatis," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 16, no. 1, pp. 54–59, 2022.
- [26] M. Nabila, R. Idmayanti, and I. Rahmayuni, "Deteksi Wajah Bermasker Menggunakan Webcam dan AWS EC2 Berbasis Raspberry Pi," *JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 2, no. 4, pp. 124–133, 2021.