

**PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU JALAN
BERBASIS METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Disusun oleh:

**DONY ANDIKA
03041381821003**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU JALAN BERBASIS METODE
HAAR CASCADE CLASSIFIER**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

DONY ANDIKA

03041381821003

Palembang, Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.

NIP. 19750211120031210002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

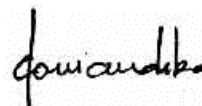
Nama : Dony Andika
NIM : 03041381821003
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Prototipe Sistem Kontrol Lampu Jalan Berbasis Metode *Haar Cascade Classifier*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, Juni 2020



Dony Andika

NIM. 03041381821003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

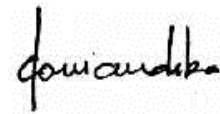
Nama : Dony Andika
NIM : 03041381821003
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Judul Skripsi : Prototipe Sistem Kontrol Lampu Jalan Berbasis Metode
Haar Cascade Classifier

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Prototipe Sistem Kontrol Lampu Jalan Berbasis Metode *Haar Cascade Classifier*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2020

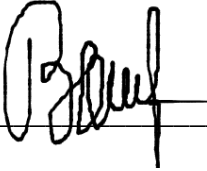


Dony Andika

NIM. 03041381821003

SURAT PERNYATAAN PEMBIMBING

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : **Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T**

Tanggal : 09/Juli/2020

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha ESA karena berkat rahmat dan karunia-Nya yang begitu besar, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Prototipe Sistem Kontrol Lampu Jalan Berbasis Metode *Haar Cascade Classifier***”.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka melengkapi persyaratan kurikulum untuk menyelesaikan Pendidikan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Ucapan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kesehatan kepada saya selama melaksanakan Tugas Akhir.
2. Kedua Orang Tua saya tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung saya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan arahan pada proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dan membagi ilmunya selama masa perkuliahan.
7. Segenap Staf dan Pegawai Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu proses administrasi dan menyediakan fasilitas selama penyusunan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seperjuangan khususnya Teknik Elektro konsentrasi Teknik Kendali dan Komputer angkatan 2018, yang telah memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwasanya masih banyak kekurangan penulisan di dalam Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan untuk disampaikan kepada penulis mengenai Tugas Akhir ini. Penulis berharap

semoga dengan adanya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan pembaca khususnya kepada rekan-rekan mengenai Prototipe Sistem Kontrol Lampu Jalan Berbasis Metode *Haar Cascade Classifier*.

Palembang, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PEMBIMBING.....	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Keaslian Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 <i>Computer Vision</i>	7
2.2.1 <i>Metode Haar Cascade Classifier</i>	8
2.3 Mikrokontroler	10
2.3.1 <i>Raspberry Pi</i>	10
2.3.2 <i>Arduino Uno</i>	11
2.4 <i>Bluetooth</i>	12
2.5 <i>Web Camera (WEBCAM)</i>	13

2.6 Bahasa Pemrograman	13
2.6.1 Python	13
2.7 Sensor TF Mini LiDAR	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem	16
3.2 <i>Flowchart</i> Kinerja Sistem	18

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan	22
4.2 Pengujian Pada Alat	22
4.2.1 Tampilan Alat	22
4.2.2 Pengujian Pada Komponen	22
4.3 Hasil Pengujian	23
4.3.1 Hasil Pengujian Pada Alat	23
4.3.2 Hasil Pengujian Sistem	24
4.4 Analisa Hasil Pengujian	28
4.4.1 Metode <i>Haar Cascade Classifier</i>	29
4.4.2 Efisiensi Energi	31

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Pengujian Komponen	22
Tabel 4.2 Uji Coba Webcam dengan Metode <i>Haar Cascade Classifier</i>	23
Tabel 4.3 Uji Coba Sensor TF Mini LiDAR	23
Tabel 4.4 Pengujian Sistem Untuk Mobil Pertama	25
Tabel 4.5 Pengujian Sistem Untuk Mobil Kedua.....	26
Tabel 4.6 Pengujian Sistem Untuk Mobil Ketiga.....	27
Tabel 4.7 Pengujian Sistem Untuk Mobil Keempat.....	28
Tabel 4.8 Nilai Tegangan dan Arus Lampu	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pendeteksi Objek	9
Gambar 2.2 Berbagai Macam Bentuk <i>Haar-like Feature</i>	9
Gambar 2.3 <i>Raspberry Pi</i> 3 Model B+	11
Gambar 2.4 Arduino Uno	11
Gambar 2.5 Modul <i>Bluetooth</i>	12
Gambar 2.6 TF Mini LiDAR	14
Gambar 2.7 Prinsip Kerja LiDAR	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	16
Gambar 3.2 Posisi Pengambilan Citra (<i>Video</i>)	17
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Kinerja Sistem	19
Gambar 4.1 Prototipe Lampu Jalan	22
Gambar 4.2 Tampilan Mobil Pertama	24
Gambar 4.3 Tampilan Mobil Kedua	26
Gambar 4.4 Tampilan Mobil Ketiga	27
Gambar 4.5 Tampilan Mobil Keempat	28
Gambar 4.6 Proses Data <i>Training</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Hasil Pengujian Metode *Haar Cascade Classifier*

Lampiran II Plagiat Turnitin

Lampiran III Python Scripts : *Haar Cascade Classifier*

ABSTRAK

PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU JALAN BERBASIS METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER*

(Dony Andika, 03041381821003, 2020, 33 halaman)

Penerangan yang efisien mutlak diperlukan untuk jalan tol karena karakteristik jalan tol itu sendiri sebagai jalur bebas hambatan yang memacu pengemudi untuk berkendara lebih kencang. Perkembangan video sensor dan *hardware* pada pemrosesan video dapat dimanfaatkan untuk sistem penerangan lampu jalan berbasis *vision*. Metode *Haar Cascade Classifier* masih jarang digunakan untuk mendeteksi dan membedakan kendaraan dan non kendaraan dalam satu citra untuk mengontrol lampu jalan, oleh sebab itu pada penelitian ini akan dibangun prototipe sistem kontrol lampu jalan berbasis metode *Haar Cascade Classifier*. Keberhasilan sistem dalam mendeteksi kendaraan mencapai 75% dan tingkat efisiensi energi yang dihasilkan dari prototipe ini adalah sebesar 0,019 Wh. Dengan demikian metode *Haar Cascade Classifier* mampu diterapkan pada proses pendeteksian objek kendaraan dan dapat diimplementasikan pada sistem kontrol lampu jalan.

Kata kunci: Haar Cascade Classifier, Object Detection, Image Processing, Prototipe.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Palembang, Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.

NIP. 19750211120031210002

ABSTRACT

A PROTOTYPE STREET LIGHT CONTROL SYSTEM BASED ON THE METHOD OF HAAR CASCADE CLASSIFIER

(Dony Andika, 03041381821003, 2020, 33 pages)

Efficient lighting is absolutely necessary for toll roads because of the characteristics of the toll road itself as a freeway that drives the driver to drive faster. The development of video sensors and hardware in video processing can be utilized for vision-based street lighting systems. The Haar Cascade Classifier method is still rarely used to detect and differentiate vehicles and non-vehicles in one image to control the street lights, therefore this research will build a prototype of a light control system based on the Haar Cascade Classifier method. The success of the system in detecting vehicles reached 75% and the level of energy efficiency resulting from this prototype was 0.019 Wh. Thus the Haar Cascade Classifier method can be applied to the process of detecting vehicle objects and can be implemented on a streetlight control system.

Keywords : Haar Cascade Classifier, Object Detection, Image Processing, Prototipe.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



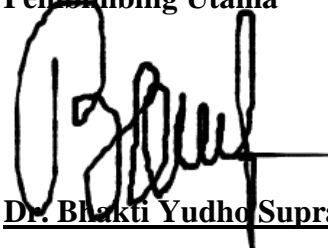
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Palembang, Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.

NIP. 19750211120031210002

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang, untuk meningkatkan infrastruktur perkotaan diperlukannya pengembangan wilayah pada daerah perkotaan, dalam sistem transportasi, infrastruktur jalan sangat membutuhkan adanya faktor keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Melihat dari kebutuhan para pengguna jalan tol akan adanya rasa aman dan nyaman menggunakan jalan tol, khususnya pada saat malam hari.

Salah satu sarana penunjang yang diperlukan para pengguna jalan tol adalah sistem penerangan lampu jalan yang berbasis teknologi digital agar tidak terjadi banyak kecelakaan akibat kurangnya penerangan. Penerangan yang efisien mutlak diperlukan untuk jalan tol karena karakteristik jalan tol itu sendiri sebagai jalur bebas hambatan yang memacu pengemudi untuk berkendara lebih kencang. Dengan kondisi penerangan saat ini dimana satu ruas jalan tol yang menggunakan lampu, membutuhkan daya listrik yang sangat besar, hal ini menyebabkan kerugian dari pihak pengelola jalan tol dalam pengeluaran biaya pembelian daya listrik.

Perkembangan video sensor dan hardware pada pemrosesan video dapat dimanfaatkan untuk sistem penerangan lampu jalan berbasis *computer vision* karena mampu memberikan informasi terkait kendaraan yang sedang melintas dengan memanfaatkan kamera agar sistem penerangan lampu jalan dapat dilakukan secara otomatis. Sistem penerangan lampu jalan ini sendiri akan memanfaatkan data yang berhubungan dengan kendaraan seperti minibus dan bus. Salah satu pendekatannya adalah memanfaatkan pengolahan citra digital.

Pengolahan citra digital merupakan salah satu ilmu pemrograman komputer yang memproses dan memahami citra berupa video ataupun gambar yang dapat membuat komputer seolah-olah bias melihat[1]. Untuk menentukan keberadaan objek tertentu dalam suatu pengolahan citra digital diperlukannya pendeteksian objek untuk proses yang akan dilakukan[2]. Menurut penelitian yang dilakukan Duman Care Khrisne dan I Made Yudi Adnyana Putra mengenai aplikasi kamera pendeteksi mobil menggunakan pendekatan pengolahan citra[3], input citra yang

diakuisi dari *stream webcam* dapat melakukan ekstraksi fitur bentuk menggunakan momen *invariant* dan ekstraksi fitur tekstur menggunakan *wavelet haar* yang kemudian akan dilatih menggunakan metode jaringan syaraf tiruan sehingga dapat menghasilkan bobot setiap kelas yang akan menentukan kelas dan ciri objek yang diuji, tingkat keberhasilan yang didapat dari penelitian ini rata-rata sebesar 80%.

Selanjutnya berdasarkan penelitian Sun Shunjuan, Xu Zhize, Wang Xingang, Huang Guan, Wu Wenqi, dan Xu De mengenai real-time vehicle detection using haar-SURF mixed features and gentle AdaBoost classifier[4] menjelaskan dimana mereka membuat database besar yang berisi kendaraan dan non kendaraan untuk training dan testing sebagai penyelesaian masalah deteksi yang akan digunakan untuk mengurangi ruang di jalur pendeteksian ROI (Region Of Interest). Dari penelitian ini haar-like feature dan SURF features memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi serta dapat bekerja secara real-time.

Metode-metode di atas pada umumnya menggunakan feature yang kompleks sehingga membutuhkan komputasi yang lebih rumit. Namun, pada penelitian ini akan digunakan metode yang lebih sederhana dibandingkan metode-metode sebelumnya. Selain itu, metode *Haar Cascade Classifier* masih jarang digunakan untuk mendeteksi dan membedakan antara objek kendaraan serta objek yang bukan kendaraan dalam suatu citra digital, yang kemudian dimana nantinya hasil dari proses yang dilakukan tadi akan digunakan untuk kontrol penerangan lampu jalan. Maka dari itu, penulis mencoba untuk merancang sebuah prototipe sistem kontrol lampu jalan berbasis kamera menggunakan metode *Haar Cascade Classifier*.

Kelebihan yang dimiliki oleh metode ini yaitu proses pengolahan datanya cepat, karena metode ini hanya bergantung pada jumlah piksel dalam sebuah persegi dan bukan setiap nilai dari piksel sebuah gambar. *Haar Cascade Classifier* ini juga menggunakan model statistik (*classifier*). Untuk mengetahui adanya sebuah objek dalam citra, *Haar Cascade Classifier* menyatukan empat konsep utama yaitu, training data, fitur persegi sederhana atau fitur *Haar*, untuk pendeteksian fitur secara cepat ada *integral image* dan untuk menghubungkan banyak fitur secara efisien digunakan pengklasifikasi bertingkat (*Cascade Classifier*).

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian sistem kontrol lampu jalan telah banyak dilakukan, namun hingga saat ini belum banyak penelitian mengenai sistem terang redup lampu jalan secara *real-time* menggunakan metode pengolahan citra digital terutama menggunakan *Haar Cascade Classifier*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi bahasan pembahasan yang akan dibahas yaitu :

1. Prototipe ini menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi 3 Model B+.
2. Sebagai pendeteksi kendaraan digunakan sensor TF Mini LiDAR.
3. Lampu LED digunakan sebagai lampu jalan.
4. Metode *Haar Cascade Classifier* sebagai pendeteksi kendaraan berfungsi untuk menerangkan lampu jalan yang telah terintegrasi dengan kamera.
5. Citra inputan yang digunakan hanya objek kendaraan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu dapat mengimplementasikan sistem pengolahan citra digital untuk mengontrol penerangan lampu jalan dengan metode *Haar Cascade Classifier* sebagai deteksi objek kendaraan dan mengurangi penggunaan daya listrik pada lampu jalan agar lebih efisien dalam penggunaannya.

1.5 Keaslian Penelitian

Pada penelitian ini penulis menganalisis dari beberapa jurnal yang dapat dijadikan bahan referensi untuk pembuatan prototipe sistem kontrol lampu jalan berbasis metode *haar cascade classifier*, ada beberapa jurnal yang menjadi referensi yaitu, pada jurnal yang pertama ditulis oleh Teddy Ekatamto, Achmad Hidayanto dan Yuli Chrityono yang membahas mengenai identifikasi jenis mobil menggunakan pengolahan citra digital dengan metode *wavelet*[5]. Kekurangan pada penelitian ini apabila masukan citra dirotasi dan terdapat *noise* menyebabkan penurunan keberhasilan identifikasi. Kelebihan yang dapat diambil pada penelitian

ini adalah posisi citra masukan sangat berpengaruh terhadap presentase keberhasilan.

Pada penelitian kedua yang ditulis Jaesik Choi yang membahas *realtime on-road vehicle detection with optical flows and haar-like feature detectors*[6]. Kekurangan pada penelitian ini pendeteksinya tidak selalu bekerja dengan baik karena metode yang digunakan cukup sensitif terhadap mensimetriskan kedua objek atau sumbu poros. Kelebihan yang didapat dari penelitian ini tingkat akurasi lumayan tinggi dengan menggabungkan dua algoritma. Selanjutnya pada penelitian yang ketiga yang ditulis oleh Anselm Haselhoff dan Anton Kumert yang membahas *a vehicle detection system based on haar and triangle features*[7]. Kekurangan dari penelitian ini sistem keseluruhannya seharusnya lebih baik daripada hanya menggunakan satu metode yaitu *haar cascade* saja pada bagian pendeteksiannya. Kelebihan yang dapat diambil dari penelitian ini penggunaan data gambar yang diolah sangat efisien dimana biasanya fitur harus diekstrak untuk menghasilkan data yang cukup besar.

Pada penelitian keempat yang ditulis Hongliang Bai, Jianping Wu, dan Changpin Liu membahas *motion and haar-like features based vehicle detection*[8]. Kekurangan yang didapat dari penelitian ini pendeteksian kendaraan membutuhkan *motion feature* untuk mengurangi nilai error yang didapat pada saat pendeteksian kendaraan. Kelebihan yang didapat bahwa metode *haar-like features* sangat baik untuk penggunaan di jalan bebas hambatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irfan, Muhammad, Bakhtiar Alldino Ardi Sumbodo dan Ika Candradewi, "Sistem Klasifikasi Kendaraan Berbasis Pengolahan Citra Digital dengan Metode *Multilayer Perceptron*," vol.7, no.2, pp. 139~148, 2017.
- [2] Nagataries, D., S. Hardiristanto dan Mauridhi Hery P., "Deteksi Obyek pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Genetika untuk Studi Kasus Sel Sabit," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2012.
- [3] Khrisne, Duman Care, dan I Made Yudi Adnyana Putra, "Aplikasi Kamera Pendeteksi Mobil Menggunakan Pendekatan Pengolahan Citra," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, vol. 2, no. 3, Desember 2013.
- [4] Shunjuan, Sun, Xu Zhize, dkk, "Real-time Vehicle Detection using Haar-SURF Mixed Features and Gentle AdaBoost Classifier," *IEEE Chinese Control and Decision Conference*, 978-1-4799-7016-2, 2015.
- [5] Ekatamto, Teddy, Achmad Hidayatno dan Yuli Chrityono, "Identifikasi Jenis Mobil Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Wavelet," *Transient*, vol. 4, no. 4, 2302-9927, 990, 2015.
- [6] Choi, Jaesik, "Realtime On-Road Vehicle Detection with Optical Flows and Haar-Like Feature Detectors," University of Illinois at Urbana-Champaign, United States, 2006.
- [7] Haselhoff, Anselm, dan Anton Kummert, "A Vehicle Detection System Based on Haar and Triangle Features," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 978-1-4244-3504-3, 2009.
- [8] Bai, Hongliang, Jianping Wu dan Changpin Liu, "Motion and Haar-Like Feature Based Vehicle Detection," *IEEE International Multi-Media Modelling Conference*, 1-4244-0028-7, 2006.
- [9] Pratama, G.P, Yuningtyastuti dan Tedjo Sukmadi, "Perancangan Dimer Lampu Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Pada Penerangan Dalam Ruangan," *Transmisi*, 15, 2013.
- [10] Yong, Xi, Liwe Zhang, Zhangjun Song, dkk, "Real-time Vehicle Detection Based on Haar Features and Pairwise Geometrical Histograms," in *IEEE International Conference on Information and Automation*, 2011.

- [11] Wen, Xuezhi, Ling Shao, Wei Fang dan Yu Xue, "Efficient Feature Selection and Classification for Vehicle Detection," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2014.
- [12] Masithoh, Rudiati Evi, Budi Rahardjo, dkk, "Pengembangan *Computer Vision System* Sederhana Untuk Menentukan Kualitas Tomat," *AGRITECH*, vol. 31, no. 2, 2011.
- [13] Lazaro, Alvin, Joko Lianto Buliali dan Bilqis Amaliah, "Deteksi Jenis Kendaraan di Jalan Menggunakan OpenCV," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2337-3520, 2017.
- [14] Widodo, Anhar Ari, Fiky Yosef Suratman, Junarto Halomoan, "Implementasi Pengolahan Citra Untuk Mengidentifikasi Objek Bergerak Pada Sistem Monitoring," in *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [15] Wardoyo, Siswo, dan Anggoro Suryo P., *Pengantar Mikrokontroler dan Aplikasi pada Arduino*. Yogyakarta : Teknosain, 2015.
- [16] Samudera, Nandana Adya, "Perancangan Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan *Raspberry Pi*," in *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 2, 2015.
- [17] Pratama, Dendy, Denisson Arif Hakim, dkk, "Rancang Bangun Alat dan Aplikasi Untuk Para Penyandang Tunanetra Berbasis Smartphone Android," *Khazanah Informatika*, vol. II, no. 1, 2016.
- [18] Arduino Uno. [Online]. Tersedia: <https://www.arduino.cc> [Diakses pada 03 Maret 2020].
- [19] Modul Bluetooth. [Online]. Tersedia: <http://www.martyncurrey.com/hc-05-fc-114-and-hc-06-fc-114-first-look/> [Diakses pada 03 Maret 2020].
- [20] Andre, Julfikar Ali, "Sistem Security Webcam Dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic (6.0)," *RABIT Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [21] Irfani, M. Haviz, dan Dafid, "Modul Praktikum Dasar Pemrograman Dengan Bahasa Python," Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Global Informatika Multi Data Palembang, 2016.

- [22] Wijanarko, Sidiq, Catur Budi Waluyo dan Denny Dermawan, “Rancang Bangun Alat Ukur Jarak dan Peringatan pada Visual Docking Guidance System Menggunakan Sensor Lidar,” *AVITEC*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [23] Mini LiDAR Module. [Online]. Tersedia: <https://elecrow.com/download/TF-MINI-LIDAR-USER-MANUAL.pdf> [Diakses pada 5 April 2020].