

38/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/16/AGUSTUS/2024

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI LAMPU LALU LINTAS PINTAR
DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 DAN CCTV BERBASIS IOT**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer



oleh
Tengku Juansyah
NIM 2010184

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

HALAMAN HAK CIPTA

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI LAMPU LALU LINTAS PINTAR
DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 DAN CCTV BERBASIS IOT**

oleh
Tengku Juansyah
NIM 2010184

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Tengku Juansyah
Universitas Pendidikan Indonesia
2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbolehkan seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

TENGGU JUANSYAH

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI LAMPU LALU LINTAS PINTAR
DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 DAN CCTV BERBASIS IOT**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T.

NIP. 920200819851205101

Pembimbing II

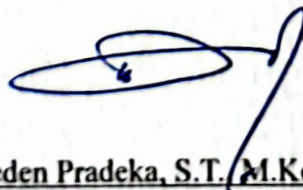


Wirmanto Suteddy, S.T., M.T.

NIP. 920200819830521101

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.

NIP. 920200419890816101

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul 'Perancangan Sistem Kendali Lalu Lintas Pintar dengan Menggunakan ESP32 dan CCTV Berbasis IoT ini beserta seluruh isinya benar-benar karya penulis sendiri. Penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, penulis siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya penulis ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Tengku Juansyah
NIM. 2010184

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Kendali Lampu Lalu Lintas Pintar dengan Menggunakan ESP32 dan CCTV Berbasis IoT” ini dengan baik.

Selama penyusunan skripsi ini terdapat begitu banyak pihak-pihak yang terlibat untuk membantu penulis. Oleh karena itu, penulis sampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua bapak Tengku Erland Chalil dan ibu Lia Yuliana, adik Tengku Muhammad Rifansyah, yang telah mengupayakan dan memberikan dukungan, doa, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini;
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Solehuddin, M.Pd., M.A. selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia;
3. Bapak Prof. Dr. Deni Darmawan, M.Si., M.Kom., MCE selaku Direktur Kampus UPI di Cibiru;
4. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom. selaku kepala program studi Teknik Komputer;
5. Bapak Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan dukungan penuh kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini;
6. Bapak Wirmanto Suteddy S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi kedua sekaligus dosen wali yang selalu memberikan arahan dan tuntunan selama 4 tahun masa perkuliahan hingga penulis menyelesaikan penelitian skripsi ini;
7. Seluruh dosen dan *civitas* akademika Universitas Pendidikan Indonesia yang telah bersinergi untuk terwujudnya inklusi pendidikan yang berjalan dengan baik;
8. Reyza Amalia, yang telah mendukung proses registrasi pada saat itu, mungkin tanpa anda saya tidak bisa berkuliah di UPI hingga selesai.

9. Rekan kost di Bandung Alm. Sultan Ichsanul Ghifari, Fikri Rizalul Haq, Dimas Yuda Putra Ariyanto, Fahmi Kamillah, Abdi Surya Perdana, Muhammad Fajar, Ardi Rahman Sidiq, Deandy Zahran, Satria Arya Respati, Nazar Andrian, Hisyam Nugraha Solihin, Aldi Sidik Maulana yang selalu memberikan dukungan, doa, dan pertemanan yang baik selama penulis melaksanakan perkuliahan hingga skripsi ini;
10. Seluruh rekan Teknik Komputer terkhusus Angkatan 2020 yang tidak bisa disebut satu per satu, namun selalu memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi ini, penulis berharap rekan-rekan sukses dalam membangun karir masa depan;

Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan namun berkat dukungan dari berbagai pihak pelaksanaan penelitian skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Ucapan terima kasih yang teramat dalam, penulis persembahkan kepada seluruh pihak yang telah membantu berkontribusi dalam kesuksesan penelitian skripsi ini.

Bandung, Agustus 2024

Penulis,

Tengku Juansyah

NIM. 2010184

PERANCANGAN SISTEM KENDALI LAMPU LALU LINTAS PINTAR DENGAN MENGGUNAKAN ESP32 DAN CCTV BERBASIS IOT

Tengku Juansyah

2010184

ABSTRAK

Peningkatan kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor di Indonesia, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) mengalami kenaikan sebesar 4,4% setiap tahunnya. Kondisi ini berkontribusi langsung terhadap kemacetan lalu lintas, yang sebagian besar disebabkan oleh penundaan lampu lalu lintas yang tetap. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem lampu lalu lintas dinamis yang mampu menyesuaikan durasi lampu hijau berdasarkan jumlah kendaraan yang terdeteksi pada setiap persimpangan. Sistem ini menggunakan algoritma YOLOv8 sebagai metode utama untuk mendeteksi dan menghitung objek kendaraan dengan tingkat akurasi sebesar 0,92, *recall* 0,90, *precision* 0,89, *f1-score* 0,89, mAP 0,93, dan mAP50-95 0,75. Hasil deteksi ini kemudian dikirimkan ke server untuk menentukan prioritas lampu hijau berdasarkan jumlah kendaraan terbanyak di persimpangan. Implementasi sistem ini menunjukkan bahwa YOLOv8 dapat melakukan deteksi kendaraan dengan cukup baik, meskipun penelitian lanjutan diperlukan untuk memperkaya dataset guna meningkatkan kemampuan YOLOv8 dalam mendeteksi berbagai jenis kendaraan. Dengan demikian prototipe sistem kendali lampu lalu lintas dinamis ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem lampu lalu lintas yang modern dengan pendekatan yang lebih adaptif.

Kata kunci: Lampu Lalu Lintas Pintar, YOLOv8, ESP32, Deteksi Kendaraan, *Internet of Things* (IoT).

**DESIGN SMART TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM USING ESP32
AND CCTV BASED ON IOT**

Tengku Juansyah

2010184

ABSTRACT

The increase in motor vehicle traffic density in Indonesia, according to the Badan Pusat Statistik (BPS), has increased by 4.4% each year. This condition contributes directly to traffic congestion, which is largely caused by fixed traffic light delays. This research aims to design and develop a dynamic traffic light system that is able to adjust the green light duration based on the number of vehicles detected at each intersection. The system uses the YOLOv8 algorithm as the main method to detect and count vehicle objects with an accuracy rate of 0.92, recall 0.90, precision 0.89, f1-score 0.89, mAP 0.93, and mAP50-95 0.75. These detection results are then sent to the server to determine the green light priority based on the highest number of vehicles at the intersection. The implementation of this system shows that YOLOv8 can perform vehicle detection quite well, although further research is needed to enrich the dataset to improve YOLOv8's ability to detect different types of vehicles. The prototype of this dynamic traffic light control system is thus expected to serve as a reference in the development of a modern traffic light system with a more adaptive approach.

Keywords: *Smart Traffic Light, YOLOv8, ESP32, Vehicle Detection, Internet of Things (IoT).*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Manfaat Teoritis	3
1.4.2 Manfaat Praktis	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Lampu Lalu Lintas	6
2.1.2 Sistem Kendali	7
2.1.3 Kamera CCTV	8
2.1.4 Algoritma <i>You Only Look Once</i> (YOLO).....	9

2.1.5	Metrik Evaluasi Model.....	10
2.1.6	<i>Framework Flask Python</i>	13
2.1.7	ESP32.....	14
2.1.8	<i>Website</i>	15
2.2	Penelitian Terkait.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Desain Penelitian.....	20
3.1.1	Analisis Kebutuhan Sistem (<i>Analyze</i>).....	21
3.1.2	Desain Sistem (<i>Design</i>).....	21
3.1.2.1	Skenario Persimpangan Lampu Lalu Lintas.....	22
3.1.2.2	Skenario Deteksi Kendaraan dengan CCTV dan YOLOv8.....	23
3.1.2.3	<i>Endpoint Server Flask</i>	26
3.1.2.4	Desain Perancangan <i>Website</i>	27
3.1.2.5	<i>Wiring</i> ESP32.....	28
3.1.3	Perancangan Sistem (<i>Development</i>).....	29
3.1.3.1	Perancangan Skenario Prototipe Persimpangan Lalu Lintas.....	29
3.1.3.2	Perancangan YOLOv8.....	29
3.1.3.3	Perancangan Server <i>Flask</i>	30
3.1.3.4	Perancangan <i>Website</i>	30
3.1.3.5	Perancangan ESP32.....	32
3.1.4	Rancangan Keseluruhan Sistem (<i>Implement</i>).....	33
3.1.5	Pengujian Sistem (<i>Evaluate</i>).....	34
3.1.5.1	Pengujian Skenario Lampu Lalu Lintas dan ESP32.....	35
3.1.5.2	Pengujian Deteksi YOLOv8.....	35
3.1.5.3	Pengujian <i>Endpoint</i> API Pada Server <i>Flask</i>	35
3.1.5.4	Pengujian Rancangan <i>Website</i>	36

3.1.5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	36
3.2 Spesifikasi Perancangan Penelitian.....	36
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Perancangan.....	38
4.1.1 Hasil Perancangan Prototipe Skenario Lampu Lalu Lintas	38
4.1.2 Hasil Perancangan YOLOv8	38
4.1.3 Hasil Perancangan Server <i>Flask</i>	42
4.1.4 Hasil Perancangan <i>Website</i>	43
4.1.5 Hasil Perancangan ESP32 dan Lampu Lalu Lintas.....	44
4.2 Hasil Pengujian	46
4.2.1 Pengujian ESP32 dan Lampu Lalu Lintas	46
4.2.2 Pengujian Deteksi Kendaraan YOLOv8	47
4.2.2.1 Pengujian Pada Malam Hari.....	47
4.2.2.2 Pengujian Pada Siang Hari.....	50
4.2.3 Hasil Pengujian Server <i>flask</i>	53
4.2.4 Pengujian <i>Website</i>	55
4.2.4.1 Pengujian <i>Website</i> Monitoring Video.....	55
4.2.4.2 Pengujian <i>Website</i> Monitoring <i>Counting</i>	57
4.2.5 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	58
4.2.6 Hasil Pengujian Sistem Berdasarkan Skenario	58
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Implikasi.....	62
5.3 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terkait.....	16
Tabel 3.1. <i>Endpoint</i> Server <i>Flask</i>	27
Tabel 3.2. Spesifikasi Perangkat Perancangan Sistem YOLOV8	37
Tabel 3.3. Spesifikasi Perangkat Perancangan Server, <i>Website</i> , dan <i>Compiler</i>	37
Tabel 4.1. Hasil Hitung TP,FP,FN,TN.....	40
Tabel 4.2. Hasil <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Tiap Kelas.....	41
Tabel 4.3. Hasil Perancangan <i>Endpoint</i> Server <i>Flask</i>	42
Tabel 4.4. Hasil Rancangan ESP32	45
Tabel 4.5. Hasil Pengujian ESP32 dan LED	47
Tabel 4.6. Hasil Pengujian YOLOv8.....	52
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Server <i>Flask</i>	53
Tabel 4.8. Hasil Pengujian <i>Website</i> Monitoring Video	55
Tabel 4.9. Pengujian <i>Website</i> Monitoring <i>Counting</i>	57
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Kinerja Sistem.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peningkatan Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis (2021-2022)	1
Gambar 2.1. <i>Confusion Matrix</i>	11
Gambar 3.1. Tahapan Metode Penelitian <i>Design and Development (D&D)</i>	20
Gambar 3.2. Arsitektur Sistem	21
Gambar 3.3. Desain Skenario Prototipe Lalu Lintas.....	22
Gambar 3.4. Perencanaan Posisi Kamera CCTV Ideal	23
Gambar 3.5. Titik Lokasi Kamera CCTV Persimpangan Gasibu	24
Gambar 3.6. Titik Lokasi Kamera CCTV Persimpangan Sukajadi	24
Gambar 3.7. Titik Lokasi Kamera CCTV Persimpangan Otto Iskandardinata.....	25
Gambar 3.8. Titik Lokasi Kamera CCTV Persimpangan Pasteur.....	25
Gambar 3.9. Rancangan Diagram Pendeteksian dan Hitung Kendaraan YOLOv8	26
Gambar 3.10. <i>Wireframe</i> Halaman <i>Website Monitoring</i>	27
Gambar 3.11. <i>Wireframe</i> Halaman <i>Website Counting</i>	28
Gambar 3.12. <i>Wiring Diagram</i> ESP32 dan LED	28
Gambar 3.13. <i>Usability Score</i> Data Set yang Digunakan	29
Gambar 3.14. Data Set <i>Image</i>	30
Gambar 3.15. <i>Use Case Diagram Website Monitoring</i>	31
Gambar 3.16. <i>State Diagram Website Monitoring</i>	31
Gambar 3.17. <i>Use Case Diagram Website Monitoring Counting</i>	32
Gambar 3.18. <i>State Diagram Website Monitoring Counting</i>	32
Gambar 3.19. <i>Flowchart</i> Skenario Kerja Keseluruhan Sistem	34
Gambar 4.1. Prototipe Skenario Persimpangan Lalu Lintas	38
Gambar 4.2. <i>Confusion Matrix</i> Pendeteksian Kendaraan	39
Gambar 4.3. Hasil Rancangan <i>Website Monitoring Video</i>	43

Gambar 4.4. Hasil Rancangan <i>Website</i> Monitoring Video.....	44
Gambar 4.5. Hasil Rancangan <i>Wiring</i> ESP32.....	46
Gambar 4.6. Hasil Rancangan <i>Wiring</i> ESP32.....	46
Gambar 4.7. Pengujian Pada Malam di Gasibu	48
Gambar 4.8. Pengujian Pada Malam di Sukajadi.....	48
Gambar 4.9. Pengujian Pada Malam di Otista	49
Gambar 4.10. Pengujian Pada Malam di Pasteur.....	49
Gambar 4.11. Pengujian Pada Siang di Gasibu.....	50
Gambar 4.12. Pengujian Pada Siang di Sukajadi.....	50
Gambar 4.13. Pengujian Pada Siang di Otista	51
Gambar 4.14. Pengujian Pada Siang di Pasteur	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing Skripsi	69
Lampiran 2. Kode YOLOv8.....	71
Lampiran 3. Server <i>Flask</i>	72
Lampiran 4. Video CCTV	73
Lampiran 4. Pengujian Pada Gambar Dataset Dengan Posisi Kamera Ideal	74

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya R, P., Zakky A, I. M., & Feter R, M. (2022). Prototype Lampu Lalu Lintas Adaptif Berdasarkan Panjang Antrian Kendaraan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(2), 173–186.
- Al Sarfini, A. A., & Irawan, D. (2024). Sistem Kontrol Jarak Jauh Plc Menggunakan ESP32 Berbasis IoT. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 14(1), 51–55. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.33484>
- Alip Pratama, M., Fajar Sidhiq, A., Rahmanto, Y., Surahman, A., & Ratu, L. (2021). Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, 2(1), 80–92.
- Amal, I., & Nurpulaela, L. (2023). Implementasi Pengoperasian Cctv Di Bandara Internasional Jawa Barat Kertajati. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(14), 371–377. <http://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/4588%0Ahttp://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/download/4588/3679>
- Azhar, M. F., & Nurpulaela, L. (2024). Implementasi Penggunaan ESP32 Sebagai IoT Pada Project Smart Charger Di PT. Pasifik Satelit Nusantara Bekasi. 8(4), 7248–7253.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2021-2022*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html>
- Darmadi, D., Pratikso, P., & Rachmat, M. (2024). *Traffic Counting using YOLO Version-8 (A case study of Jakarta-Cikampek Toll Road)*. 13(1), 115–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.32832/astonjadro.v13i1.14489>
- Drantantiyas, N., Yulita, W., Ridwan, N., Ramadhani, U., Kesuma, R., Rakhman, A., Bagaskara, R., Miranto, A., & Mufidah Zunanik. (2023). Performasi Deteksi Jumlah Manusia Menggunakan YOLOv8. *Jurnal Aplikasi, Sains, Informasi, Elektronika, dan Komputer*, 5(2), 63–68.

- Eom, M., & Kim, B. I. (2020). The Traffic Signal Control Problem for Intersections: a Review. *European Transport Research Review*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00440-8>
- Evan, D. J., & Saian, P. O. N. (2023). Implementasi Python Framework Flask Pada Modul Transfer Out Toko Di Pt Xyz. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 8(4), 1121–1131. <https://doi.org/10.29100/jipi.v8i4.4020>
- Evendi, J., Aziz, M. A., Setiawati, D., & Tri, F. (2024). Pembuatan Online Shop Tera Computer Menggunakan Framework Laravel. *Jitu*, 8(1), 41–51.
- Fahriza, R. A. (2024). Sistem Pencarian Wisata Puncak Gunung Indonesia Berbasis Web Menggunakan Framework Flask Python. *JIKA (Jurnal Informatika) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 253–260.
- Farhan Rajab, M., Satrya Fajar Kusumah, F., & Fajri, H. (2024). Sistem Informasi Untuk Traffic Monitoring Di Kota Bogor Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 2996–3002. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9534>
- Febrista, D., & Efrizon. (2021). Pengembangan e-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI Teknik Audio Vidio. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 9, 103–110. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>
- Galang Saputra, A. (2022). Implementasi Pemasangan Cctv E-Tilang Dalam Upaya Pencegahan Pelanggaran Lalu Lintas. *Jurnal Kawruh Abiyasa*, 2(2), 139–150.
- Hajidi, M. (2018). *Pengembangan Multimedia Interaktif Untuk Pembelajaran Bahasa Inggris di Kelas III Sekolah Dasar*.
- Handoko, P., Hermawan, H., & Nasucha, M. (2018). Sistem Kendali Alat Elektronika Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield dengan Antarmuka Berbasis Android. *Dinamika Rekayasa*, 14(2), 92–103. <http://dinarek.unsoed.ac.id>
- Hartadi, A. P., Salmon, A., Lumenta, M., Mourits, A., Elektro, R. T., Sam, U., Manado, R., Kampus, J., & Manado, B.-U. (2020). Perancangan Sistem

- Kendali Penerangan Dan Peralatan Listrik Melalui Media Nirkabel HC-05 Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1–8.
- Hasugian, I. A., Sihite, K., Harahap, A. R. A., & Mansurin, M. I. (2023). *Analisa Durasi Lampu Lalu Lintas Menggunakan Metode Simulasi Anylogic*.
- Hidayat, M., Bilfaqih, Z., Hady, Y. A., & Tampubolon, M. A. (2023). Smart Traffic Light Using YOLO Based Camera with Deep Reinforcement Learning Algorithm. *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*, 7(1), 13–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.12962/jaree.v7i1.335>
- Hu, Y. (2024). Improved YOLOv8 Algorithm for Vehicle Image Target Detection Based on Learning Rate Optimisation Strategy. *Proceedings of the 2nd International Conference on Software Engineering and Machine Learning*, 75(1), 248–253. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/75/20240550>
- Kepolisian Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Kepala Kepolisian Negara Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2012*. 1–23.
- Khatami, M. S., Rajagede, R. A., & Rahmadi, R. (2021). Sebuah Tinjauan Pustaka dari Studi-Studi Terkini Tentang Sistem Manajemen Lampu Lalu Lintas Adaptif. *Jurnal AUTOMATA*, 2(1). <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/17337>
- Maulana, I., Rahaningsih, N., & Suprapti, T. (2023). Analisis Penggunaan Model YOLOv8 (You Only Look Once) Terhadap Deteksi Citra Senjata Berbahaya. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(6), 3621–3627.
- Nair, D. J., Gilles, F., Chand, S., Saxena, N., & Dixit, V. (2019). Characterizing Multicity Urban Traffic Conditions Using Crowdsourced Data. *PLoS ONE*, 14(3), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212845>
- Noviarno, N., & Uranus, H. P. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengendalian Kandang Ayam Pintar Dengan Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan Visualisasi Blynk. *FaST - Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 8(1), 116. <https://doi.org/10.19166/jstfast.v8i1.8335>

- Nugroho, B. P., Prihati, Y., & Galih, S. T. (2024). Implementasi Algoritma Yolo V5 Dalam Rancangan Aplikasi Pendeteksi Plat Nomor Kendaraan. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(3), 851–859. <https://doi.org/10.31539/intecom.v7i3.10376>
- Ottom, M. A., & Al-Omari, A. (2023). An Adaptive Traffic Lights System using Machine Learning. *International Arab Journal of Information Technology*, 20(3), 407–418. <https://doi.org/10.34028/iajit/20/3/13>
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014 (2014).
- Prathap, B. R., Kumar, K. P., Chowdary, C. R., & Hussain, J. (2022). AI-Based Yolo V4 Intelligent Traffic Light Control System. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 16(4), 53–61. <https://doi.org/10.14313/jamris/4-2022/33>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Computer Vision Foundation*, 770–788. <http://pjreddie.com/yolo/>
- Risky Faradila, L., Fibriliyanti, Y., & Nasron. (2017). Deteksi Kepadatan dan Pembagian Waktu Pada Simulasi Lampu Lalu Lintas di Persimpangan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, 335–339.
- Rohmat Baktiar, A., Mulainsyah, D., Candra S, E., & Sumiati, E. (2021). Pengujian Menggunakan Black Box Testing dengan Teknik State Transition Testing Pada Perpustakaan Yayasan Pendidikan Islam Pakualam Berbasis Web. *Jurnal Kreativitas Mahasiswa Informatika*, 2(1), 142–145. <https://doi.org/10.37676/jmi.v14i1.472>
- Santoso, B., Azis, A., & Bode, A. (2020). Pengendalian Lampu Lalu Lintas Cerdas di Persimpangan Empat Ruas yang Kompleks Menggunakan Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 6(1), 29–38.
- Saragih, J. M. K., Sari, P. I., & Jamal, A. (2024). Analisis Program Electronic Traffic Law Enforcement (E-TLE) pada Pengendalian Lalu Lintas di Kota Surabaya. *Indonesian Journal of Public Administration Review*, 1(2), 10. <https://doi.org/10.47134/par.v1i2.2466>

- Selcha, M. P. N. (2024). Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Meningkatkan Keamanan Pelayanan Publik. *Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara (JICN)*, 1(3), 4736–4744.
- Sugiyana, L. K. (2021). *Pengaturan Lampu Lalu Lintas Adaptif Pada Persimpangan dengan Metode Max Pressure*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Suhartono, A. (2022). Lampu Lalulintas Adaptif untuk Simpangan Padat Menggunakan Simple Additive Weight. *Journal of Intelligent System and Computation*, 4(1), 07–15. <https://doi.org/10.52985/insyst.v4i1.222>
- Suteddy, W., Aryo Atmanto, D., Nuriman, R., & Ansori, A. (2022). Prototype Application of Crowd Detection System for Traditional Market Visitor Based on IoT Using RFID MFRC522. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 7(1), 23–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jtiulm.v7i1.117>
- Syaputra, M. A., Pinem, J., Lubis, A. A., & Denia, Y. (2024). Implementasi Algoritma YOLO Dalam Pengklasifikasian Objek Transportasi pada Lalu Lintas Kota Medan. *Jurnal Penelitian Mahasiswa*, 3(1), 13–23. <https://doi.org/10.58192/populer.v3i1.1641>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 3 (2009).
- Walingkas, H. L., Ocsa, P., & Saian, N. (2023). Penerapan Framework Flask pada Pembangunan Sistem Informasi Pemasok Barang. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 7(2), 2023. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Wijayanto, C., & Susetyo, Y. A. (2022). Implementasi Flask Framework Pada Pembangunan Aplikasi Sistem Informasi Helpdesk (SIH). *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(3), 858–868. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i3.3161>
- Zaatouri, K., & Ezzedine, T. (2018). A Self-Adaptive Traffic Light Control System Based on YOLO. *2018 International Conference on Internet of Things, Embedded Systems and Communications (IINTEC)*, 16–19. <https://doi.org/10.1109/IINTEC.2018.8695293>