

**SISTEM DETEKSI *ROAD ACCIDENT* BERBASIS *WEB* MENGGUNAKAN
MODEL *DEEP LEARNING* YOLOV11 DAN *FRAMEWORK* FLASK**



SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi

Oleh :

Muhammad Imron Maulana

E.045.2108071

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

**SISTEM DETEKSI *ROAD ACCIDENT* BERBASIS *WEB* MENGGUNAKAN
MODEL *DEEP LEARNING* YOLOV11 DAN *FRAMEWORK* FLASK**

Oleh
Muhammad Imron Maulana
2108071

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

© Muhammad Imron Maulana
Universitas Pendidikan Indonesia
Mei 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
dengan dicetak ulang, di-*photocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

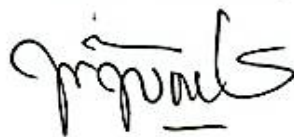
MUHAMMAD IMRON MAULANA

E.045.2108071

**SISTEM DETEKSI *ROAD ACCIDENT* BERBASIS *WEB* MENGGUNAKAN
MODEL *DEEP LEARNING* YOLOV11 DAN *FRAMEWORK* FLASK**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Dosen Pembimbing



ACC 15 Mei 2025,

Ir. Hj. Arjuni Budi Pantjawati, M.T.

NIP. 19640607 199512 2 001

Mengetahui,

Ketua program Studi

Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

NIP. 19720119 200112 1 001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Imron Maulana

NIM : 2108071

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Judul Karya : Sistem Deteksi *Road Accident* Berbasis *Web* Menggunakan Model *Deep Learning* YOLOv11 dan *Framework* Flask

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 15 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Imron Maulana

NIM. 2108071

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini merupakan sebuah perjalanan intelektual yang penuh dengan tantangan dan pembelajaran berharga. Bagaikan mengarungi lautan ilmu, terkadang gelombang kesulitan datang menerjang, namun dengan tekad dan keyakinan bahwa setiap kesulitan pasti ada jalan keluarnya, penulis dapat melewati setiap rintangan dan sampai pada titik penyelesaian karya ilmiah ini.

Skripsi ini tidak mungkin selesai tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, serta senantiasa mendoakan kesuksesan penulis dalam setiap sujud dan munajatnya.
2. Ibu Ir. Hj. Arjuni Budi Pantjawati, M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan berharga demi kesempurnaan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTI UPI.
4. Bapak Dr. Tasma Sucita, M.T. selaku Ketua Kelompok Bidang Keahlian pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTI UPI.
5. Seluruh dosen dan staf Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama penulis menempuh pendidikan.
6. Rekan-rekan kelas PTE-B 2021 dan ELKOM 2021 yang kebersamaan proses belajar penulis semasa perkuliahan.

7. Rekan dekat penulis, Aif Umar Nawawi, Teguh Budiman, Muhammad Syamsiar, Azmi Rifqie, dan Muhib Shafikri yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Rifa Hakimah dan Tira Gustina yang merupakan rekan satu bimbingan penulis, serta Wida Adawiyah yang telah memberikan dukungan, berbagi wawasan, dan memberikan pandangan berharga selama proses penulisan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Sebagai manusia biasa, tentunya penulis tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan ilmu dan kemudahan dalam segala urusan kita.

Bandung, 15 Mei 2025



Muhammad Imron Maulana

NIM. 2108071

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi kecelakaan lalu lintas dan tindakan kriminal bersenjata menggunakan model *deep learning* YOLOv11 yang terintegrasi dengan *platform web* berbasis Flask. Sistem dirancang untuk memberikan notifikasi *real-time* guna meningkatkan respons unit tanggap darurat. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Waterfall* yang meliputi pengumpulan *dataset hybrid*, pra-pemrosesan, pelatihan model YOLOv11n, serta pengembangan dan integrasi sistem *web*. *Dataset* terdiri dari 2.301 gambar hasil augmentasi yang dibagi menjadi 85% pelatihan, 10% validasi, dan 5% pengujian. Hasil evaluasi model menunjukkan kinerja tinggi dengan *precision* 97,1%, *recall* 98,2%, mAP50 98,9%, dan mAP50-95 87,9%. Pada pengujian sistem berbasis *web*, video lokal mencapai akurasi 91,11%, kecepatan deteksi rata-rata 61,14 ms, *frame rate* 8,66 FPS, dan latensi 63,4 ms. Pada IP CCTV *real-time*, akurasi mencapai 64,44%, kecepatan deteksi 65,72 ms, *frame rate* 6,57 FPS, dan latensi total 119,1 ms. Sistem *alert* berhasil memicu notifikasi suara dan menyimpan bukti kejadian dengan akurasi 100%. Kesimpulan penelitian menegaskan efektivitas sistem dalam mendeteksi kejadian darurat secara cepat, meskipun perlu pengembangan *dataset* lebih variatif dan optimasi infrastruktur komputasi untuk meningkatkan kinerja *real-time*.

Kata Kunci: Deteksi *road accident*, *Deep learning*, YOLOv11, *Real-time monitoring*, *Framework* Flask.

ABSTRACT

This research aims to develop a road accident detection system using the YOLOv11 deep learning model integrated with a Flask-based web platform. The system is designed to provide real-time notifications to improve emergency response unit responsiveness. The research methodology employs Research and Development (R&D) with a Waterfall approach, encompassing hybrid dataset collection, pre-processing, YOLOv11n model training, and web system development and integration. The dataset consists of 2,301 augmented images divided into 85% for training, 10% for validation, and 5% for testing. Model evaluation results demonstrate high performance with 97.1% precision, 98.2% recall, 98.9% mAP50, and 87.9% mAP50-95. In web-based system testing, local video achieved 91.11% accuracy, average detection speed of 61.14 ms, frame rate of 8.66 FPS, and latency of 63.4 ms. On real-time IP CCTV, accuracy reached 64.44%, detection speed of 65.72 ms, frame rate of 6.57 FPS, and total latency of 119.1 ms. The alert system successfully triggered audio notifications and saved incident evidence with 100% accuracy. The research conclusion affirms the system's effectiveness in rapidly detecting emergency incidents, although more diverse dataset development and computational infrastructure optimization are needed to enhance real-time performance.

Keywords: Road accident detection, Deep learning, YOLOv11, Real-time monitoring, Flask Framework.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1 Pengembangan Model AI	6
1.5.2 Pengujian Sistem	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Konsep <i>Road Accident</i>	8
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi <i>Road Accident</i>	8
2.1.2 Faktor Penyebab dan Dampak Kecelakaan Lalu Lintas	9
2.1.3 Tinjauan Kasus Tindak Kriminal Bersenjata di Ruang Publik	10
2.2 <i>Computer Vision</i>	10
2.2.1 Definisi dan Konsep Dasar <i>Computer Vision</i>	10
2.2.2 Perkembangan <i>Computer Vision</i> dalam Bidang Keamanan dan Transportasi	11
2.3 <i>Deep Learning untuk Object Detection</i>	12
2.3.1 Konsep Dasar <i>Deep Learning</i> dalam Analisis Citra	12
2.3.2 Model <i>Deep Learning</i> yang Digunakan dalam Deteksi Objek	12

2.4	Model YOLO untuk Deteksi Kecelakaan Lalu Lintas dan Senjata	13
2.4.1	Evolusi YOLO (YOLOv1 hingga YOLOv11)	14
2.4.2	Keunggulan YOLO Dibandingkan Model Lain dalam Deteksi <i>Real-time</i>	16
2.4.3	Implementasi YOLOv11 dalam Deteksi Kecelakaan dan Senjata	18
2.4.4	Metrik Evaluasi Performa Model Deteksi YOLO.....	20
2.5	Sistem Berbasis <i>Web</i> dengan <i>Framework</i> Flask.....	22
2.5.1.	Pengertian <i>Web Framework</i> dan Peran Flask dalam Pengembangan Aplikasi <i>Web</i>	22
2.5.2.	Integrasi Model <i>Deep Learning</i> dengan Aplikasi <i>Web</i> (<i>Backend</i> dan <i>Frontend</i>).....	23
2.5.3.	HTML, CSS, JavaScript	23
2.5.4.	Evaluasi Performa Sistem Deteksi Berbasis <i>Web</i>	24
2.6	Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Desain Penelitian	30
3.2	Proses Perancangan dan Pengembangan	35
3.2.1	Pra-Pemrosesan <i>Dataset</i>	35
3.2.2	Pengembangan dan <i>Training</i> Model.....	37
3.2.3	Evaluasi Performa Model Deteksi	38
3.2.4	Pengembangan <i>Web</i> dan Integrasi dengan Model Deteksi.....	39
3.2.5	Uji Integrasi <i>Backend</i> dan <i>Frontend</i>	41
3.2.6	Pengujian Sistem	43
3.3	Lingkungan Komputasi	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Hasil Penelitian.....	47
4.1.1	Pra-Pemrosesan <i>Dataset</i>	47
4.1.2	Pengembangan dan <i>Training</i> Model.....	52
4.1.3	Evaluasi Performa Model Deteksi	57
4.1.4	Pengembangan <i>Web</i> dan Integrasi dengan Model Deteksi.....	60
4.1.5	Hasil Uji Integrasi <i>Backend</i> dan <i>Frontend</i>	66

4.1.6	Pengujian Sistem	69
4.2	Pembahasan Penelitian	73
4.2.1	Efektivitas Pra-Pemrosesan <i>Dataset</i>	73
4.2.2	Analisis Performa Model YOLOv11n.....	76
4.2.3	Analisis Performa Sistem Deteksi Berbasis Web.....	79
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		83
5.1	Simpulan.....	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Proporsi Pembagian <i>Dataset</i>	37
Tabel 3.2 Skenario Uji Integrasi <i>Backend</i> dan <i>Frontend</i>	41
Tabel 4.1 Distribusi <i>Dataset</i> Berdasarkan Kategori Objek.....	48
Tabel 4.2 Distribusi <i>Dataset</i> Setelah Augmentasi.....	50
Tabel 4.3 Pembagian 3 <i>Subset Dataset</i>	52
Tabel 4.4 Konfigurasi <i>Hyperparameter</i> Pelatihan YOLOv11n	53
Tabel 4.5 Hasil Metrik Evaluasi pada <i>Dataset</i> Validasi	56
Tabel 4.6 Hasil Metrik Evaluasi pada <i>Dataset</i> Pengujian.....	59
Tabel 4.7 Halaman <i>Web</i> Sistem Deteksi.....	60
Tabel 4.8 Parameter Optimasi Model YOLOv11n.....	64
Tabel 4.9 Hasil Uji Integrasi <i>Backend</i> dan <i>Frontend</i>	67
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi pada Video Lokal	70
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Akurasi Deteksi pada IP CCTV <i>Real-time</i>	70
Tabel 4.12 Hasil Pengujian FPS.....	71
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kecepatan Deteksi	71
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Latensi Sistem.....	72
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Respons Sistem <i>Alert</i>	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 YOLO <i>Object Detection</i>	14
Gambar 2.2 Evolusi algoritma YOLO	15
Gambar 2.3 Arsitektur YOLOv3 dengan <i>residual block</i> dan lapisan <i>upsampling</i>	16
Gambar 2.4 Arsitektur YOLO11 dengan blok C3k2 dan modul C2PSA.....	19
Gambar 2.5 Hasil mAP50 dan mAP50-95 YOLO pada <i>ships and vessel dataset</i>	20
Gambar 3.1 Model Pengembangan <i>Waterfall</i>	30
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian Berdasar Model Pengembangan <i>Waterfall</i>	31
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem Deteksi.....	32
Gambar 3.4 Diagram Alir <i>Backend</i>	39
Gambar 3.5 Diagram Alir <i>Frontend</i>	40
Gambar 4.1 <i>Dataset</i> Pengambilan Lapangan Langsung.....	47
Gambar 4.2 <i>Resize</i> Gambar: <i>Stretch to 640x640</i>	49
Gambar 4.3 <i>Augmentasi Dataset</i>	50
Gambar 4.4 <i>Anotasi Dataset</i>	51
Gambar 4.5 Grafik Perkembangan <i>Loss</i> . a. <i>train/box_loss</i> ; b. <i>train/cls_loss</i> ; c. <i>train/dfl_loss</i> ; d. <i>val/box_loss</i> ; e. <i>val/cls_loss</i> ; f. <i>val/dfl_loss</i>	55
Gambar 4.6 Grafik Perkembangan Metrik Evaluasi. a. <i>Metrics precision</i> ; b. <i>Metrics recall</i> ; c. <i>Metrics mAP50</i> ; d. <i>Metrics mAP50-95</i>	55
Gambar 4.7 Label <i>Ground Truth</i>	57
Gambar 4.8 Hasil Prediksi Model.....	57
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i>	58
Gambar 4.10 Kurva <i>Precision-Recall</i>	59
Gambar 4.11 Halaman Beranda	61
Gambar 4.12 Halaman <i>Monitoring</i>	62
Gambar 4.13 Halaman Rekap Kejadian.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	91
Lampiran 2. Bukti Asistensi Bimbingan Skripsi.....	92
Lampiran 3. <i>Research Data</i> dan <i>Code Repository</i>	94
Lampiran 4. Hasil <i>Training</i> Model YOLOv11n.....	95
Lampiran 5. Hasil Pengujian Performa Sistem	97

DAFTAR PUSTAKA

- Aishwarya Jadhav, Prajakta Sawant, & Sujata Jawale. (2024). Lane Detection, Segmentation, Pothole Detection and Traffic Sign Recognition for ADAS. *International Research Journal on Advanced Engineering and Management (IRJAEM)*, 6(07), 2297–2306. <https://doi.org/10.47392/irjaem.2024.0333>
- Alimuin, R., Dadios, E., Dayao, J., & Arenas, S. (2020). Deep hypersphere embedding for real-time face recognition. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(3), 1671–1677. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14787>
- Alkhamash, E. H. (2025). A Comparative Analysis of YOLOv9 , YOLOv10 , YOLOv11 for Smoke and Fire Detection. *Fire*.
- Azizah, N., Sahria, Y., Sahwari, & Iskandar, M. (2023). Car Vehicle Image Object Detection Using You Only Live Once (YOLO). *Anterior Jurnal*, 12(III).
- Bachani, A. M., Patel, N., Ahsan, H., & Shelton, D. (2024). *The Case for Investing in Post-Crash Care in ASIA And The Pasific*. 104.
- Baghbanbashi, M., Raji, M., & Ghavami, B. (2023). Quantizing YOLOv7: A Comprehensive Study. *2023 28th International Computer Conference, Computer Society of Iran (CSICC)*, 1–5.
- Basaran, E., Comert, Z., Çelik, Y., Velappan, S., & Togacar, M. (2020). Determiration of Tympanic Membrane Region in the Middle Ear Otoscope Images with Convolutional Neural Network Based YOLO Method. *Deu Muhendislik Fakultesi Fen ve Muhendislik*, 22(66), 919–928. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2020226625>
- Berhanu, Y., Alemayehu, E., & Schroder, D. (2023). Examining Car Accident Prediction Techniques and Road Traffic Congestion : A Comparative Analysis of Road Safety and Prevention of World Challenges in Low-Income and High-Income Countries. *Journal of Advanced Transportation*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2023/6643412>
- Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. *ArXiv Preprint ArXiv:2004.10934*.
- Dai, Y., Liu, W., Li, H., & Liu, L. (2020). Efficient Foreign Object Detection between PSDs and Metro Doors via Deep Neural Networks. *IEEE Access*, 8, 46723–46734. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2978912>
- Dasu, G. K., Archana, B., Pranitha, C., Archana, K., & Jayasri, K. (2024). Local Adaptive Image Equalization. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, 1–11. <https://doi.org/10.55041/IJSREM29906>
- Dong, L., Cheng, J., Sha, B., & Wang, J. (2022). Object detection algorithms based on deep learning. *International Conference on Cloud Computing, Performance Computing, and Deep Learning (CCPCDL 2022)*, 12287, 1228702.
- Dumagpi, J. K., Jung, W. Y., & Jeong, Y. J. (2020). A new GAN-based anomaly

- detection (GBAD) approach for multi-threat object classification on large-scale x-ray security images. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E103D*(2), 454–458. <https://doi.org/10.1587/transinf.2019EDL8154>
- Ghiffari, L., Gusriani, N., & Parmikanti, K. (2021). Pemetaan Jenis Tindak Kriminal di Indonesia Berdasarkan Karakteristik Wilayah Menggunakan Canonical Correspondence Analysis (CCA). *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, *5*(2), 133–145. <https://doi.org/10.21009/jsa.05202>
- Gunawan, C. R., Nurdin, & Fajriana. (2022). Design of A Real-Time Object Detection Prototype System with YOLOv3 (You Only Look Once). *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, *2*(3), 96–99. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v2i3.309>
- Hajia, M. C., & Sahban, E. (2022). Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota Baubau Pasarwajo. *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, *7*(1), 29–33. <https://doi.org/10.35326/scej.v7i1.2150>
- Hattu, A., & Susetyo, Y. (2024). Development of Operational Application System at PT. XYZ with Flask Overriding. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, *4*(April), 312–320.
- Hisyam, C. J., Rodja, Z., Salsabila, N., Aisyah, K. P., Aldrian, N., & Augea, S. M. (2023). Kekerasan Badan Dan Nyawa: Analisis Kasus Pembegalan Berdasarkan Teori Anomie Durkheim. *Jurnal Ilmiah Research Student*, *1*(2), 492–500. <https://ejurnal.kampusakademik.co.id/index.php/jirs/article/view/349/353>
- Indarti, D. (2023). Pengendalian Kualitas Produksi Lembaran Baja Melalui Klasifikasi Jenis Cacat Permukaan Menggunakan CNN. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, *12*(2), 165–172. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v12i2.5862.165-172>
- Jegham, N., Koh, C. Y., Abdelatti, M., & Hendawi, A. (2024). Evaluating the Evolution of YOLO (You Only Look Once) Models : A Comprehensive Benchmark Study of YOLO11 and Its Predecessors. *ArXiv Preprint ArXiv:2411.00201*, 1–20.
- Jocher, G. (2020). *Ultralytics YOLOv5*. <https://Docs.Ultralytics.Com>.
- Kadhum, A. N., & Kadhum, A. N. (2023). Literature Survey on YOLO Models for Face Recognition in Covid-19 Pandemic. *Journal of Image Processing and Intelligent Remote Sensing*, *34*, 27–35. <https://doi.org/10.55529/jipirs.34.27.35>
- Kinanti, W. U. D., & Wungo, G. L. (2023). Tingkat Keamanan Ruang Publik Bagi Kaum Perempuan dengan Pendekatan CPTED di Koridor Jalan Cihampelas Bandung. *Tataloka*, *25*(4), 270–280. <https://doi.org/10.14710/tataloka.25.4.270-280>
- Kishor, R. (2024). *Performance Benchmarking of YOLOv11 Variants for Real-Time Delivery Vehicle Detection: A Study on Accuracy , Speed , and Computational*. *17*(12), 108–122.
- Lestari, U. S., & Khairat, A. (2021). Identifikasi Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Luar Kota Banjarbaru. *Borneo Engineering : Jurnal*

- Teknik Sipil*, 5(2), 155–166. <https://doi.org/10.35334/be.v5i2.1849>
- Li, Y., Guo, J., Guo, X., Liu, K., Zhao, W., Luo, Y., & Wang, Z. (2020). A Novel Target Detection Method of the Unmanned Surface Vehicle under All-Weather Conditions with. *Sensors*.
- Lin, Y.-K., Tu, C.-Y., Kurosawa, L., Liu, J.-H., Wang, Y.-Z., & Roy, D. (2024). Applications of Computer Vision in Transportation Systems: A Systematic Literature Review. *SHS Web of Conferences*, 194, 01004. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202419401004>
- Liu, Y., Hayashi, Y., Oda, M., Kitasaka, T., & Mori, K. (2024). YOLOv7-RepFPN: Improving real-time performance of laparoscopic tool detection on embedded systems. *Healthcare Technology Letters*, 11(2–3), 157–166. <https://doi.org/10.1049/htl2.12072>
- Liu, Y., Huang, A., Luo, Y., Huang, H., Liu, Y., Chen, Y., Feng, L., Chen, T., Yu, H., & Yang, Q. (2020). FedVision: An Online Visual Object Detection Platform Powered by Federated Learning. *The Thirty-Second Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference (IAAI-20)*.
- Matsuzono, K., Asaeda, H., & Turetti, T. (2017). Low latency low loss streaming using in-network coding and caching. *IEEE INFOCOM 2017 - IEEE Conference on Computer Communications*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2017.8057026>
- Mittal, H. (2023). *Kidney CT Image Analysis Using CNN*. 17–21. <https://doi.org/10.5121/csit.2023.131403>
- NTMC Redaksi. (2024). *Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Didominasi Oleh Kendaraan Roda dua*. Korlantas.Polri.Go.Id. <https://korlantas.polri.go.id/index.php/2024/10/10/kecelakaan-lalulintas-di-indonesia-didominasi-oleh-kendaraan-roda-dua/>
- Nusari, A. N., Bozkurt, F., Alawi, A. E. B., & Ozbek, I. Y. (2024). Comparison of YOLO Algorithms for Vehicle Accident Detection and Classification. *International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications (ESmarTA)*. <https://doi.org/10.1109/eSmarTA62850.2024.10638929>
- Nusari, A. N. M., Ozbek, I. Y., & Oral, E. A. (2024). Automatic Vehicle Accident Detection and Classification from Images: A Comparison of YOLOv9 and YOLO-NAS Algorithms Görüntülerden Otomatik Araç Kazası Tespiti ve Sınıflandırma: YOLOv9 ve YOLO-NAS Algoritmasının Karşılaştırılması. *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SIU61531.2024.10600761>
- Parico, A. I. B., & Ahamed, T. (2020). An Aerial Weed Detection System for Green Onion Crops Using the You Only Look Once (YOLOv3) Deep Learning Algorithm. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 13(2), 42–48. https://doi.org/10.37221/eaef.13.2_42
- Puspita, K. D., Kriswardhana, W., & Hayati, N. N. (2020). Analisis Karakteristik Dan Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Jember. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 229–238. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1963.229-238>

- Ratu, R. N., Pamuttu, A., & Bension Johan B. (2021). Karakteristik dan pola luka korban kecelakaan lalu lintas di Ambon. *Moolucca Medica*, 14(1), 63–69.
- Redmon, J. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. *ArXiv Preprint ArXiv:1804.02767*.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 779–788.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2017). YOLO9000: better, faster, stronger. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 7263–7271.
- Road traffic injuries. (2023). Wwww.Who.Int. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Rosales, J. A., Samson, J. G., & Maderazo, C. (2023). Motor Vehicle Crash Detection Using Yolov8 Algorithm. *IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)*, 365–371. <https://doi.org/10.1109/COMNETSAT59769.2023.10420786>
- Scalvini, F., Bordeau, C., Ambard, M., Migniot, C., & Dubois, J. (2022). Low-Latency Human-Computer Auditory Interface Based on Real-Time Vision Analysis. *ICASSP, IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing - Proceedings*, 2022-May, 36–40. <https://doi.org/10.1109/ICASSP43922.2022.9747094>
- Sharif, M. S., Zorto, A., Brown, V. K., & Elmedany, W. (2023). Scalable Machine Learning Model for Highway CCTV Feed Real-Time Car Accident and Damage Detection. *International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)*, 341–348. <https://doi.org/10.1109/3ICT60104.2023.10391543>
- Sharma, A., Kumar, V., & Longchamps, L. (2024). Comparative performance of YOLOv8, YOLOv9, YOLOv10, YOLOv11 and Faster R-CNN models for detection of multiple weed species. *Smart Agricultural Technology*, 9(August), 100648. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100648>
- Sharma, M., Dhanaraj, M., Karnam, S., Chachlakis, D. G., Ptucha, R., Markopoulos, P. P., & Saber, E. (2021). YOLOrs: Object Detection in Multimodal Remote Sensing Imagery. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 1497–1508. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3041316>
- Sharma, N. (2024). *Enhanced Real-Time Computer Vision and Intelligent Decision-Making for Autonomous Vehicle Applications*. 0–27.
- Sofian, H., Than, J. C. M., Mohamad, S., & Noor, N. M. (2021). Calcification detection for intravascular ultrasound image using direct acyclic graph architecture: Pre-Trained model for 1-channel image. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 22(2), 787–794. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v22.i2.pp787-794>
- Sommerville, I. (2011). Software engineering (ed.). *America: Pearson Education Inc.*

- Tian, D., Zhang, C., Duan, X., & Wang, X. (2019). An Automatic Car Accident Detection Method Based on Cooperative Vehicle Infrastructure Systems. *IEEE Access*, 7, 127453–127463. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939532>
- Todingbua, D., & Setiyawati, N. (2022). Pengintegrasian Penyimpanan Google Drive Pada Pembangunan Aplikasi Monitoring Project Menggunakan pyDrive. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 800–809. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4452>
- Vaikunth, Deje, Vishaal, & Balamurali. (2024). *Optimizing Helmet Detection With Hybrid YOLO Pipelines : A Detailed Analysis*. 83–93. <https://doi.org/10.5121/csit.2024.142406>
- Vyas, H., Sharma, S., Senghani, H., Rathod, A., & Vasant, A. (2023). Accident Prone System Using YOLO. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 4099, 9–16.
- Wang, A., Chen, H., Liu, L., Chen, K., Lin, Z., Han, J., & Ding, G. (2024). Yolov10: Real-time end-to-end object detection. *ArXiv Preprint ArXiv:2405.14458*.
- Wang, C.-Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H.-Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 7464–7475.
- Wang, C.-Y., Yeh, I.-H., & Mark Liao, H.-Y. (2024). Yolov9: Learning what you want to learn using programmable gradient information. *European Conference on Computer Vision*, 1–21.
- Wang, C. (2024). *CN-ViT- Visual Object Detection with VisionTransformer*. 0, 14–22. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/95/2024BJ0058>
- Wang, L., Sun, P., Xie, M., Ma, S., Li, B., Shi, Y., & Su, Q. (2020). Advanced Driver-Assistance System (ADAS) for Intelligent Transportation Based on the Recognition of Traffic Cones. *Advances in Civil Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8883639>
- Wang, Y., Zhai, H., Cao, X., & Geng, X. (2023). Cause Analysis and Accident Classification of Road Traffic Accidents Based on Complex Networks. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/app132312963>
- Widia, M., Jamaludin, B. S., Ab Rashid, A. A., Sukadarin, E. H., Fauzan, N. S., Aziz, H. A., Osman, H., Roslin, E. N., Yassierli, Zadry, H. R., Prasetyo, Y. T., & Neubert, M. S. (2021). An Analysis of Rear-End Impact Crash Characteristics and Injury Pattern in Malaysia. *Journal of the Society of Automotive Engineers Malaysia*, 5(3), 381–390. <https://doi.org/10.56381/jsaem.v5i3.180>
- World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517>
- Xie, S., Zhou, Y., Zhong, I., Yan, W., & Zhang, Q. (2022). A package auto-counting model based on tailored YOLO and DeepSort techniques. *MATEC Web of*

Conferences, 02054.

- Xu, M., Li, B., Su, J., Qin, Y., Li, Q., Lu, J., Shi, Z., & Gao, X. (2024). PAS-YOLO : improved YOLOv8 integrating parameter-free attention and channel shuffle for object detection of power grid equipment PAS-YOLO : improved YOLOv8 integrating parameter-free attention and channel shuffle for object detection of power grid equipme. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2835/1/012034>
- Yunistra, G. G., Hardi, H., & Dwiatmoko, H. (2022). *Biaya, Penyebab dan Manajemen Risiko Lokasi Blackspot di Ruas Tol Jati Luhur ITC - Padalarang Barat KM84 -KM 120+500*. 13, 65–80.
- Zainafree, I., Syukria, N., Addina, S., Muhamad, & Saefurrohman, Z. (2022). Epidemiologi Kecelakaan Lalu Lintas: Tantangan dan Solusi. In *Kesehatan Masyarakat* (1st ed.).