

**ANALISIS PENGUJIAN KINERJA SISTEM PENGUKUR
KECEPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN CAMERA
VISION BERBASIS YOLO V5**

PROYEK AKHIR



Oleh:

MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA
NIT. 30223006

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2026**

ANALISIS PENGUJIAN KINERJA SISTEM PENGUKUR KECEPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN CAMERA VISION BERBASIS YOLO V5

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Navigasi Udara



Oleh:

MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA
NIT. 30223006

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PENGUJIAN KINERJA SISTEM PENGUKUR KECEPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN CAMERA VISION BERBASIS YOLO V5

Oleh :
MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA
NIT. 30223006

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 4 Juni 2026

Pembimbing I : Dr. ADE IRFANSYAH, S.T., M.T.
NIP. 198011252002121002



Pembimbing II : Dr. YUYUN SUPRAPTO, S.SiT., M.M.
NIP. 198205072005022002



HALAMAN PENGESAHAN

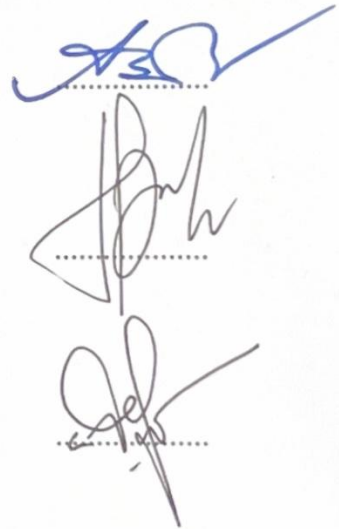
ANALISIS PENGUJIAN KINERJA SISTEM PENGUKUR KECAPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN CAMERA VISION BERBASIS YOLO V5

Oleh :
MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA
NIT. 30223006

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Navigasi Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 4 Juni 2026

Panitia Penguji :

1. Ketua : AHMAD BAHRAWI, S.E., M.T.
NIP. 198005172000121003
2. Sekretaris : Dr. BAMBANG BAGUS H., S.SiT,MM,MT
NIP. 198109152005021001
3. Anggota : Dr. ADE IRFANSYAH, S.T., M.T.
NIP. 198011252002121002



Ketua Program Studi
D3 Teknik Navigasi Penerbangan



Dr. ADE IRFANSYAH, S.T., M.T.
NIP. 19801125 20021210

ABSTRAK

ANALISIS PENGUJIAN KINERJA SISTEM PENGUKUR KECEPATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN CAMERA VISION BERBASIS YOLO V5

Oleh:

MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA

NIT. 30223006

Perkembangan teknologi computer vision membuka peluang dalam pengembangan sistem monitoring kecepatan kendaraan yang lebih modern dan fleksibel dibandingkan metode konvensional berbasis sensor fisik. Di lingkungan Politeknik Penerbangan Surabaya, kebutuhan akan sistem monitoring kecepatan kendaraan menjadi penting untuk mendukung keselamatan dan ketertiban area operasional kampus, khususnya pada jalur kendaraan di sekitar fasilitas pendidikan dan operasional. Namun, penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada sistem pengukuran berbasis sensor atau hanya pada deteksi objek kendaraan, sedangkan analisis kinerja sistem pengukuran kecepatan berbasis *camera vision* menggunakan algoritma YOLOv5 masih belum banyak dibahas secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pengukuran kecepatan kendaraan berbasis *camera vision* menggunakan algoritma YOLOv5. Proses pengukuran dilakukan dengan mendeteksi dan melacak pergerakan kendaraan roda dua menggunakan metode *centroid tracking*, kemudian menghitung estimasi kecepatan berdasarkan perpindahan objek antar-frame video. Pengujian dilakukan pada variasi kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam dengan membandingkan hasil pengukuran sistem terhadap speedometer kendaraan sebagai nilai acuan (*ground truth*). Parameter evaluasi yang digunakan meliputi persentase error, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran kecepatan kendaraan secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Sistem menghasilkan rata-rata persentase error sebesar 5,50%, nilai MAE sebesar 1,60 km/jam, dan RMSE sebesar 1,88 km/jam, sehingga masih berada dalam kategori baik dan dapat diterima. Meskipun terdapat keterbatasan pada perangkat dengan kemampuan komputasi rendah dalam menjalankan proses inferensi secara stabil serta peluang pengembangannya untuk mendukung sistem pengawasan kendaraan operasional di area apron bandara.

Kata kunci : *camera vision*, YOLOv5, pengukuran kecepatan, MAE, RMSE, monitoring kecepatan

ABSTRACT

ANALYSIS OF PERFORMANCE TESTING OF A VEHICLE SPEED MEASUREMENT SYSTEM USING A CAMERA VISION SYSTEM BASED ON YOLO V5

By:

MUHAMMAD SURYA ENDAR PRATAMA
NIT. 30223006

The development of computer vision technology opens up opportunities for the development of a more modern and flexible vehicle speed monitoring system compared to conventional methods based on physical sensors. In the Surabaya Aviation Polytechnic environment, the need for a vehicle speed monitoring system is crucial to support the safety and order of the campus operational area, especially on vehicle routes around educational and operational facilities. However, previous studies have focused more on sensor-based measurement systems or only on vehicle object detection, while the performance analysis of a computer vision-based speed measurement system using the YOLOv5 algorithm has not been discussed in depth. Therefore, this study aims to analyze the performance of a computer vision-based vehicle speed measurement system using the YOLOv5 algorithm. The measurement process is carried out by detecting and tracking the movement of two-wheeled vehicles using the centroid tracking method, then calculating the speed estimate based on the object's displacement between video frames. Tests were conducted at speed variations of 20 km/h, 30 km/h, and 40 km/h by comparing the system's measurement results with the vehicle's speedometer as a reference value (ground truth). The evaluation parameters used include the percentage error, Mean Absolute Error (MAE), and Root Mean Square Error (RMSE). The test results show that the system is capable of measuring vehicle speed in real-time with a fairly good level of accuracy. The system yielded an average error percentage of 5.50%, an MAE value of 1.60 km/h, and an RMSE of 1.88 km/h, which are still in the good and acceptable category. Despite the limitations of devices with low computing capabilities in running the inference process stably, there are development opportunities to support operational vehicle monitoring systems in airport apron areas.

Keywords: camera vision, YOLOv5, speed measurement, MAE, RMSE, speed monitoring

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Surya Endar Pratama
NIT : 30223006
Program Studi : D3 Teknik Navigasi Udara
Judul Proyek Akhir : Analisis Pengujian Kinerja Sistem Pengukur
Kecepatan Kendaraan Menggunakan Camera
Vision Berbasis Yolo v5

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi dan Akademik Penerbangan.

Surabaya, 4 Juni 2026
Yang membuat pernyataan

Muh Surya Endar P
NIT. 30223006

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, yang telah memungkinkan saya untuk menyelesaikan penulisan Proyek Akhir dengan judul "*Analisis Pengujian Kinerja Sistem Pengukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Camera Vision Berbasis Yolo v5*" di Politeknik Penerbangan Surabaya. Dengan berkat-Nya, proposal ini dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md). Saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, khususnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menjalani kehidupan di dunia dan mengizinkan penulis mendapatkan segala bentuk cinta, rahmat, ridha, dan kasih sayang-Nya.
2. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa serta dukungan dalam menyelesaikan Proyek Akhir.
3. Bapak Ahmad Bahrawi, SE., MT. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya dan Ketua Penguji dalam Sidang Proyek Akhir.
4. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.Si.T., M.M.Tr. selaku Sekretaris Penguji pada Sidang Proyek Akhir.
5. Bapak Dr. Ade Irfansyah, ST., MT. selaku Ketua program studi Teknik Navigasi Udara dan selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir
6. Ibu Dr. Yuyun Suprpto, S.SiT., M.M selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa membantu penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir
7. Para dosen serta instruktur pada program studi Teknik Navigasi Udara Angkatan XVI yang telah memberikan ilmu pengetahuan.
8. Rekan Bantuan atas segala dukungan yang telah diberikan, rekan TNU XVI, serta para senior yang telah memberikan motivasi.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk membantu memperbaiki kekurangan-kekurangan tersebut.

Surabaya, 4 Juni 2026



Muh Surya Endar P
30223006

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Analisis Pengujian Kinerja Sistem	6
2.1.2 Efektifitas Penggunaan Alat Ukur	7
2.1.3 Teknologi <i>Camera Vision</i>	8
2.1.4 Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan	9
2.1.5 Algoritma <i>Object Detection</i>	17
2.1.6 Tracking Objek (<i>Object Tracking</i>)	19
2.1.7 Kalibrasi Piksel-ke-Meter (<i>Pixel-to-Meter Calibration</i>)	20
2.1.8 Konsep Perhitungan Kecepatan Antar-Frame	21
2.1.9 Metode Eksperimen Kuantitatif	22
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	23
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian	28

3.2 Metode Pengumpulan Data	29
3.2.1 Studi Literatur	29
3.2.2 Observasi	30
3.3 Variabel Penelitian.....	30
3.3.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	30
3.3.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	31
3.3.3 Variabel Kontrol (<i>Controlled Variable</i>)	31
3.4 Perancangan Sistem.....	32
3.4.1 Spesifikasi Prototype Sistem	36
3.5 Implementasi	37
3.5.1 Kalibrasi Area Pengukuran	37
3.5.2 Perhitungan Kecepatan	38
3.5.3 Pengujian Sistem.....	39
3.6 Teknik Analisis Data.....	41
3.6.1 Perhitungan Error (Selisih Pengukuran).....	41
3.6.2 Mean Absolute Error (MAE)	41
3.6.3 Root Mean Square Error (RMSE)	42
3.6.4 Persentase Error	42
3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil Penelitian.....	49
4.1.1 Implementasi Sistem.....	49
4.1.2 Implementasi Pemograman.....	55
4.1.3 Hasil Implementasi Sistem	60
4.1.4 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan.....	62
4.1.5 Analisis Error Sistem	67
4.1.6 Analisis Kinerja Sistem.....	70
4.2 Pembahasan Penelitian	70
BAB V PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	77

LAMPIRAN.....	A-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kamera Webcam HD.....	10
Gambar 2. 2 Raspberry Pi	13
Gambar 2. 3 Speaker Aktif.....	15
Gambar 2. 4 Deteksi Objek YOLO	19
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem.....	33
Gambar 3. 3 Flowchart Python	35
Gambar 3. 4 Lokasi Pengujian	40
Gambar 4. 1 Block Diagram	50
Gambar 4. 2 Schematic Diagram	51
Gambar 4. 3 Wiring Diagram.....	52
Gambar 4. 4 Algoritma Pemograman.....	53
Gambar 4. 5 Import Library	55
Gambar 4. 6 Inisialisasi Pendukung.....	56
Gambar 4. 7 Inisialisasi Kamera dan Konfigurasi Frame Video	56
Gambar 4. 8 Pemuatan Model YOLOv5.....	57
Gambar 4. 9 Pembacaan Frame Video dari Kamera	57
Gambar 4. 10 Inferensi YOLOv5.....	58
Gambar 4. 11 Seleksi dan Penyaringan Objek Kendaraan.....	58
Gambar 4. 12 Deteksi Pelanggaran Batas Kecepatan	59
Gambar 4. 13 Alarm dan Penyimpanan Bukti Pelanggaran.....	59
Gambar 4. 14 Hasil Monitoring	60
Gambar 4. 15 Hasil Tampilan Sistem.....	60
Gambar 4. 16 Hasil Tracking Objek	61
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada 20 km/jam	63
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada 30 km/jam	65
Gambar 4. 19 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada 40 km/jam	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Datasheet Kamera Webcam.....	11
Tabel 2. 2 Datasheet Raspberry Pi	13
Tabel 2. 3 Datasheet Speaker Aktif	15
Tabel 2. 4 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	23
Tabel 3. 1 Spesifikasi Prototype.....	36
Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan 20 km/jam	43
Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan 30 km/jam	43
Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan 40 km/jam	43
Tabel 3. 5 Hasil Pengukuran dengan referensi 20 km/jam.....	44
Tabel 3. 6 Hasil Pengukuran dengan referensi 30 km/jam.....	44
Tabel 3. 7 Hasil Pengukuran dengan referensi 40 km/jam.....	45
Tabel 3. 8 Kriteria Keberhasilan Sistem	46
Tabel 3. 9 Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 4. 1 Implementasi Perangkat Keras.....	49
Tabel 4. 2 Implementasi Perangkat Lunak	54
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada Batas 20 km/jam.....	64
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada Batas 30 km/jam.....	65
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kecepatan Kendaraan pada Batas 40 km/jam.....	67
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan MAE dan RMSE pada Pengujian 20 km/jam.....	68
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan MAE dan RMSE pada Pengujian 30 km/jam.....	68
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan MAE dan RMSE pada Pengujian 40 km/jam.....	69
Tabel 4. 10 Kriteria Keberhasilan Sistem	70

DAFTAR PUSTAKA

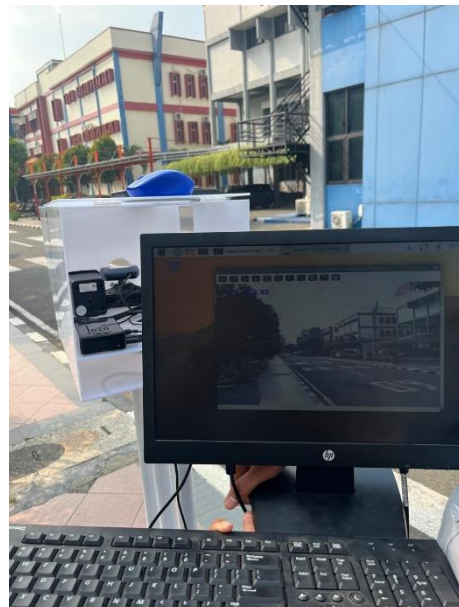
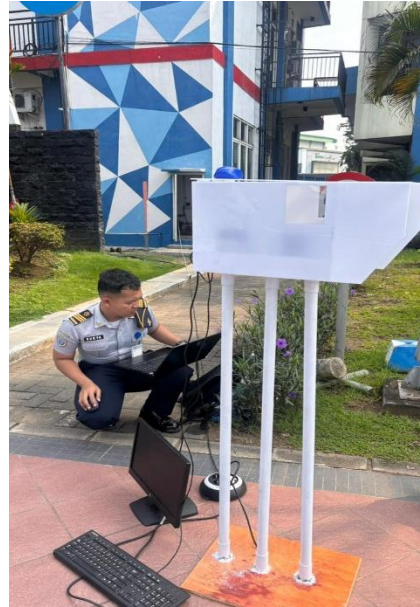
- Abbas, A. F., Sheikh, U. U., Al-dhief, F. T., Norzali, M., & Mohd, H. (2021). *A comprehensive review of vehicle detection using computer vision*. 19(3), 838–850. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v19i3.12880>
- Ade Mulyanto, T., Habiby, M., & Adam, R. (2021). *Home Automation System dengan Menggunakan Raspberry Pi 4* (Vol. 11, Number 1).
- Afif Z., Azhari D. S., Kustati M., & Sepriyanti N. (2023). Penelitian ilmiah (kuantitatif) beserta paradigma, pendekatan, asumsi dasar, karakteristik, metode analisis data dan outputnya. *Journal Of Social Science Research*, 3(3), 682–693.
- Agma, A. R. (2025). Penerapan Computer Vision untuk Deteksi Objek dan Pengenalan Wajah. *Jurnal Komputer Dan Teknik Informatika*, 1(1), 31–37.
- Agustri, N. D. (2021). *Perancangan Alat Ukur Kelajuan Kendaraan Bermotor Berbasis Kamera CCD*. 10(2), 149–155.
- Ai, T. (2025). *International Journal of Sustainable Development Vehicle Speed Estimation using Convolutional Neural Networks*. 4(1), 1–15.
- Aida, A. , Hermina, D. , & Norlaila, N. (2025). Jenis data penelitian kuantitatif (korelasional, komparatif, dan eksperimen). *Al-Manba*, 10(1), 31–40.
- Aini, Q. , Lutfiani, N. , Kusumah, H. , & Zahran, M. S. (2021). Deteksi dan pengenalan objek dengan model machine learning: Model YOLO. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6, 192.
- Ambarawan, I. K. M. , & Kadyanan, I. G. A. G. A. (2025). Identifikasi dan klasifikasi suara vokal menggunakan metode Fast Fourier Transform. *Jurnal Nasional Teknologi Informasi Dan Aplikasinya*, 3(4), 815–824.
- Apridiansyah, Y., Padli, Z., Reswan, Y., & Witriyono, H. (2025). Penerapan Metode YOLOv5 untuk Klasifikasi dan Deteksi Objek Menggunakan Video Non-Real-Time. *Jurnal PROCESSOR*, 20(2). <https://doi.org/10.33998/processor.2025.20.2.2508>
- Aulia Ramadhani, S., Anandika, A., Syahputra, R., & Purbolingga, Y. (2025). Animal Protection System Cats and Dogs Approaching The Substance With The Mini Computer. *CHIPSET*, 6(01), 18–29. <https://doi.org/10.25077/chipset.6.01.18-29.2025>
- Dela Fahiran Pandiangan, & Meyniar Albina. (2025). Model dan Tahapan Penelitian Kuantitatif: Pendekatan Teoretis dan Praktis dalam Kajian Pendidikan. *Jurnal IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 3(3), 724–730. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v3i3.1494>

- Hakim, D. K. (2025). Implementasi Algoritma Homogeneity Untuk Deteksi Tepi Pada Citra Pankromatik. *ADA Journal of Information System Research*, 2(2), 60–67. <https://doi.org/10.64366/adajisr.v2i2.75>
- Hamidah, I., Haromain, I., Drehem, I. M., Informatika, T., Tinggi, S., Terpadu, T., Fikri, N., & Selatan, J. (2025). Evaluasi Pengujian Kinerja Menggunakan Jmeter untuk Menunjang Stabilitas Aplikasi Layanan Perbankan Pada PT Bank Rakyat Indonesia Tbk. *Journal of Digital Business and Technology Innovation (DBESTI)*, 2(1), 114–126. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/DBESTI>
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): When to use them or not. *Geoscientific Model Development*, 15(14), 5481–5487.
- Informatika, S. T. (2022). *Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5*. 6, 13971–13982.
- Kamil, D. A., & B, A. H. (2023). *Robust Vehicle Speed Estimation Based on Vision Sensor Using YOLOv5 and DeepSORT*. 36–46.
- Kamoji, S., Koshti, D., Dmonte, A., George, S. J., & Pereira, C. S. (2020). *Image Processing based Vehicle Identification and Speed Measurement*. 523–527.
- Khoiruddin Akmal, B., Lestari, W., & Pradana, A. I. (2025). Personal Protective Equipment Completeness Monitoring System Using YOLO-Based Computer Vision. In *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)* (Vol. 9, Number 4). <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- Linda, D., & Agus, I. (2025). Model Pelacakan Objek Berbasis YOLO-OCSort Untuk Estimasi Kepadatan Lalu Lintas. *Jurnal Informatika*, 25(1), 46–58. <https://doi.org/10.30873>
- Lv, Z., Wang, R., Wang, Y., Zhou, F., & Guo, N. (2024). *Research on multi-object detection technology for road scenes based on*. 1–24. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2021>
- Macko, A., Gajdošech, L., & Kocur, V. (2025). Efficient vision - based vehicle speed estimation. *Journal of Real-Time Image Processing*, 22(3), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11554-025-01704-z>
- Mahardhika, D. S. , & Pakereng, M. A. (2026). Deteksi Objek Secara Real-Time Berbasis YOLOv8 dan Algoritma DeepSORT. *Jurnal Media Computer Science*, 5(1), 671–686.
- Mardhalena, M. M. , & Nathasia, N. D. (2022). Parking sensor system untuk mendeteksi jarak aman kendaraan menggunakan sensor ultrasonic berbasis

- arduino uno atmega328. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(4), 1391-1400.
- Nikmah, A. , & Ramadani, R. (2024). Analisis Kinerja Sistem LiDAR (Light Detection and Ranging) dalam Pengukuran Jarak dengan Pendekatan Simulasi: Evaluasi Ketepatan dan Keandalan Pengukuran. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(5).
- Paembonan, S., Suppa, R., & Palopo, K. (2024). *Rancang pendeteksian kecepatan kendaraan berbasis arduino*. 12(3).
- Permana, A. K., & Rachmawan, A. (2023). Studi Komparasi Platform Open-Source Internet of Things. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 21(1), 43–48. <https://doi.org/10.52330/jtm.v21i1.38>
- Pratama, M. R., & Laksmiati, D. (2025). Prototipe Sistem Deteksi Burung Menggunakan ESP32-Cam dan Algoritma YOLO. *Jurnal Ilmiah Giga*, 27(2), 78–87. <https://doi.org/10.47313/jig.v27i2.3826>
- Pratama, Moh. R., Lamasitudju, C., Pusadan, M. Y., Laila, R., & Pratama, S. A. (2025). Pengembangan Sistem Keamanan Kamera Pengawas Berbasis Internet Of Things (Iot) dengan Teknologi Deteksi Objek menggunakan Raspberry Pi dan Notifikasi Telegram. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 10(4), 3443–3456. <https://doi.org/10.29100/jipi.v10i4.6562>
- Purnomo, A., & Hartono, R. (2025). Analisa Waktu Respon pada Metode Pengukuran Jarak pada Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(1), 39–46. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2025128690>
- Raihan Wahidin, F., Witanti, W., Ramadhan, E., Jenderal Achmad Yani, U., Bandung, K., & Korespondensi, P. (2025). *Pengontrolan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Teknologi Deteksi Kendaraan YOLOv4*. 12(5), 2355–7699.
- Rianto, S. P. S. , Purnamasari, S. , & Juliansa, H. (2025). Dari Slide ke Game: Mengembangkan Aplikasi Teka-teki Berbasis PowerPoint untuk Mendukung Pembelajaran Digital di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal SIFRA–Jurnal Sistem, Informasi, Dan Rekayasa*, 1(1), 30–41.
- Rinanto, N. , F. A. , H. M. K. , & R. P. N. (2026). Penerapan Deteksi Kecacatan Buah Jeruk Menggunakan Model Deep Learning YOLOv5. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1).
- Samuel Anaya Zai, Sindy Fitriani Margaret, & Yohanna Permata Putri. (2023). Sistem Pendeteksi Kecepatan Kendaraan dengan Menggunakan Metode Deep Learning. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*, 1(6), 397–406. <https://doi.org/10.54066/jikma.v1i6.1163>

- Saputra, J. , Hafrida, E. , & Musri, M. (2021). Pengukuran Waktu Kerja Berbasis Stopwatch Time Study dan Analisis Keselamatan Kesehatan Kerja Pada Pabrik Tahu Sukri Bukit Batrem Dumai. *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, 16(1), 86–93.
- Sobirin, M. , & Wijonarko, P. (2025). Pemantauan Keamanan Real-Time pada Base Transceiver Station (BTS) Menggunakan YOLOv8 dan Integrasi Telegram: Optimasi Model dan Evaluasi Performa. *ILKOMNIKA*, 7(3), 533–547.
- Suhaimi, K. S. , & Muhtar, A. (2025). Kalibrasi sensor tegangan berbasis least square untuk meteran energi rumah tangga. *Elekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 13(2), 221-230.
- Szeliski, R. (2022). *Computer Vision : Algorithms and Applications 2nd Edition*.
- Umar, S. M. , & Justam, J. (2025). Development of a Motor Vehicle Rearview Image Pattern Recognition System for Detection of Traffic Flow Violations on One-Way Roads: Image processing. *Jurnal Media Informatika*, 6(3), 1784–1792.
- Wahyuni, S. , & Sulaeman, M. (2022). Penerapan algoritma deep learning untuk sistem absensi kehadiran deteksi wajah di PT Karya Komponen Presisi. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 7(1), 12–21.
- Wibowo, H., & Febriansyah, N. A. (2024). *Enhancing Vehicle Speed Measurement With Web-Based Camera Integration*.
- Wijanarko, R. G. , Pradana, A. I. , & Hartanti, D. (2024). Implementasi Deteksi Drone Menggunakan YOLO (You Only Look Once). *JURNAL FASILKOM*, 14(2), 437–442.
- Zhang, H. (2023). *Machine Vision : A Comprehensive Analysis of Techniques , Applications , and Challenges*. 71, 299–304.
- Zulfikri, M., Abd Latif, K., Hammad, R., Syahrir, M., & Studi, P. (2021). Deteksi dan Estimasi Kecepatan Kendaraan dalam Sistem Pengawasan Lalu Lintas Menggunakan Pengolahan Citra Detection and Estimation of Vehicle Speed in Traffic Control Systems Using Image Processing. In *Agustus* (Vol. 20, Number 3).

LAMPIRAN
LAMPIRAN A. DOKUMENTASI PENGUJIAN ALAT



B. FORMULIR PENGUJIAN

No	Kecepatan Spedometer (km/jam)	Kecepatan Sistem Camera Vision (km/jam)	Selisih (Error)	Persentase Error (%)
1	20	19	1	5 %
2	20	20	0	0 %
3	20	19	1	5 %
4	20	21	1	5 %
5	20	17	3	15 %

No	Kecepatan Spedometer (km/jam)	Kecepatan Sistem Camera Vision (km/jam)	Selisih (Error)	Persentase Error (%)
1	30	29	1	3,3 %
2	30	26	4	13,3 %
3	30	29	1	3,3 %
4	30	31	1	3,3 %
5	30	28	2	6,7 %

No	Kecepatan Spedometer (km/jam)	Kecepatan Sistem Camera Vision (km/jam)	Selisih (Error)	Persentase Error (%)
1	40	38	2	5 %
2	40	39	1	2,5 %
3	40	37	3	7,5 %
4	40	42	2	5 %
5	40	41	1	2,5 %

20 km/jam

Pengukuran ke-	Rata-rata Sistem	MAE	RMSE	Keterangan
1	19,0	1,2	1,55	Baik
2	20,0	1,2	1,55	Baik
3	19,0	1,2	1,55	Baik
4	21,0	1,2	1,55	Baik
5	17,0	1,2	1,55	Baik

30 km/jam

Pengukuran ke-	Rata-rata Sistem	MAE	RMSE	Keterangan
1	29,0	1,8	2,14	Baik
2	26,0	1,8	2,14	Baik
3	29,0	1,8	2,14	Baik
4	31,0	1,8	2,14	Baik
5	28,0	1,8	2,14	Baik

40 km/jam

Pengukuran ke-	Rata-rata Sistem	MAE	RMSE	Keterangan
1	38,0	1,8	1,95	Baik
2	39,0	1,8	1,95	Baik
3	37,0	1,8	1,95	Baik
4	42,0	1,8	1,95	Baik
5	41,0	1,8	1,95	Baik

LAMPIRAN C. KODE PROGRAM

```
import cv2
import numpy as np
import time
import os
from datetime import datetime
import onnxruntime as ort
import pygame

pygame.mixer.init()
alarm_sound = None

try:
    # Memuat file instrumen audio digital peringatan
    alarm_sound = pygame.mixer.Sound("alarm.wav")
    print("File audio alarm.wav berhasil dimuat.")
except Exception as e:
    print(f"Peringatan: File 'alarm.wav' tidak ditemukan. Error: {e}")

FOLDER_SIMPAN = "pelanggaran_capture"
if not os.path.exists(FOLDER_SIMPAN):
    os.makedirs(FOLDER_SIMPAN)

SPEED_LIMIT = 40

cap = cv2.VideoCapture(0)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 640)
```

```

cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 480)

FRAME_SKIP_INTERVAL = 2
frame_count = 0
saved_boxes = []

model_path = "yolov5s.onnx"

available_providers = ort.get_available_providers()
providers = [p for p in ['CUDAExecutionProvider', 'CPUExecutionProvider'] if p
in available_providers]
session = ort.InferenceSession(model_path, providers=providers)

input_name = session.get_inputs()[0].name
output_names = [output.name for output in session.get_outputs()]
print(" SMART TRAFFIC MONITOR SYSTEM ACTIVE (WITH AUTO-CAPTURE)
")
print(f" Running on: {providers[0]}")
print(f" Batas Kecepatan Maksimal: {SPEED_LIMIT} km/jam")
print(f" Folder Penyimpanan Bukti: {FOLDER_SIMPAN}/")

last_capture_time = 0
while cap.isOpened():
    start_time = time.time()
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        print("Gagal membaca aliran data sensor kamera.")
        break

```

```

frame_count += 1

overspeed_detected = False

vehicle_type_pelanggar = "Kendaraan"


if frame_count % FRAME_SKIP_INTERVAL == 0:

    blob = cv2.dnn.blobFromImage(frame, 1/255.0, (640, 640), swapRB=True,
crop=False)

    blob = blob.astype(np.float16) # Akselerasi via komputasi setengah presisi


    outputs = session.run(output_names, {input_name: blob})

    detections = outputs[0][0]

    saved_boxes = []


    for i in range(len(detections)):

        detection = detections[i]

        confidence = detection[4]


        if confidence > 0.5:

            classes_scores = detection[5:]

            class_id = np.argmax(classes_scores)


            if class_id in [1, 3]:

                x_center, y_center, width, height = detection[0:4]


                box_x = int((x_center - width/2) * 640 / 640)

                box_y = int((y_center - height/2) * 480 / 640)

                box_w = int(width * 640 / 640)

                box_h = int(height * 480 / 640)

```

```

saved_boxes.append((box_x, box_y, box_w, box_h, class_id))

for box in saved_boxes:
    bx, by, bw, bh, cid = box
    speed = 45

    label_name = "Motor" if cid == 3 else "Sepeda Listrik"
    if speed > SPEED_LIMIT:
        overspeed_detected = True
        vehicle_type_pelanggar = label_name
        box_color = (0, 0, 255)
        text_color = (0, 0, 255)
        display_text = f"{label_name} | {speed} km/h (OVERSPEED!)"
    else:
        box_color = (0, 255, 0)
        text_color = (0, 255, 0)
        display_text = f"{label_name} | {speed} km/h"

    cv2.rectangle(frame_display, (bx, by), (bx + bw, by + bh), box_color, 2)
    cv2.putText(frame_display, display_text, (bx, by - 10),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, text_color, 2)
    if overspeed_detected:
        if not pygame.mixer.get_busy():
            if alarm_sound is not None:
                alarm_sound.play()

    current_timestamp = time.time()
    if current_timestamp - last_capture_time > 2.0:

```

```

waktu_file = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")

nama_file =
f"{FOLDER_SIMPAN}/PELANGGARAN_{vehicle_type_pelanggar}_{waktu_file}
.jpg"

cv2.imwrite(nama_file, frame_display)

print(f"[ALERT] Bukti pelanggaran berhasil dicapture: {nama_file}")

last_capture_time = current_timestamp

fps = 1.0 / (time.time() - start_time)
cv2.putText(frame_display, f"FPS: {fps:.2f}", (20, 40),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (255, 0, 0), 2)

current_waktu = datetime.now().strftime("%d-%m-%Y %H:%M:%S")
cv2.putText(frame_display, current_waktu, (360, 40),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, (255, 255, 255), 2)

cv2.imshow("Smart Speed Traffic Monitor - Laptop View", frame_display)
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
pygame.mixer.quit()

print("Sistem dihentikan dengan aman. Seluruh alokasi memori hardware
dibebaskan.")

```

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Surya Endar Pratama, Lahir di Sragen pada 26 Mei 2002. Bertempat tinggal di Kel.Prampalan, Kec.Masaran, Kab.Sragen, Jawa Tengah. Memulai Pendidikan di TKIT pada tahun 2006-2008 kemudian melanjutkan pendidikan di SDMT Masaran pada Tahun 2008-2014. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMP Muhammadiyah 2 Masaran pada Tahun 2014 dan lulus pada Tahun 2017. Kemudian tamat SMP dan melanjutkan ke SMK SAKTI GEMOLONG pada Tahun

2017-2020. Memulai pendidikan D-III Teknik Navigasi Udara Angkatan XV pada tahun 2023 hingga sekarang di Politeknik Penerbangan Surabaya. Selama masa Pendidikan telah mengikuti *On the Job Training I (OJT)* di Perum LPPNPI Kantor Cabang Surabaya selama tiga bulan dari bulan Oktober 2025 sampai Desember 2025, dan *On the Job Training II (OJT)* di *Injourney Airports* Cabang Bandara Banyuwangi selama tiga bulan dari bulan Januari 2026 sampai Maret 2026.