

Sistem Pendeteksi Area *Blind spot* pada Kendaraan Truk Menggunakan *Computer vision* dan Sensor Ultrasonik JSN-SR04T Berbasis *Internet of Things*

Fuji Aulia Rahmi, Meqorry Yusfi*

Laboratorium Elektronik dan Instrumentasi, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 25 Januari 2026
Direvisi: 10 Agustus 2026
Diterima: 30 September 2026

Kata kunci:

Blind spot
Computer vision
IoT
Sensor Ultrasonik
YOLO

Keywords:

Blind spot
Computer vision
IoT
Ultrasonic Sensor
YOLO

Penulis Korespondensi:

Meqorry Yusfi
Email: meqorryyusfi@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Bertambahnya jumlah kendaraan meningkatkan angka kecelakaan, salah satunya disebabkan area *blind spot* pada truk yang menghalangi pandangan pengemudi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendeteksi *blind spot* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor ultrasonik JSN-SR04T sebagai peringatan dini dan *computer vision* menggunakan YOLOv11n pada ESP32-CAM untuk deteksi objek. Metode penelitian meliputi pengumpulan dan augmentasi dataset awal 417 citra, pelatihan model YOLOv11n pada *Google Colab*, serta perancangan perangkat keras yang terdiri dari JSN-SR04T, ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266, dan LED, dengan komunikasi data berbasis MQTT untuk pemantauan *real-time*. Hasil uji posisi menunjukkan akurasi tertinggi pada posisi depan untuk mobil sebesar 93% (jarak 142 cm), sedangkan jarak deteksi terjauh terjadi pada posisi belakang untuk pejalan kaki hingga 329 cm (akurasi 73%). Hasil uji kecepatan menunjukkan akurasi pada 10–20 km/jam mencapai 100% (mobil), 90% (pengendara motor), dan 80% (pejalan kaki), lalu menurun pada 50 km/jam menjadi 70%, 60%, dan 50%. Sistem efektif sebagai peringatan dini pada kecepatan rendah–sedang, namun memerlukan peningkatan untuk objek kecil pada kecepatan tinggi.

The rising number of vehicles has led to increased traffic accidents, partly due to blind spot areas on trucks that block the driver's view of surrounding objects. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based blind spot detection system integrating a JSN-SR04T ultrasonic sensor for early warning and computer vision using YOLOv11n on an ESP32-CAM for object detection. The method includes collecting and augmenting an initial dataset of 417 images, training the YOLOv11n model on Google Colab, and designing hardware consisting of the JSN-SR04T sensor, ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266, and LED indicators, with MQTT-based communication for real-time monitoring. Position testing shows the highest accuracy in the front position for cars at 93% (142 cm), while the farthest detection distance is achieved for pedestrians in the rear position up to 329 cm (73% accuracy). Speed testing indicates accuracy at 10–20 km/h reaches 100% (car), 90% (motorcyclist), and 80% (pedestrian), then drops at 50 km/h to 70%, 60%, and 50%. The system is effective for early warnings at low to moderate speeds but requires improvement for small objects at high speeds.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan di jalan raya berbanding lurus dengan tingginya tingkat kecelakaan (Kariyana et al., 2024). Area *blind spot* pada truk merupakan salah satu faktor penyebab kecelakaan lalu lintas yang signifikan. *Blind spot* adalah area di sekeliling kendaraan yang tidak terjangkau oleh pandangan langsung pengemudi, sehingga objek di area ini rawan tidak terdeteksi dan dapat menyebabkan tabrakan. Semakin besar dimensi kendaraan, semakin luas pula area *blind spot* yang dimiliki (KNKT, 2022). Oleh karena itu, pemantauan *blind spot* menjadi aspek krusial dalam upaya meningkatkan keselamatan berkendara.

Berbagai pendekatan telah diusulkan untuk mendeteksi objek pada area *blind spot*. Kusuma et al. (2020) merancang sistem deteksi *blind spot* untuk truk tangki menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek pada sisi kendaraan. Sistem serupa dikembangkan oleh Dzulkarnain & Wahid (2021) untuk kendaraan penumpang dengan memanfaatkan tiga sensor ultrasonik, mikrokontroler Arduino, buzzer, dan LED sebagai peringatan. Abdillah et al. (2024) membangun sistem keamanan jarak untuk truk trailer berbasis IoT yang mengandalkan sensor jarak ultrasonik untuk mendeteksi hambatan di *blind spot*. Selain itu, Muzammel et al. (2022) mengembangkan sistem deteksi *blind spot* untuk kendaraan komersial menggunakan arsitektur *Multi Deep CNN* yang menggabungkan CNN dengan *Faster R-CNN*, dengan tingkat akurasi deteksi mencapai 98,72%. Pendekatan berbasis sensor ultrasonik pada penelitian-penelitian tersebut relatif sederhana, namun umumnya hanya mendeteksi keberadaan objek tanpa mengenali jenis objek tersebut. Di sisi lain, pendekatan berbasis CNN seperti yang diusulkan Muzammel et al. (2022) mampu mengenali jenis objek dengan akurasi tinggi, tetapi cenderung memerlukan sumber daya komputasi yang lebih besar dan kecepatan pemrosesan yang relatif lambat pada beberapa skenario. Seiring kemajuan *deep learning*, *computer vision* telah mencapai kinerja tinggi dalam deteksi objek secara *real-time*. Salah satu algoritma unggul adalah YOLO (*You Only Look Once*) yang mampu mendeteksi berbagai kelas objek dengan cepat dan akurat (Redmon et al., 2016).

Integrasi antara sensor ultrasonik dan *computer vision* berbasis YOLO pada platform IoT berpotensi meningkatkan efektivitas pemantauan area *blind spot*, karena kedua teknologi ini saling melengkapi: sensor ultrasonik berperan memberikan peringatan dini melalui pengukuran jarak objek, sedangkan *computer vision* memungkinkan identifikasi jenis objek seperti mobil, sepeda motor, dan pejalan kaki secara lebih informatif. Kombinasi tersebut diharapkan dapat mengatasi keterbatasan sistem-sistem sebelumnya yang umumnya hanya mengandalkan satu jenis sensor. Selain itu, konektivitas berbasis IoT memungkinkan data hasil deteksi dikirim secara *real-time* ke *dashboard* atau perangkat lain, sehingga pengemudi maupun operator dapat memperoleh informasi situasional dengan cepat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pendeteksi area *blind spot* pada truk berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor ultrasonik JSN-SR04T dan algoritma deteksi objek YOLO. Sistem yang diusulkan dirancang untuk mampu mendeteksi keberadaan objek di sekitar truk, mengidentifikasi jenis objek tersebut, serta memberikan peringatan dini melalui indikator LED dan antarmuka web. Tulisan ini memaparkan metode perancangan dan pengujian sistem, serta menganalisis kinerja sistem dalam berbagai skenario, yaitu variasi posisi objek dan variasi kecepatan objek terhadap akurasi deteksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada upaya meningkatkan keselamatan transportasi, khususnya bagi pengemudi truk, dengan mengurangi risiko kecelakaan akibat *blind spot*.

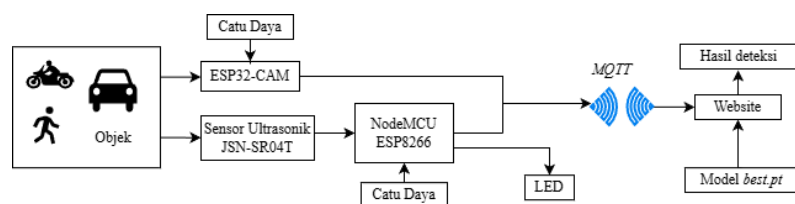
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu multimeter, *Personal Computer* (PC), meteran, NodeMCU ESP8266, ESP32-CAM, ESP32-CAM-MB, *breadboard*, sensor ultrasonik JSN-SR04T, *jumper*, LED, resistor 220 Ω , dan akrilik.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

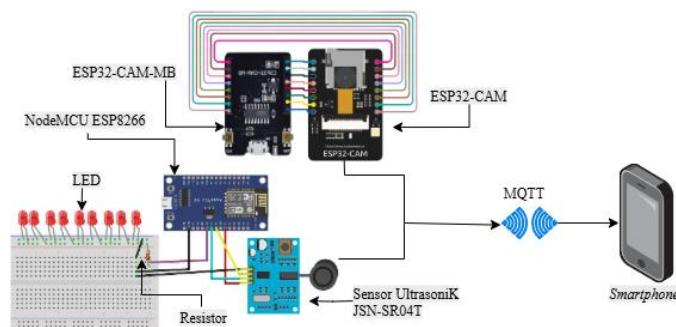
Perancangan prinsip kerja sistem deteksi *blind spot* secara keseluruhan terdiri dari beberapa komponen utama. Masukan sistem berupa objek di area *blind spot* seperti kendaraan (mobil atau sepeda motor) dan pejalan kaki yang terdeteksi oleh kamera ESP32-CAM menggunakan model *deep learning* dengan algoritma YOLOv11n, serta oleh sensor ultrasonik JSN-SR04T yang mengukur jarak objek terhadap truk. Data jarak ini kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk mengaktifkan aktuator berupa lampu LED sebagai indikator. LED memberikan peringatan dini kepada pengemudi truk dan menjadi penanda bagi pengguna jalan lain untuk menjaga jarak. Seluruh data dikirim melalui protokol MQTT ke *broker* MQTT untuk kemudian *disubscribe* dan ditampilkan melalui antarmuka pemantauan berbasis IoT.



Gambar 1 Diagram blok sistem

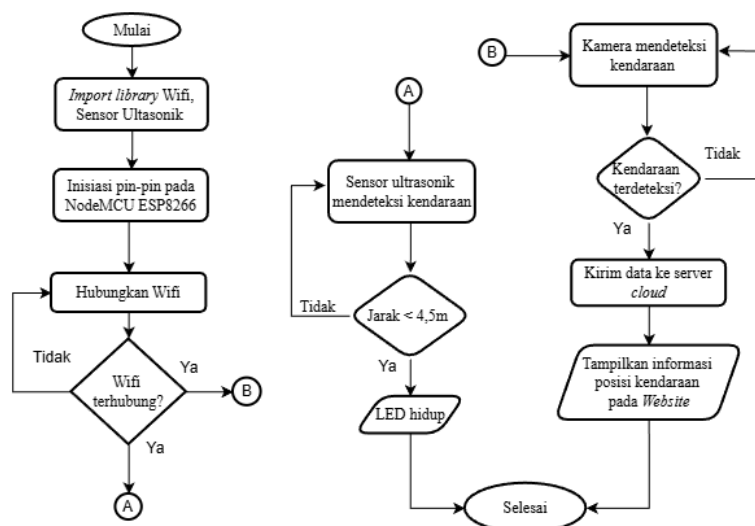
2.3 Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perancangan rangkaian keseluruhan ini dilakukan dengan cara menghubungkan masing-masing komponen. Perancangan ini bertujuan untuk menguji apakah semua komponen dapat tersusun dengan baik dan dapat bekerja sesuai perintah program yang ditanamkan melalui *software* Arduino IDE. Perancangan rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

Alur kerja sistem secara detail dijelaskan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 3 berikut.

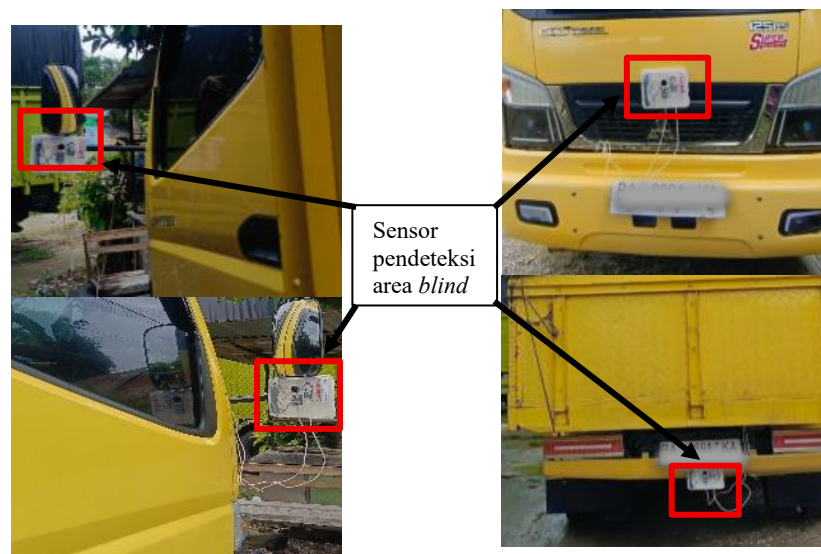


Gambar 3 Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem

Diagram alir tersebut menunjukkan sistem bekerja secara paralel, dimana deteksi yang dilakukan deteksi dini dan deteksi lanjutan. Masukan yang digunakan dalam deteksi dini adalah jarak dengan sensor ultrasonik JSN-SR04T. Masukkan yang digunakan dalam deteksi lanjutan yaitu gambar atau video kendaraan pada daerah *blind spot*.

III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian sistem pendeteksi *blind spot* dilakukan untuk menilai kinerjanya dalam berbagai skenario posisi objek dan kecepatan gerak. Hasil uji menunjukkan bahwa secara umum sistem mampu mendeteksi objek di area *blind spot* truk dengan akurasi tinggi dan memberikan respon peringatan yang konsisten melalui indikator LED. Hasil utama pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pertama pengujian variasi posisi terhadap objek yang berada di beberapa titik strategis di sekitar kendaraan, meliputi posisi depan, samping kiri, samping kanan, dan belakang.



Gambar 4 Posisi alat pada kendaraan

Setiap posisi diuji pada berbagai kelas objek untuk memperoleh gambaran akurasi deteksi serta respons sistem. Data hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian variasi posisi pada kendaraan

Posisi	class	Akurasi deteksi	Jarak (cm)	Respon LED
Depan	Mobil	93	142	Menyala
	Pengendara motor	86	121	Menyala
	Pejalan kaki	84	132	Menyala
Samping kiri	Mobil	91	101	Menyala
	Pengendara motor	86	137	Menyala
	Pejalan kaki	75	120	Menyala
Samping kanan	Mobil	92	114	Menyala
	Pengendara motor	84	150	Menyala
	Pejalan kaki	78	163	Menyala
Belakang	Mobil	92	213	Menyala
	Pengendara motor	83	208	Menyala
	Pejalan kaki	73	329	Menyala

Hasil menunjukkan pada posisi depan kendaraan sistem mencapai akurasi deteksi tertinggi untuk semua kelas objek: mobil 93%, pengendara motor 86%, dan pejalan kaki 84%. Jarak deteksi objek di depan berkisar 121 - 142cm, dan setiap keberadaan objek berhasil direspon dengan LED menyala

sebagai peringatan dini. Hasil ini mengindikasikan kemampuan sistem yang andal untuk mendeteksi potensi bahaya di area depan truk, sehingga dapat membantu mencegah kecelakaan *frontal*. Pada posisi samping kiri dan samping kanan, akurasi deteksi cenderung bervariasi sesuai kelas objek. Akurasi tertinggi dicapai untuk objek mobil (91 - 92%), diikuti pengendara motor (84 - 86%), sedangkan terendah pada pejalan kaki (75 - 78%). Rentang jarak deteksi di sisi samping relatif stabil (sekitar 101 - 163 cm) dan setiap objek yang terdeteksi tetap memicu LED menyala. Penurunan akurasi pada kelas pejalan kaki di posisi samping menegaskan adanya tantangan dalam mendeteksi objek berukuran lebih kecil dengan bentuk yang beragam pada sudut pandang kamera. Sementara itu, pada posisi belakang, sistem masih menunjukkan akurasi tinggi untuk mobil (92%) dan pengendara motor (83%), namun akurasi deteksi pejalan kaki menurun menjadi 73%. Menariknya, jarak deteksi objek dari arah belakang justru paling jauh dibanding posisi lain hingga 329 cm untuk pejalan kaki. Hal ini dapat dianggap sebagai keunggulan, karena objek yang mendekat dari belakang dapat terdeteksi lebih dini meskipun akurasinya lebih rendah untuk objek berukuran kecil. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian variasi kecepatan kendaraan terhadap deteksi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

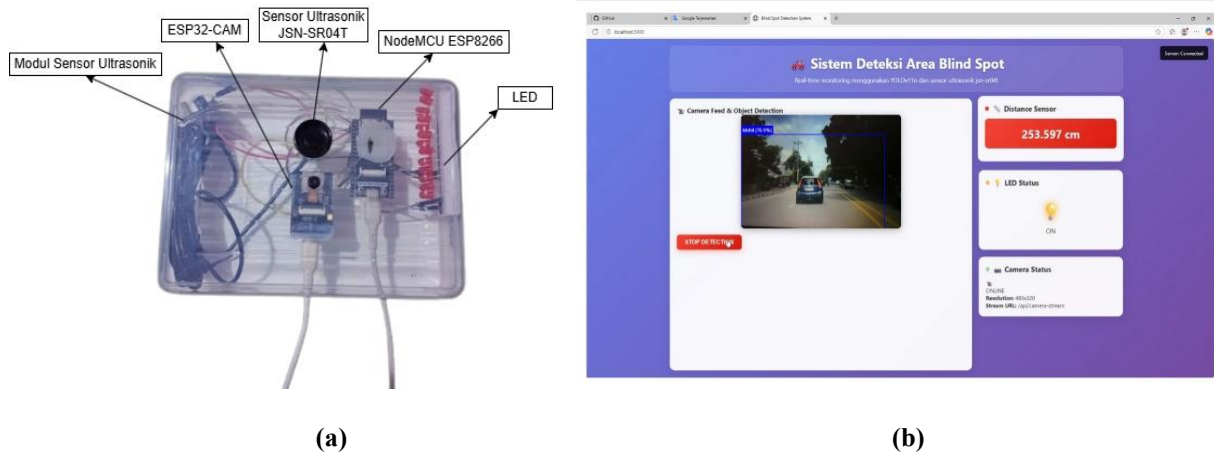
Tabel 2 Pengujian variasi kecepatan kendaraan terhadap deteksi

Kecepatan (Km/Jam)	class	Deteksi benar	Deteksi salah	Akurasi (%)
10	Mobil	10	0	100
	Pengendara motor	9	1	90
	Pejalan kaki	8	2	80
20	Mobil	10	0	100
	Pengendara motor	9	1	90
	Pejalan kaki	8	2	80
30	Mobil	9	1	90
	Pengendara motor	8	2	80
	Pejalan kaki	7	3	70
40	Mobil	8	2	80
	Pengendara motor	7	3	70
	Pejalan kaki	6	4	60
50	Mobil	7	3	70
	Pengendara motor	6	4	60
	Pejalan kaki	5	5	50

Hasil menunjukkan peningkatan kecepatan objek berdampak signifikan terhadap tingkat keberhasilan deteksi sistem. Pada kecepatan rendah 10 - 20 km/jam, akurasi deteksi seluruh kelas objek sangat tinggi: mobil 100%, pengendara motor 90%, dan pejalan kaki 80 - 90%. Kinerja optimal pada laju lambat ini menandakan kamera dan algoritma (YOLO) mampu mengikuti pergerakan objek secara stabil. Kestabilan ini erat kaitannya dengan spesifikasi perangkat yang digunakan: kamera ESP32-CAM diatur pada resolusi *capture* menengah, yaitu 480×320 hingga 640×480 piksel, yang kemudian di-*resize* menjadi ukuran input 640×640 piksel sesuai standar arsitektur YOLOv11n sebelum diproses oleh model deteksi. Pemilihan resolusi menengah ini didasarkan pada keterbatasan kapasitas pemrosesan ESP32-CAM, sehingga *frame rate* yang dihasilkan relatif terbatas dibandingkan kamera beresolusi tinggi. Pada kondisi tersebut, objek yang bergerak lambat (10 - 20 km/jam) hanya berpindah jarak yang relatif kecil di antara satu *frame* dengan *frame* berikutnya, sehingga pergerakannya masih berada dalam rentang yang dapat ditangkap dan diproses oleh sistem tanpa menimbulkan pergeseran citra (*motion blur*) maupun keterlambatan inferensi model yang berarti. Namun, seiring kenaikan kecepatan menjadi 30 - 40 km/jam, akurasi deteksi mulai menurun, terutama untuk objek berukuran lebih kecil.

Bentuk fisik alat serta data yang ditampilkan oleh *website* dan di-*subscribe* melalui MQTT dapat dilihat pada Gambar 5. Antarmuka *website* "Sistem Deteksi Area Blind Spot" menyajikan informasi pemantauan secara *real-time* melalui beberapa panel utama, yaitu panel *Camera feed & Object Detection* yang menampilkan tayangan langsung dari kamera ESP32-CAM beserta hasil deteksi objek, panel *Distance Sensor* yang menampilkan nilai jarak objek terhadap kendaraan dalam satuan sentimeter, panel *LED Status* yang menunjukkan kondisi indikator LED (menyala/mati) sebagai representasi

peringatan dini, serta panel *Camera Status* yang menampilkan informasi status koneksi kamera. Seluruh data pada panel-panel tersebut diperbarui secara langsung melalui protokol MQTT, sehingga pengguna dapat memantau kondisi area *blind spot* truk kapan saja secara *real-time* melalui perangkat yang terhubung ke *website* tersebut.



Gambar 5 (a) Bentuk fisik sistem deteksi *blind spot* (b) Tampilan *website* sistem deteksi *blind spot*

IV. KESIMPULAN

Sistem deteksi *blind spot* berbasis *Internet of Things* yang mengintegrasikan kamera ESP32-CAM dengan model *deep learning* dan sensor ultrasonik JSN-SR04T berhasil dirancang dan diuji secara fungsional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan objek seperti mobil, pengendara motor, dan pejalan kaki pada berbagai posisi di sekitar truk, serta pada kecepatan rendah hingga sedang. Deteksi objek secara visual dikombinasikan dengan pengukuran jarak berhasil memicu peringatan melalui LED, yang bekerja efektif sebagai sistem peringatan dini. Akurasi sistem tertinggi dicapai pada objek berukuran besar dan kecepatan rendah, sementara performa menurun seiring peningkatan kecepatan dan ukuran objek yang lebih kecil. Meskipun demikian, sistem ini menunjukkan potensi untuk diterapkan sebagai alat bantu keselamatan pengemudi truk dalam memantau area *blind spot* secara *real-time*. Pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan akurasi deteksi pada objek kecil dan bergerak cepat. Meningkatkan kinerja dapat berupa penggunaan kamera dengan resolusi dan laju *frame* lebih tinggi (serta fitur *Wide Dynamic Range* untuk kondisi cahaya menantang) agar mengurangi blur dan meningkatkan detail objek, serta pengembangan model deteksi yang lebih tangguh dan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A.R., Siregar, M.F., Satria, H., Mungkin, M., 2024, Rancang Bangun Sistem Automatic Keamanan Jarak Pada Truk Trailer Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Internet Of Things, *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika & Elektro (JITEK)*, Vol. 3, Hal. 25–32, DOI: 10.31289/jitek.v3i1.3814.
- Alkhamash, E., 2025, Multi-Classification Using YOLOv11 and Hybrid YOLO11n-MobileNet Models: A Fire Classes Case Study, *Fire*, Vol. 8, Hal. 17, DOI: 10.3390/fire8010017.
- Andang, A., Hiron, N., Chobir, A., Busaeri, N., 2019, Investigation of ultrasonic sensor type JSN-SRT04 performance as flood elevation detection, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 550, DOI: 10.1088/1757-899X/550/1/012018.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2024, Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit) 2021-2022, Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/number-of-motor-vehicle-by-type.html> (diakses 10 Agustus 2024)
- Dzulkarnain, D., Wahid, H., 2021, Design of *Blind spot* Alert System Using Open-source Electronics Software and Hardware, *ELEKTRIKA- Journal of Electrical Engineering*, Vol. 20, Hal. 93–98.
- Kusuma, G. R., Muchammad Devara, Y., Handoyo, T., Arif, M., 2020, Rancang Bangun Alat *Blind spot* Area Pada Kendaraan Truck Tangki Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal*

- Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, Vol. 7, Hal. 1–7, DOI: 10.46447/ktj.v7i1.70.
- Hardjono, T. W., Rachmat, R. dan Mustika, A. Y., 2018, Modul Sensor Ultrasonik, *Buku Ajar Teknik Elektro*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- KNKT., 2022, Laporan Investigasi Kecelakaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan: Tabrak Samping Truk Gandeng R-1862-GA dengan Sepeda Motor G-3333-DZ di Jalan Bumiayu–Ajibarang Desa Taraban Kecamatan Paguyangan Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah, 3 Juli 2021, Komite Nasional Keselamatan Transportasi Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Kariyana, I.M., Pamungkas, T.H., Anggraini, T.A., 2024, Model Pengaruh Komposisi Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Kecelakaan Pada Provinsi Bali, *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, Hal. 165–174.
- Muzammel, M., Yusoff, M.Z., Saad, M.N.M., Sheikh, F., Awais, M.A., 2022, Blind-Spot Collision Detection System for Commercial Vehicles Using Multi Deep CNN Architecture, *Sensors*, Vol. 22, No. 16, Artikel 6088, DOI: 10.3390/s22166088
- Nugroho, H., Prasetyo, E. dan Budiman, T., 2020, Perancangan Sistem Jarak Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik, *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2), 112–120.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. dan 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.
- Sendari, D. P., Nugraha, B. Y. dan Fitria, E., 2021, Karakteristik Frekuensi Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Jarak, *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 9(2), 145–150.
- Simangunsong, D. B., 2025, Analisis Kualitas Gambar ESP32-CAM, *Tesis*, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.
- Wicaksono, R. P., Hidayat, T. dan Saputra, Y., 2021, Evaluasi Presisi Sensor Jarak JSN-SR04T pada Lingkungan Outdoor, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(2), 98–106.
- Wicaksono, R. P., Firmansyah, A. dan Raharja, S., 2023, Evaluasi Bidang Pandang ESP32-CAM untuk Sistem Monitoring, *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 15(1), 77–83.