



DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM BANTU BLIND SPOT MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK, PIR, LDR, DAN IMU PADA KENDARAAN BERAT

Eduart Hotman Purba¹, Jerryo Daniel Saragih², Rio Rivaldo Sinurat³, Eka Dodi
Suryanto⁴, Dian Putra Saragi⁵

¹Pendidikan Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar /
Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

*Penulis Korespondensi: ¹eduartpurba804@gmail.com, ²jerryodaniel895@gmail.com,
³rsinurat2601@gmail.com, ⁴ekadodisuryanto@unimed.ac.id, ⁵dianpsaragi@unimed.ac.id

Abstract. *Accidents involving large vehicles such as trucks are often caused by blind spots that restrict the driver's view. This research aims to develop a microcontroller-based blind spot detection system capable of detecting objects, distinguishing between humans and inanimate objects, and adjusting detection system capable of detecting objects, distinguishing between humans and inanimate objects, and adjusting detection sensitivity according to environmental conditions. This system uses an Arduino Uno as the main controller, integrated with two ultrasonic sensors to detect the distance of objects in front and behind the vehicle. The Passive Infrared (PIR) sensor detects the presence of humans based on body heat radiation, while the Light Dependent Resistor (LDR) sensor sets the detection threshold to 30 cm in bright conditions and 50 cm in dark conditions. The Inertial Measurement Unit (IMU) sensor makes the system active only when the vehicle is moving, thus saving power. The results show that the system detects objects with high accuracy within the specified distance range, correctly distinguishes humans, and responds well to changes in light and vehicle movement. This system is expected to be an effective solution to improve driving safety in large vehicles through early warning in blind spot areas.*

Keywords: *Blind Spot; Large Vehicles; Microcontroller; Ultrasonic Sensor; Driving Safety.*

Abstrak. Kecelakaan yang melibatkan kendaraan besar seperti truk sering kali disebabkan oleh area blind spot yang membatasi pandangan pengemudi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pendeteksi blind spot berbasis mikrokontroler yang mampu mendeteksi objek, membedakan manusia dan benda mati, serta menyesuaikan sensitivitas deteksi sesuai kondisi lingkungan. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, terintegrasi dengan dua sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek di sisi depan dan belakang kendaraan. Sensor Passive Infrared (PIR) mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan pancaran panas tubuh, sementara sensor Light Dependent Resistor (LDR) mengatur jarak ambang deteksi menjadi 30 cm pada kondisi terang dan 50 cm pada kondisi gelap. Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) membuat sistem hanya aktif saat kendaraan bergerak sehingga menghemat daya. Hasil pengujian menunjukkan sistem mendeteksi objek dengan akurasi tinggi pada rentang jarak yang ditentukan, membedakan manusia secara tepat, serta merespons perubahan cahaya dan gerakan kendaraan dengan baik. Sistem ini diharapkan menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keselamatan berkendara pada kendaraan besar melalui peringatan dini di area blind spot.

Kata kunci: Blind spot; kendaraan besar; mikrokontroler; sensor ultrasonik; keselamatan berkendara.

LATAR BELAKANG

Keselamatan berkendara merupakan faktor yang sangat penting dalam operasional kendaraan bermotor khususnya pada kendaraan besar seperti truk, bus, dan kendaraan angkutan barang. Kendaraan-kendaraan berdimensi besar memiliki karakteristik pengendalian yang berbeda dengan mobil penumpang biasa. Salah satu tantangan utamanya adalah keberadaan area blind spot atau titik buta yang tidak dapat terlihat oleh

pengemudi melalui pandangan langsung maupun kaca spion standar. Area blind spot utama pada kendaraan biasanya berada di sisi depan dan belakang kendaraan. Area ini sering menjadi penyebab utama kecelakaan. Data kecelakaan lalu lintas menunjukkan bahwa keterbatasan visibilitas pada kendaraan besar berkontribusi besar terhadap insiden yang melibatkan pengendara sepeda motor, mobil kecil, hingga pejalan kaki.

Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah blind spot mulai pemasangan kaca spion tambahan hingga penggunaan kamera mundur. Namun sistem-sistem ini masih memiliki beberapa kekurangan, seperti biaya pengadaan dan pemasangan yang mahal sehingga kurang efisien dari segi ekonomis. Hal ini yang menyebabkan para driver kendaraan besar enggan menggunakannya pada kendaraan mereka.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung blind spot pada kendaraan besar yang mampu mendeteksi objek dengan akurat, membedakan antara manusia dan benda mati, menyesuaikan tingkat sensitivitas deteksi sesuai dengan intensitas cahaya lingkungan, serta hanya mengaktifkan sistem ketika kendaraan sedang bergerak, tentunya dengan harga yang lebih terjangkau. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi lima sensor utama, yaitu sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak, sensor Passive Infrared (PIR) untuk mengidentifikasi manusia, sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk adaptasi kondisi lingkungan, sensor Inertial Measurement Unit (IMU) untuk mendeteksi pergerakan kendaraan, serta layar Liquid Crystal Display (LCD) untuk menampilkan data secara real time. Kombinasi sensor-sensor ini menghasilkan sistem blind spot yang adaptif, cerdas, dan efisien.

KAJIAN TEORITIS

2.1 Definisi dan Karakteristik Blind Spot pada Kendaraan Besar

Blind spot atau titik buta adalah area di sekitar kendaraan yang tidak dapat dilihat langsung oleh pengemudi maupun melalui kaca spion standar. Pada kendaraan besar seperti truk dan bus, area blind spot memiliki ukuran yang jauh lebih luas dibandingkan dengan kendaraan penumpang biasa. Hal ini disebabkan oleh dimensi kendaraan yang besar, posisi tempat duduk pengemudi yang lebih tinggi, serta desain kabin yang membatasi sudut pandang.

Karakteristik blind spot pada kendaraan besar menjadi masalah serius karena berkontribusi signifikan terhadap terjadinya kecelakaan lalu lintas, terutama yang melibatkan pengguna jalan rentan seperti pengendara sepeda motor, pesepeda, dan pejalan kaki. Studi yang dilakukan oleh Wang dan Wei di Taiwan menunjukkan bahwa penerapan sistem deteksi blind spot pada truk besar berpotensi memberikan manfaat keselamatan yang besar dalam mengurangi risiko kecelakaan dengan pengguna jalan rentan.

2.2 Perkembangan Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) untuk Kendaraan Berat

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) telah mengalami perkembangan pesat selama dua dekade terakhir sebagai respons terhadap meningkatnya kebutuhan akan keselamatan berkendara. Menurut kajian komprehensif yang dilakukan oleh peneliti dari Rocket Force University of Engineering, sistem ADAS untuk kendaraan berat memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan ADAS pada kendaraan penumpang. Perbedaan tersebut meliputi tuntutan reaksi yang lebih cepat, waktu pengereman yang lebih singkat, serta tantangan blind spot yang lebih luas akibat dimensi kendaraan yang besar.

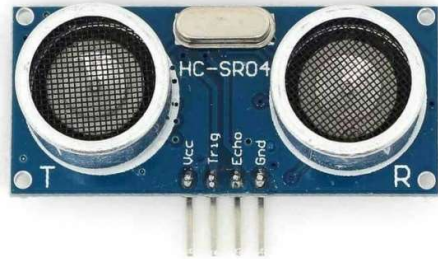
Perkembangan ADAS untuk kendaraan berat mencakup berbagai subsistem, di antaranya sistem peringatan blind spot, sistem pengereman otomatis, sistem peringatan keberangkatan jalur, dan sistem kontrol stabilitas tegangan. Subsistem-subsistem ini bekerja secara terintegrasi untuk memberikan perlindungan yang lebih komprehensif bagi pengemudi maupun pengguna jalan lainnya.

2.3 Teknologi Sensor untuk Deteksi Blind Spot

A. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan teknologi yang paling sering digunakan dalam sistem deteksi blind spot maupun sistem bantu parkir. Hal ini disebabkan karena keandalannya dalam mengukur jarak serta harganya yang relatif murah dan terjangkau. Cara kerja sensor ultrasonik cukup sederhana, yaitu dengan memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi. Ketika gelombang tersebut mengenai suatu objek, ia akan memantul kembali. Waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali tersebut kemudian diukur dan dihitung menjadi jarak antara sensor dengan objek. Meskipun demikian sensor ultrasonik memiliki kelemahan utama yaitu tidak mampu membedakan jenis objek yang

terdeteksi. Sensor ini hanya bisa mengetahui ada objek pada jarak tertentu, tetapi tidak dapat menentukan apakah objek tersebut adalah manusia, kendaraan, atau benda mati lainnya. Keterbatasan inilah yang menjadi salah satu alasan utama pengembangan sistem multi-sensor yang menggabungkan sensor ultrasonik dengan teknologi deteksi lain.



Gambar 2.1. Sensor ultrasonik HC-SR04

B. Sensor Passive Infrared (PIR)

Sensor Passive Infrared (PIR) bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh benda yang memiliki suhu di atas nol mutlak, terutama tubuh manusia dan hewan berdarah panas. Dalam sistem deteksi blind spot, sensor PIR berperan penting sebagai pembeda antara manusia dengan benda mati. Dengan kemampuan ini, sensor tersebut dapat mengurangi peringatan palsu yang sering disebabkan oleh objek statis seperti tiang listrik atau pembatas jalan.



Gambar 2.2. Sensor Passive Infrared (PIR)

C. Sensor Light Dependent Resistor (LDR)

Sensor Light Dependent Resistor (LDR) adalah komponen elektronik yang resistansinya berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Dalam sistem deteksi blind spot, sensor LDR dapat digunakan untuk menyesuaikan parameter deteksi secara otomatis berdasarkan kondisi pencahayaan lingkungan. Contohnya sensor ini dapat meningkatkan sensitivitas deteksi pada malam hari ketika visibilitas pengemudi semakin rendah.

Pemanfaatan sensor LDR dalam sistem otomotif masih jarang ditemukan dalam literatur. Sebagian besar penelitian yang melibatkan LDR biasanya hanya terbatas pada aplikasi kontrol pencahayaan otomatis atau sistem penghemat energi. Oleh karena itu penggunaan LDR sebagai sensor adaptif dalam sistem blind spot menjadi salah satu kebaruan yang ditawarkan oleh penelitian ini.



Gambar 2.3. Sensor Light Dependent Resistor (LDR)

D. Sensor Inertial Measurement Unit (IMU)

Sensor Inertial Measurement Unit (IMU) merupakan perangkat elektronik yang mengukur dan melaporkan kecepatan sudut dan percepatan linier menggunakan kombinasi akselerometer dan giroskop. Dalam aplikasi otomotif, IMU dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan kendaraan, kemiringan, serta dinamika kendaraan secara real time. Sistem ini menggunakan sensor kecepatan yang terintegrasi dengan LiDAR untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem secara otomatis berdasarkan status pergerakan kendaraan. Pendekatan serupa dapat diimplementasikan menggunakan IMU yang mendeteksi percepatan atau getaran kendaraan sebagai indikasi bahwa kendaraan bergerak.



Gambar 2.4. Sensor Inertial Measurement Unit (IMU)

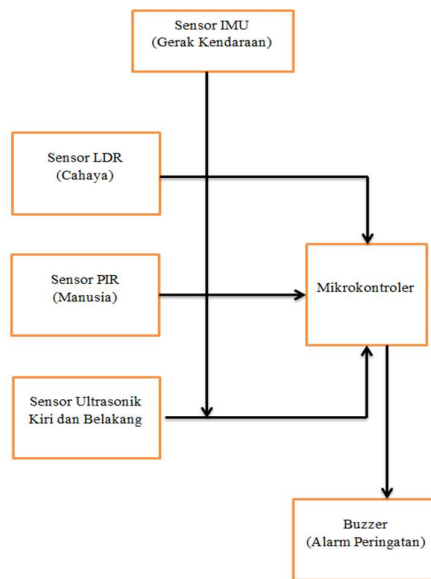
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (research and development) yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji prototype

sistem bantu blind spot pada kendaraan besar. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengujian terukur terhadap kinerja sistem yang dikembangkan. Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan yang sistematis, meliputi perancangan sistem, implementasi hardware, pengembangan software, serta pengujian dan evaluasi kinerja sistem secara keseluruhan.

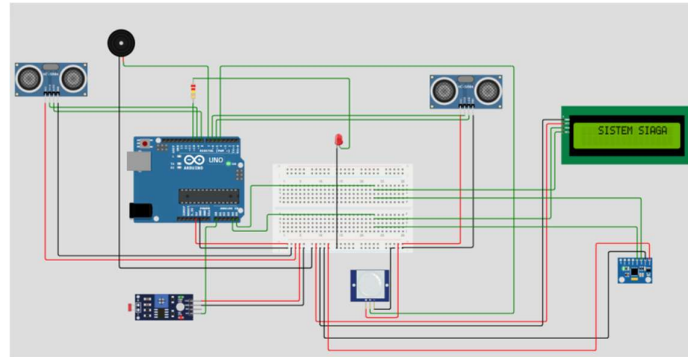
3.2 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.1. Diagram blok sistem

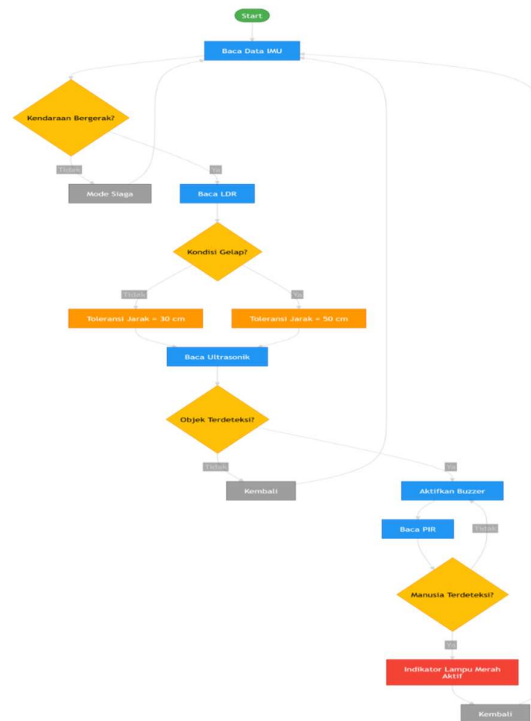
Diagram blok menunjukkan bahwa mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali utama yang menerima data dari lima sensor. Sensor ultrasonik menyediakan informasi jarak objek di sisi kiri dan kanan kendaraan. Sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan pancaran panas tubuh. Sensor LDR mengukur intensitas cahaya lingkungan untuk menentukan jarak ambang deteksi. Sementara sensor IMU memberikan informasi mengenai status gerakan kendaraan. Berdasarkan data dari kelima sensor tersebut, mikrokontroler memproses informasi dan menghasilkan keluaran berupa tampilan data pada layar LCD, indikator visual berupa LED merah, serta peringatan suara melalui buzzer.

3.3. Desain Rancangan Sistem



Gambar 3.2. Rancangan rangkaian sistem

3.4 Alur Flowchart Sistem



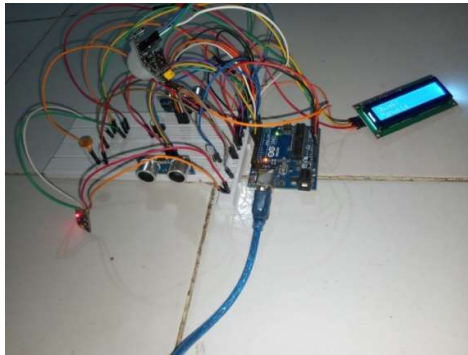
Gambar 3.3. Alur flowchart sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan dan implementasi sistem bantu blind spot pada kendaraan besar ditunjukkan pada gambar 4.1. Prototipe yang dikembangkan terdiri atas mikrokontroler arduino uno yang terintegrasi dengan lima sensor utama yaitu dua sensor ultrasonik, sensor passive infrared, sensor light dependent resistor, dan sensor inertial measurement

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM BANTU BLIND SPOT MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK, PIR, LDR, DAN IMU PADA KENDARAAN BERAT

unit MPU6050. Sistem ini dilengkapi dengan layar liquid crystal display untuk menampilkan informasi jarak dan status deteksi, serta satu buah lampu light emitting diode merah dan buzzer sebagai indikator peringatan. Konfigurasi rangkaian dirancang sedemikian rupa sehingga seluruh komponen dapat berkomunikasi secara sinkron melalui antarmuka digital, analog, dan I2C yang tersedia pada arduino uno.

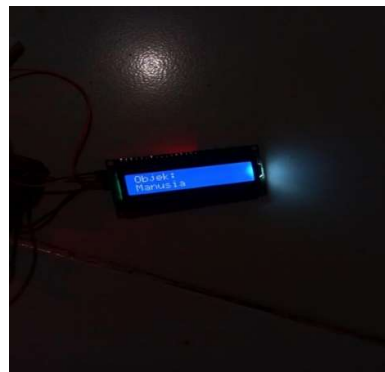


Gambar 4.1. Rangkaian bantu blind spot

4.1 Pengujian Sistem

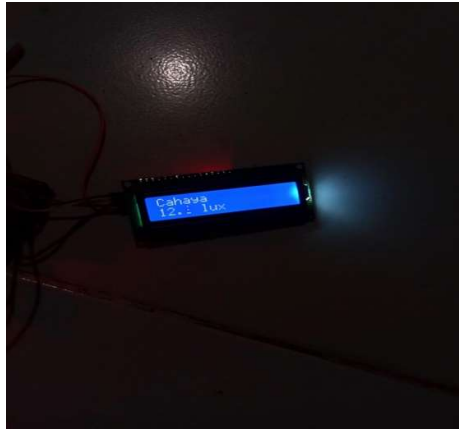


Gambar 4.2. Tampilan jarak sensor depan dan belakang

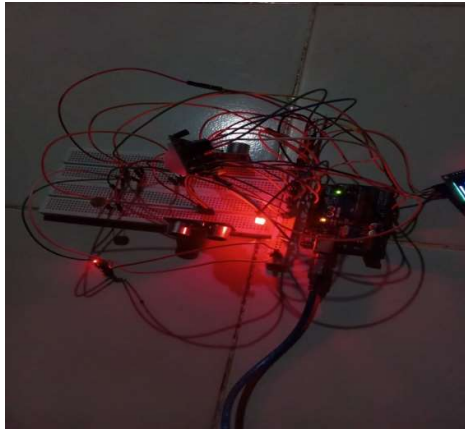


Gambar 4.3. Tampilan jenis objek yang dideteksi

***DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM BANTU BLIND SPOT MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK, PIR, LDR, DAN IMU PADA KENDARAAN BERAT***



Gambar 4.4. Tampilan kondisi pencahayaan lingkungan sekitar



Gambar 4.5. Tampilan sistem saat mendeteksi manusia



Gambar 4.6. Implementasi sederhana pada kendaraan

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM BANTU BLIND SPOT MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK, PIR, LDR, DAN IMU PADA KENDARAAN BERAT

Pengujian sistem terintegrasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pada berbagai skenario atau kondisi. Pengujian dilakukan dengan variasi kondisi pencahayaan dan status gerakan kendaraan. Hasil pengujian disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian sistem terintegrasi pada kondisi siang (batas jarak 30 cm)

Skenario	Jarak Objek (cm)	Deteksi Ultrasonik	Deteksi PIR	Status LED	Status Buzzer	Tampilan LCD
Aman (tanpa objek)	>30	Tidak ada	Tidak ada	Mati	Tidak berbunyi	AMAN
Benda mati	15	Terdeteksi	Tidak ada	Mati	1x bip	BENDA MATI
Benda mati	25	Terdeteksi	Tidak ada	Mati	1x bip	BENDA MATI
Benda mati	35	Tidak terdeteksi	Tidak ada	Mati	Tidak berbunyi	AMAN
Manusia	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Merah	3x bip	MANUSIA!
Manusia	25	Terdeteksi	Terdeteksi	Merah	3x bip	MANUSIA!
Manusia	35	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Mati	3x bip	AMAN

Tabel 2. Hasil pengujian sistem terintegrasi pada kondisi malam (batas jarak 50 cm)

Skenario	Jarak Objek (cm)	Deteksi Ultrasonik	Deteksi PIR	Status LED	Status Buzzer	Tampilan LCD
Aman (tanpa objek)	>50	Tidak ada	Tidak ada	Mati	Tidak berbunyi	AMAN
Benda mati	35	Terdeteksi	Tidak ada	Mati	1x bip	BENDA MATI
Benda mati	45	Terdeteksi	Tidak ada	Mati	1x bip	BENDA MATI
Benda mati	55	Tidak terdeteksi	Tidak ada	Mati	Tidak berbunyi	AMAN
Manusia	35	Terdeteksi	Terdeteksi	Merah	3x bip	MANUSIA!
Manusia	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Merah	3x bip	MANUSIA!

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM BANTU BLIND SPOT MENGGUNAKAN SENSOR
ULTRASONIK, PIR, LDR, DAN IMU PADA KENDARAAN BERAT**

Manusia	55	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Mati	Tidak berbunyi	AMAN
---------	----	------------------	------------	------	----------------	------

Tabel 3. Hasil pengujian sistem terintegrasi dengan variasi status gerakan kendaraan

Status Kendaraan	Status Sistem	Respons terhadap Objek	Konsumsi Daya Relatif
Diam (tanpa gerakan)	SIAGA	Tidak responsif	Rendah
Diam (masih dalam 5 detik setelah gerakan)	AKTIF	Responsif penuh	Normal
Bergerak	AKTIF	Responsif penuh	Normal

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan, sistem bantu blind spot yang dikembangkan ini menunjukkan kinerja yang baik dan berhasil memenuhi tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi objek pada rentang jarak yang sudah ditentukan dengan akurasi tinggi. Tingkat akurasi yang tinggi ini tidak terlepas dari penggunaan sensor ultrasonik yang berkualitas baik serta algoritma pemrosesan data yang tepat. Sistem juga berhasil membedakan manusia dari benda mati pada rentang jarak yang telah ditentukan, hal ini menjadi salah satu keunggulan dari sistem tersebut. Sistem ini juga dapat menyesuaikan batas jarak deteksi otomatis sesuai dengan kondisi cahaya lingkungan. Dengan menggunakan sensor IMU untuk mendeteksi gerakan pada kendaraan, sistem dapat masuk ke mode siaga saat kendaraan diam. Hal ini dapat menghemat konsumsi daya dan dapat memperpanjang umur komponen serta mengurangi beban pada sistem kelistrikan kendaraan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem bantu blind spot pada kendaraan besar seperti truk berbasis mikrokontroler arduino uno berhasil dirancang dan diimplementasikan, sistem ini berhasil mengintegrasikan beberapa sensor yaitu sensor ultrasonik, sensor LDR, sensor PIR, dan sensor IMU MPU6050 untuk mendeteksi kondisi lingkungan dan objek di sekitar kendaraan secara adaptif. Sistem mampu mendeteksi jarak objek di bagian depan dan belakang menggunakan sensor ultrasonik, kemudian menyesuaikan tingkat sensitivitas jarak berdasarkan kondisi pencahayaan lingkungan. Pada kondisi terang sistem menggunakan batas jarak yang lebih pendek, sedangkan pada kondisi gelap sistem

meningkatkan batas jarak untuk meningkatkan kewaspadaan. Selain itu sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek yang memiliki karakteristik seperti manusia. Hal ini memungkinkan sistem memberikan respon yang berbeda antara objek hidup dan benda mati. Buzzer akan mengeluarkan pola suara peringatan tertentu, sedangkan LED merah akan menyala khusus ketika manusia terdeteksi. Penambahan sensor MPU6050 memberikan sistem kemampuan untuk mendeteksi pergerakan kendaraan. Saat kendaraan dalam keadaan diam, sistem akan otomatis masuk ke mode siaga untuk menghemat energi. Sebaliknya ketika kendaraan bergerak, sistem akan aktif secara otomatis dan langsung melakukan pemantauan lingkungan secara real time.

DAFTAR REFERENSI

- Astriyani, Erna. 2025. "Sistem IoT Berbasis ESP32 Untuk Deteksi Titik Buta Pada Kendaraan Logistik ." 11(10): 210–24.
- Lee, Yunhee, and Manbok Park. 2025. "Rearview Camera-Based Blind-Spot Detection and Lane Change Assistance System for Autonomous Vehicles." : 1–20.
- Nuratiqah, Umi, Mohd Hussin, Hong Yin Lam, Sim Sy Yi, Farahiyah Mustafa, and Maizul Ishak. 2020. "ACIS Advances in Computing and Intelligent System Development of Prototype Smart Helmet and Blind Spot Detection for Motorcyclist Safety Features." 2(2): 1–6.
- Painuly, Vaibhavi. 2024. "Vehicle ' s Blind Spot Detector." 5(1): 42–45.
- Proyek, Tujuan. "Desain Produk."
- Wicaksana, Arif. 2025. "Design and Implementation of an Ultrasonic Sensor-Based Blind Spot Monitoring Prototype for Vehicle Safety." 07(2): 45–52.