

Sistem IoT Berbasis ESP32 untuk Deteksi Titik Buta pada Kendaraan Logistik

Ilamsyah*¹, Hendra Kusumah², Erna Astriyani³, Muhamad Ikhsan Taufik⁴

ilamsyah@raharja.info¹, hendra.kusumah@raharja.info², erna.astriyani@raharja.info³,

ikhsan.taufik@raharja.info⁴

Program Studi Sistem Komputer Universitas Raharja^{1,2,5}, Program Studi Teknik Informatika Universitas Raharja³, Program Studi Sistem Informasi Universitas Raharja⁴

Abstrak

Meningkatnya jumlah kendaraan dalam industri logistik berdampak pada tingginya risiko kecelakaan akibat titik buta kendaraan. PT. Aerofood ACS membutuhkan sistem pemantauan yang *real-time*, ekonomis, dan mudah diterapkan untuk meningkatkan keamanan serta efisiensi operasional truk EBRO yang mereka operasikan. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan titik buta berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32. Metode perancangan alat yang digunakan mencakup pendekatan *prototyping* dan pengumpulan data menggunakan observasi, wawancara dengan stakeholder, serta studi pustaka dalam perancangan sistem. Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek di area titik buta, di mana data yang diperoleh diproses oleh ESP32 dan ditampilkan melalui LCD. Selain itu, informasi dikirim ke cloud untuk pemantauan secara *real-time*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan yang mampu memberikan peringatan dini kepada pengemudi guna mengurangi risiko kecelakaan. Peringatan diberikan melalui indikator LED, buzzer, dan notifikasi IoT yang memastikan pengemudi dapat segera merespons potensi bahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi titik buta dengan akurat dan memberikan peringatan secara efektif. Dengan demikian, sistem ini menjadi solusi inovatif yang dapat diimplementasikan dalam berbagai kebutuhan logistik sesuai dengan standar keamanan PT. Aerofood ACS.

Kata Kunci : Pemantauan Titik Buta, IoT, *prototyping*

Abstract

The increasing number of vehicles in the logistics industry has led to a higher risk of accidents due to vehicle blind spots. PT. Aerofood ACS requires a real-time, cost-effective, and easily deployable monitoring system to enhance the safety and operational efficiency of their EBRO trucks. To address this need, this research develops an Internet of Things (IoT)-based blind spot monitoring system using ESP32. The device design methodology includes a prototyping approach and data collection through observation, interviews with stakeholders, and literature studies in system development. This system utilizes HC-SR04 ultrasonic sensors to detect objects in blind spot areas, where the obtained data is processed by ESP32 and displayed on an LCD.

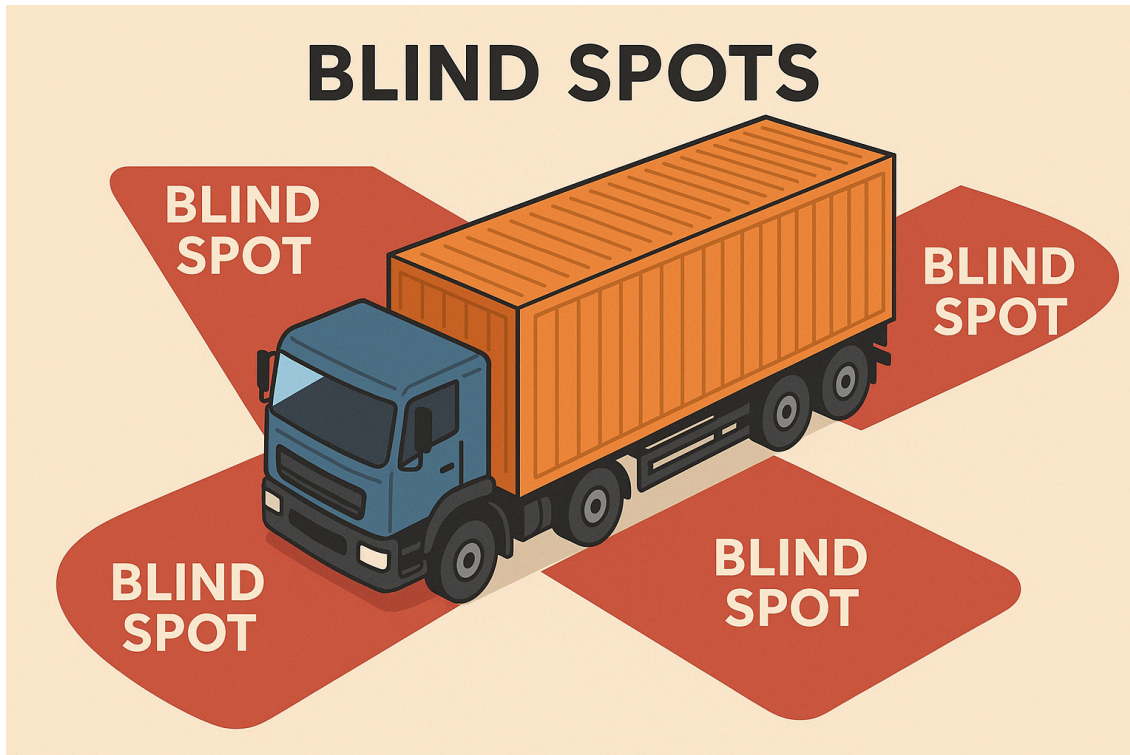
Additionally, information is transmitted to the cloud for real-time monitoring. The primary objective of this study is to design and implement a monitoring system capable of providing early warnings to drivers to reduce accident risks. Alerts are provided through LED indicators, buzzers, and IoT notifications, ensuring that drivers can promptly respond to potential hazards. The research findings indicate that the developed system can accurately detect blind spots and effectively issue warnings. Thus, this system serves as an innovative solution that can be implemented for various logistics needs in compliance with PT. Aerofood ACS's safety standards.

Keywords: Blind Spot Monitoring, IoT, Prototyping

1. PENDAHULUAN

Transportasi menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan modern karena perannya dalam mendukung mobilitas manusia dan distribusi barang, terutama di antara kota-kota besar. Kehadiran alat transportasi memungkinkan perpindahan dari satu lokasi ke lokasi lain dengan lebih mudah, cepat, aman, dan nyaman. Namun, di kota-kota besar, ketersediaan transportasi umum yang aman dan nyaman masih terbatas, sehingga mendorong peningkatan jumlah kendaraan pribadi secara signifikan. Hal ini juga berdampak pada pertumbuhan industri penyewaan kendaraan dan layanan pengiriman barang. Secara umum, transportasi dapat didefinisikan sebagai proses pemindahan manusia dan barang dari titik asal ke tujuan, yang mencakup serangkaian kegiatan pengangkutan dari lokasi awal hingga akhir perjalanan [1]. PT. Aerofood ACS, sebagai bagian dari maskapai penerbangan Garuda Indonesia, telah berhasil mempertahankan reputasi sebagai penyedia layanan premium dalam industri makanan dan minuman. Perusahaan mulai melakukan diversifikasi bisnis dengan menyediakan layanan katering industri pada tahun 2002 dan merambah bisnis ritel F&B pada tahun 2008. Seiring dengan berbagai pencapaian yang telah diraih, PT. Aerofood ACS terus mengembangkan divisi-divisi baru yang berkontribusi pada pertumbuhan perusahaan.

Pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan di jalan raya, khususnya kendaraan logistik dan distribusi, sering kali tidak diimbangi dengan peningkatan infrastruktur jalan yang memadai. Hal ini tidak hanya memicu kemacetan, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan, terutama akibat keterbatasan visibilitas pengemudi terhadap area *blind spot* (titik buta) di sekitar kendaraan besar seperti truk. Salah satu kasus yang sempat terjadi pada unit truk *supply* milik PT. Aerofood ACS menunjukkan adanya potensi bahaya saat kendaraan melakukan manuver di area sempit, di mana pengemudi tidak menyadari keberadaan objek atau kendaraan lain di sekitar karena tidak terjangkau oleh pandangan langsung maupun kaca spion. Hingga saat ini, perusahaan belum memiliki sistem pemantauan jarak aman atau peringatan kecepatan untuk mendukung pengemudi dalam menghindari risiko tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan alat bantu berupa sistem monitoring berbasis sensor yang mampu memberikan peringatan secara *real-time* saat kecepatan kendaraan melebihi batas yang ditetapkan atau saat kendaraan mendekati objek pada jarak berbahaya. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan pengemudi dan mengurangi potensi kecelakaan. Dalam konteks ini, monitoring mengacu pada proses pengumpulan dan analisis data secara sistematis dan berkelanjutan berdasarkan indikator tertentu, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan dan tindakan korektif yang lebih cepat dan efektif [2].



Gambar 1. Titik Buta pada Kendaraan

Titik buta adalah area di sekitar kendaraan yang tidak dapat diamati oleh pengemudi[3]. Hal ini menjadi masalah besar bagi kendaraan logistik seperti truk, yang memiliki ukuran besar dan sudut pandang terbatas. Kecelakaan yang disebabkan oleh titik buta dapat berdampak pada keselamatan pengemudi, kendaraan lain di sekitarnya, serta efisiensi operasional perusahaan logistik. Di sisi teknologi, sistem berbasis IoT dengan ESP32 menawarkan solusi pemantauan real-time yang dapat meningkatkan kesadaran pengemudi terhadap lingkungan sekitar kendaraannya. Namun, ada tantangan dalam keakuratan sensor yang digunakan, seperti sensor ultrasonik yang dapat mengalami gangguan akibat kondisi cuaca, pantulan sinyal, atau interferensi dari objek di sekitarnya. Oleh karena itu, pengembangan sistem pemantauan titik buta berbasis teknologi mutakhir sangat diperlukan. PT. Aerofood ACS, sebagai bagian dari maskapai Garuda Indonesia, mengoperasikan armada truk *supply* Ebro untuk mendukung kelancaran logistiknya. Namun, saat ini perusahaan belum memiliki sistem monitoring jarak aman yang mampu memberikan peringatan dini kepada pengemudi. Hal ini berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan dan mengurangi efisiensi distribusi. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan titik buta berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan ESP32, yang memungkinkan deteksi real-time serta pengiriman peringatan kepada pengemudi melalui indikator LED, buzzer, dan notifikasi IoT.

Sistem pemantauan jarak aman secara *real-time* ini dirancang agar dapat diimplementasikan dengan biaya terjangkau serta dilengkapi fitur yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tidak hanya bermanfaat bagi pemilik kendaraan pribadi, tetapi juga bagi perusahaan yang mengelola armada kendaraan, seperti penyedia layanan rental, jasa perjalanan (travel), dan sektor transportasi lainnya. Dengan pengembangan sistem ini, pengemudi dapat berkomunikasi dan memantau jarak aman serta pola berkendara saat proses pengiriman barang berlangsung. Selain itu, sistem ini memungkinkan ekspedisi barang untuk mengirimkan informasi langsung

ke perusahaan, yang kemudian secara otomatis mengirimkan sinyal peringatan kepada pengemudi jika diperlukan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan titik buta berbasis teknologi sensor dan IoT, seperti penelitian yang dilakukan oleh [4]. Penelitian ini membahas pengembangan alat pengukur jarak aman kendaraan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan Arduino Uno, yang bertujuan untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan dengan memberikan peringatan saat kendaraan terlalu dekat dengan objek di sekitarnya. Penelitian yang lain adalah menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor Getar Module S W-20, Buzzer, Lcd12C, beserta ESP32 Cam yang dapat mengatasi terjadinya pencurian di area parkir ESP32 Cam digunakan sebagai kamera cerdas untuk menangkap pencuri tersebut dengan memberitahu pengemudi kendaraan melalui telegram [5]. Pembuatan *prototype* juga bisa menggunakan komponen sensor ultrasonik HC-SR04 dan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler [6]. Perangkat *software* pada sistem ini dibuat menggunakan program bahasa C. Program ini bekerja pada saat dinyalakan maka yang akan dilakukan kemudian memberikan objek yang dapat terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Hasil pengujian sensor ultrasonik dapat berfungsi dengan nilai sensitivitas yang baik dan mengaplikasikan arduino pada prototipe untuk mengtur jarak aman mobil.

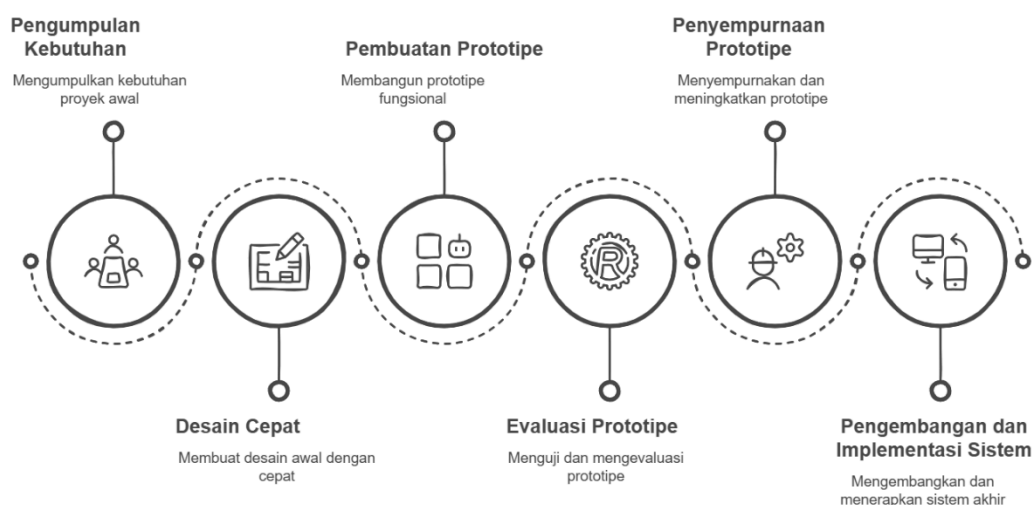
Berdasarkan penelitian sebelumnya, sistem berbasis IoT dengan sensor ultrasonik dan ESP32 dapat menjadi solusi yang lebih ekonomis dan mudah diterapkan dibandingkan sistem berbasis radar atau visi komputer. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan sistem yang menggunakan ESP32 sebagai pusat pengolahan data dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek di titik buta. Informasi yang diperoleh akan ditampilkan melalui LCD serta dikirimkan ke *cloud* untuk pemantauan real-time. Dengan sistem ini, diharapkan pengemudi dapat menerima peringatan dini mengenai potensi bahaya, sehingga dapat meningkatkan keselamatan berkendara dan efisiensi operasional kendaraan logistik PT. Aerofood ACS. Selain itu, sistem ini dapat menjadi model yang dapat diterapkan pada berbagai jenis kendaraan logistik lainnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Metode penelitian adalah cara ilmiah yang bermanfaat agar peneliti dapat mengumpulkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu [7] dan merupakan langkah sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data guna menjawab permasalahan penelitian. Metode yang tepat akan memastikan bahwa hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah serta memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Metode penelitian yang diterapkan mencakup tahapan identifikasi kebutuhan, desain cepat, pembuatan *prototype*, evaluasi *prototype*, perbaikan *prototype*, pengembangan dan implementasi sistem guna memastikan keakuratan dan efektivitasnya dalam mendeteksi titik buta pada kendaraan logistik. Pendekatan yang digunakan adalah metode *prototyping* yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan sistem. Metode *prototyping* adalah teknik pengembangan sistem yang banyak digunakan dan teknik ini juga memberikan fasilitas bagi pengembang dan pemakai untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan [8]. *Prototyping* merupakan metode pengembangan perangkat lunak dimana pengguna ikut mengevaluasi desain sistem [9]. *Prototype* ini digunakan untuk memahami kebutuhan pengguna dan mengidentifikasi masalah potensial sejak tahap awal pengembangan.

Metode prototyping akan menghasilkan *prototype* sistem untuk membantu pengembang dan pengguna berinteraksi selama proses pengembangan sistem informasi. Agar proses pembuatan *prototype* berhasil, aturan harus ditetapkan pada tahap awal. Pengembang dan pengguna harus yakin bahwa *prototype* dibangun untuk memenuhi kebutuhan awal [10]. Tahapan penelitian dapat digambarkan melalui gambar berikut ini :



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Berikut merupakan penjelasan rinci mengenai langkah-langkah penelitian berdasarkan gambar diatas.

1. **Pengumpulan Kebutuhan (*Requirement Gathering*)**: pada tahap ini, pengembang mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan sistem dari pengguna. informasi ini mencakup fitur dan fungsionalitas yang diharapkan oleh pengguna. Pengumpulan kebutuhan di dapat melalui observasi, wawancara dan studi Pustaka.
2. **Desain Cepat (*Quick Design*)**: berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan, pengembang membuat desain awal dari sistem yang akan dibangun.esain ini bersifat sederhana dan berfungsi sebagai dasar untuk pembuatan *prototype*.
3. **Pembuatan Prototipe (*Building Prototype*)**: pengembang membangun *prototype* berdasarkan desain awal yang telah dibuat. prototipe ini merupakan representasi awal dari sistem yang akan dikembangkan.
4. **Evaluasi Prototipe (*Prototype Evaluation*)**: pengguna menguji prototipe yang telah dibuat dan memberikan umpan balik kepada pengembang. umpan balik ini digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan *prototype*.
5. **Penyempurnaan Prototipe (*Prototype Refinement*)**: berdasarkan umpan balik dari pengguna, pengembang melakukan perbaikan dan penyempurnaan pada *prototype*. proses ini dapat berulang hingga *prototype* memenuhi kebutuhan pengguna.
6. **Pengembangan dan Implementasi Sistem (*System Development and Implementation*)**: Setelah *prototype* final disetujui, pengembang mengembangkan sistem secara keseluruhan dan mengimplementasikannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (IntegratedCircuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu [11]. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program [12].

Mikrokontroler juga merupakan perangkat elektronik yang mengintegrasikan unit pemrosesan pusat (CPU), memori, dan periferal input/output dalam satu chip, dirancang untuk mengendalikan fungsi spesifik dalam sistem tertanam (*embedded systems*) [13]. Salah satu mikrokontroler yang populer adalah Arduino, yang dikenal sebagai papan mikrokontroler yang ramah pengguna dan hemat biaya, banyak digunakan dalam otomatisasi, jaringan, dan akuisisi data. Penggunaan Arduino dalam bidang sains telah meningkat secara signifikan sejak kemunculannya pada tahun 2005, dengan aplikasi yang luas dalam biologi, fisika, kimia, dan STEM.

ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung [14].

3. Hasil dan Pembahasan

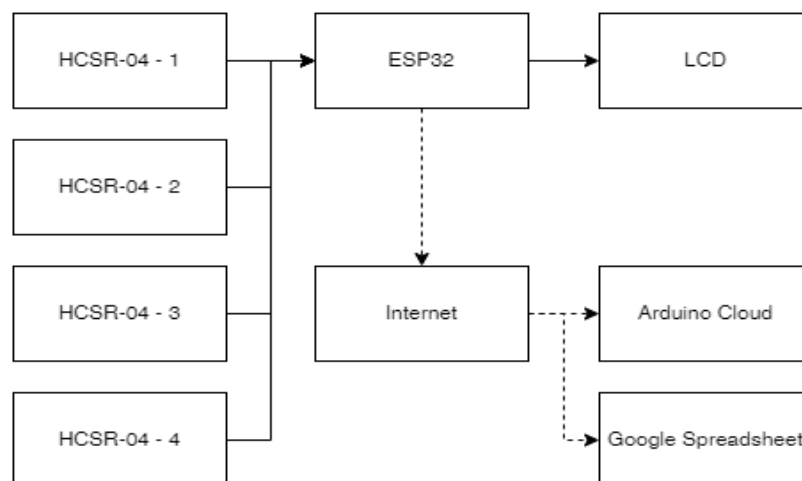
3.1. Pengumpulan Kebutuhan (Requirement Gathering)

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan informasi terkait kebutuhan sistem deteksi titik buta pada kendaraan logistik. Aktivitas yang dilakukan meliputi:

- **Observasi:** Mengamati langsung kondisi kendaraan logistik di lapangan yaitu PT. Aerofood ACS, termasuk bagaimana pengemudi menghadapi titik buta saat berkendara.
- **Wawancara:** Melakukan wawancara dengan pengemudi truk logistic dan stakeholder bagian Head Section Area pada PT. Aerofood ACS untuk memahami kebutuhan sistem.
- **Studi Pustaka:** Mengkaji penelitian sebelumnya mengenai sistem IoT, sensor deteksi titik buta, dan implementasi ESP32 dalam sistem transportasi

3.2. Desain Cepat (Quick Design)

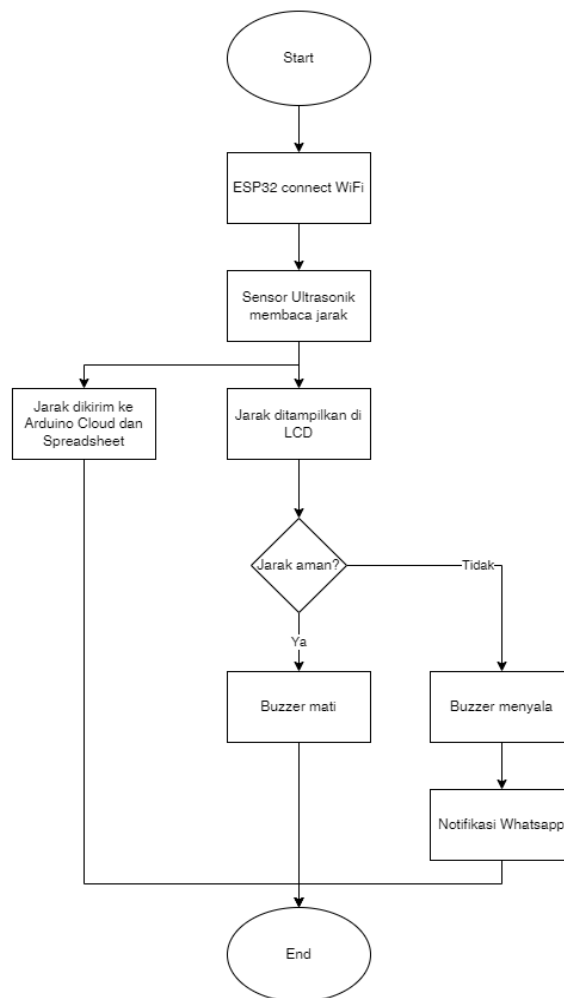
Berdasarkan hasil pengumpulan kebutuhan, dibuat rancangan awal sistem. Aktivitas yang dilakukan meliputi pembuatan diagram blok sistem yang menunjukkan hubungan antara ESP32, sensor ultrasonik, kamera, dan modul komunikasi. Disamping itu menentukan alur kerja sistem, termasuk bagaimana data dari sensor akan diproses dan dikirimkan ke pengemudi serta mendesain tampilan antarmuka aplikasi yang akan digunakan untuk memantau titik buta secara *real-time*.



Gambar 3. Diagram Blok Alat Deteksi Titik Buta

Empat sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak objek di empat titik berbeda. Setiap sensor mengirimkan data ke ESP32, yang berfungsi sebagai unit pemrosesan utama. ESP32 menerima, mengolah, dan meneruskan data jarak ke perangkat output seperti LCD serta mengunggahnya ke internet. LCD menampilkan informasi jarak yang diperoleh dari HC-SR04 secara *real-time* agar dapat dipantau oleh pengguna. Selain itu, ESP32 terhubung ke internet untuk mengirimkan data yang telah diproses, memungkinkan integrasi dengan platform cloud dan aplikasi lainnya. Data yang dikirimkan dapat disimpan serta dipantau menggunakan *Arduino Cloud*, yang menyediakan akses *real-time* melalui dashboard *online*. Selain *Arduino Cloud*, informasi jarak juga dapat dikirim ke *Google Spreadsheet* guna pencatatan dan analisis lebih lanjut. Data disimpan dalam format tabel sehingga memudahkan akses dan pengolahan lebih lanjut.

Pada tahap Desain Cepat, untuk mempermudah pemahaman mengenai alur kerja sistem yang dirancang, digunakanlah flowchart sebagai alat bantu visual. Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu sistem [15]. Flowchart ini menggambarkan urutan proses secara jelas, mulai dari input data yang diterima oleh sensor, pengolahan data oleh ESP32, hingga hasil akhir yang ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke platform cloud. Dengan menggunakan flowchart, setiap langkah dalam sistem dapat dipahami dengan lebih sistematis, memberikan gambaran yang mudah dimengerti mengenai interaksi antar komponen dalam sistem deteksi titik buta berbasis IoT.

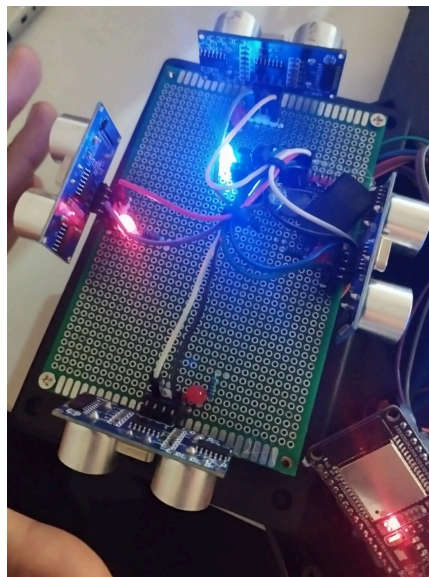


Gambar 4. Flowchart Proses Alat Deteksi Titik Buta

Proses dimulai dengan sistem ESP32 yang mulai beroperasi untuk memantau jarak menggunakan sensor ultrasonik. ESP32 kemudian menghubungkan diri ke jaringan WiFi untuk memastikan koneksi internet tersedia, yang penting untuk mengirimkan data ke cloud dan layanan lainnya. Sensor HC-SR04 mengukur jarak objek di depannya dengan mengirimkan sinyal ultrasonik dan menghitung waktu pantulan. Jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik ditampilkan secara real-time di layar LCD agar pengguna dapat melihatnya langsung. Data jarak juga dikirimkan ke platform Arduino Cloud dan Google *Spreadsheet* melalui internet untuk pemantauan jarak jauh dan pencatatan data. Sistem kemudian mengevaluasi apakah jarak yang terdeteksi aman atau tidak. Jika jarak dianggap aman, sistem mematikan buzzer karena tidak ada bahaya. Jika jarak tidak aman (misalnya terlalu dekat), sistem mengaktifkan buzzer sebagai peringatan suara. Selain itu, sistem juga mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp untuk memberikan peringatan tambahan kepada pengguna. Proses selesai, namun sistem terus memantau jarak secara berulang (*looping*).

3.3. Pembuatan Prototipe (*Building Prototype*)

Pada tahap ini, dibuat model awal sistem dengan merakit perangkat keras dan mengembangkan perangkat lunak awal. Merakit ESP32 dengan sensor ultrasonik dan modul komunikasi (WiFi). Alat ini menggunakan ESP32 dengan tiga sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak secara bersamaan. Setiap sensor mengirimkan pulsa ultrasonik dan mengukur waktu pantulan untuk menentukan jarak ke objek di depannya. Data jarak yang terukur ditampilkan secara real-time pada LCD 20x4, yang menunjukkan nilai jarak dari ketiga sensor. LED dan buzzer berfungsi sebagai indikator status jarak: LED Dekat menyala jika jarak kurang dari 20 cm, LED Sedang untuk jarak antara 20-50 cm, dan LED Jauh untuk jarak lebih dari 50 cm. Buzzer akan berbunyi jika ada objek yang sangat dekat



Gambar 5. Rangkaian Alat Deteksi Titik Buta

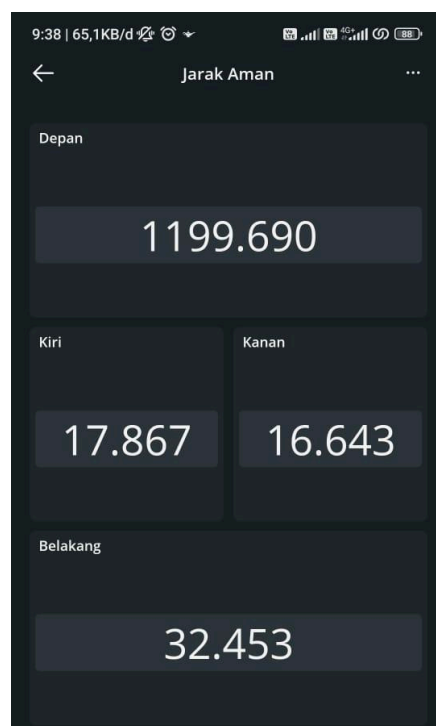
Selanjutnya adalah membuat program awal untuk membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke sistem pemrosesan. Berikut script yang digunakan untuk menginisialisasi berbagai komponen seperti Serial Monitor, sensor ultrasonik, LED, buzzer, WiFi, serta LCD display.

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200); // Initialize Serial Monitor  
  Wire.begin(SDA_PIN, SCL_PIN);  
  // Initialize sensor and LED pins  
  for (int i=0; i < numSensors; i++) {  
    pinMode (trigPins[i], OUTPUT);  
    pinMode (echoPins[i], INPUT);  
    pinMode (ledPins[i], OUTPUT);  
  }  
  pinMode (buzzerPin, OUTPUT);  
  WiFi.begin(SSID, PASS);  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(1000);  
    Serial.println("Connecting to WiFi...");  
  }  
  Serial.println("Connected to WiFi!");  
  initProperties();  
  ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);  
}
```

```
setDebugMessageLevel(2);
ArduinoCloud.printDebugInfo();
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Memulai Alat");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Pendeteksi Jarak Aman");
lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Mohon Tunggu");
lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("Menyiapkan 4 Sensor");
delay(2000);
lcd.clear();
}
```

Script diatas menginisialisasi komunikasi Serial untuk *debugging*, Mengaktifkan komunikasi I2C untuk perangkat tambahan seperti LCD, Mengatur pin untuk sensor ultrasonik, LED, dan buzzer, Menyambungkan perangkat ke jaringan WiFi. Menghubungkan ke Arduino Cloud untuk IoT serta menampilkan pesan awal pada LCD untuk memberi tahu status perangkat.

Berikutnya adalah mengembangkan tampilan awal dari antarmuka pengguna, baik melalui aplikasi mobile maupun dashboard berbasis web. Hasil pengukuran jarak diberi label "Jarak Aman". dibagi menjadi empat bagian dengan nilai numerik yang menunjukkan pengukuran dari arah yang berbeda. Desain keseluruhan memiliki tema gelap dengan font yang besar dan mudah dibaca.

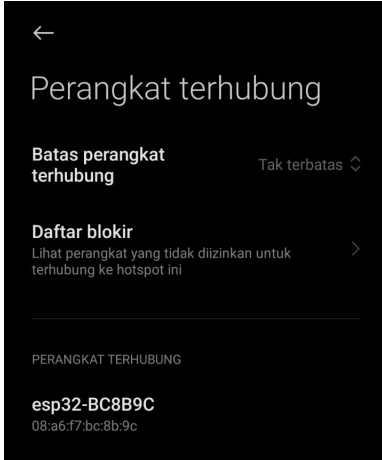
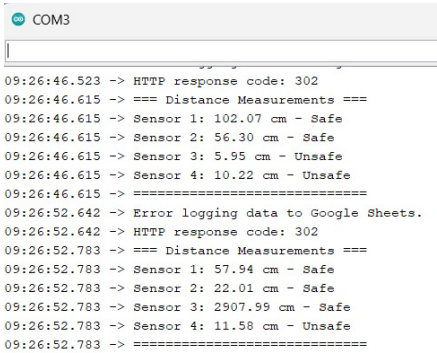


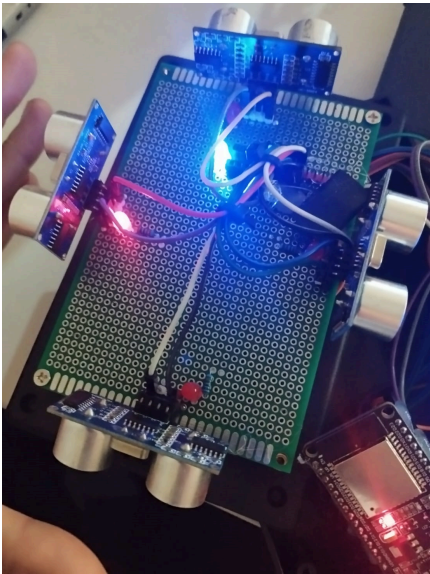
Gambar 6. Rancangan antar muka alat deteksi titik buta

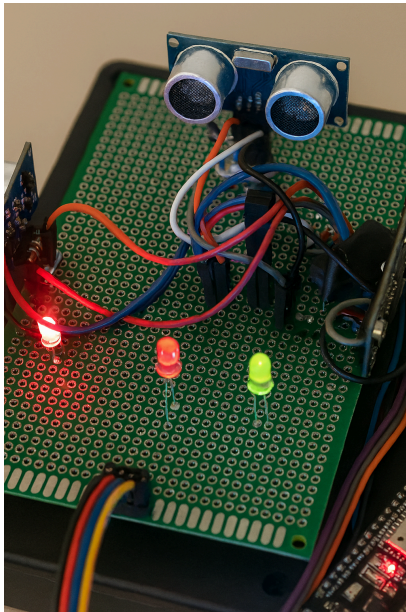
3.4. Evaluasi Prototipe (*Prototype Evaluation*)

Setelah prototipe awal selesai, dilakukan pengujian fungsional dan evaluasi terhadap efektivitas sistem. spesifikasi perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan untuk uji coba dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
1	Mengkoneksikan ESP32 dengan WiFi	ESP terhubung dengan WiFi		Berhasil
2	Menampilkan teks di LCD	Tertampil tulisan di LCD		Berhasil
3	Menampilkan nilai pembacaan HCSR04 di Serial monitor dan LCD	menampilkan hasil pengukuran HCSR04 di serial Monitor serta LCD dengan nilai yang sama		Berhasil

4	Menyalakan lampu LED Merah	LED menyala sebagai indikator dan berkedip		Berhasil
5	Mengkoneksikan ESP32 dengan Whatsapp Bot	Peneliti menerima pesan testing dari whatsapp bot dengan trigger dari ESP32		Berhasil

6	Menguji buzzer saat objek berada di jarak tidak aman	Buzzer berbunyi sebagai peringatan ketika jarak < batas aman		Berhasil
---	--	--	--	----------

3.5. Penyempurnaan Prototipe (*Prototype Refinement*)

Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan perbaikan dan penyempurnaan sistem agar lebih akurat dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aktivitas yang dilakukan meliputi penambahan fitur tambahan, seperti peringatan suara atau getaran untuk meningkatkan keamanan.

3.6. Pengembangan dan Implementasi Sistem (*System Development and Implementation*).

Pada tahap ini fokus utama adalah untuk merancang dan membangun sistem yang telah direncanakan dalam tahap sebelumnya. Proses ini melibatkan pengembangan baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang saling berinteraksi dalam sistem. Langkah pertama adalah pengembangan perangkat keras, yang dimulai dengan pemilihan dan pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memastikan kemampuannya dalam mendeteksi objek pada jarak yang tepat di empat titik buta kendaraan. Sensor-sensor ini dipasang pada kendaraan dengan mempertimbangkan posisi yang dapat memaksimalkan akurasi deteksi. Setelah itu, ESP32 diprogram untuk menerima data dari sensor, memprosesnya, dan mengirimkan informasi ke perangkat output seperti LCD untuk menampilkan jarak objek secara real-time. Selain itu, ESP32 juga dihubungkan dengan internet untuk mengirimkan data ke *platform cloud*, yang memungkinkan pemantauan jarak secara *remote*. Selanjutnya, pengembangan perangkat lunak dimulai dengan menulis program untuk ESP32 yang mencakup pemrosesan data sensor dan pengaturan komunikasi antara perangkat keras dengan aplikasi *online*. Kode program juga mencakup pengolahan data jarak yang diterima dan penerusan data tersebut ke LCD dan *platform cloud*. Selain itu, dibuat pula integrasi dengan *Arduino Cloud* dan *Google Spreadsheet* untuk penyimpanan data secara otomatis, sehingga memudahkan akses dan analisis. Selama proses pengembangan, dilakukan pengujian untuk memastikan sistem berjalan sesuai harapan. Pengujian ini meliputi uji coba sensor dalam mendeteksi objek pada jarak yang telah ditentukan, serta memastikan bahwa data yang dikirimkan oleh ESP32 dapat diterima dengan baik oleh *platform cloud* dan ditampilkan pada dashboard online. Semua pengujian dilakukan secara berulang untuk memastikan akurasi sistem serta kestabilan koneksi internet.

4. KESIMPULAN

Sistem IoT Berbasis ESP32 untuk Deteksi Titik Buta pada Kendaraan Logistik merupakan sebuah sistem pemantauan yang efisien dan real-time untuk mendeteksi objek yang ada pada titik buta kendaraan logistik. Sistem ini memanfaatkan empat sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang pada kendaraan untuk mendeteksi jarak objek di sekitar titik buta. Data yang diperoleh dari sensor ini diproses oleh mikrokontroler ESP32, yang kemudian menampilkan hasilnya pada layar LCD dan mengirimkan data tersebut ke platform cloud untuk pemantauan jarak secara jarak jauh. Sistem ini tidak hanya membantu mengurangi risiko kecelakaan dengan memberikan peringatan dini kepada pengemudi, tetapi juga memungkinkan pemantauan secara real-time melalui integrasi dengan platform seperti *Arduino Cloud* dan *Google Spreadsheet*.

Melalui uji coba yang dilakukan, sistem ini menunjukkan akurasi dalam mendeteksi titik buta dan memberikan respons yang tepat terhadap potensi bahaya. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan keselamatan kendaraan logistik dan efisiensi operasional perusahaan dalam memantau kondisi kendaraan secara otomatis.

5. SARAN

Dari sistem yang dikembangkan, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut di berbagai kondisi lingkungan dan situasi untuk memastikan keandalan sistem di lapangan, seperti pengujian dalam kondisi cuaca buruk atau ketika kendaraan bergerak dengan kecepatan tinggi. Kedua, meskipun sistem ini telah terhubung ke *platform cloud* untuk pemantauan jarak jauh, pengembangan fitur tambahan aplikasi berbasis *mobile* dapat meningkatkan kemudahan penggunaan dan efektivitas pemantauan. Selain itu, pengembangan algoritma untuk meningkatkan akurasi deteksi dan mengurangi kemungkinan kesalahan deteksi juga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan.

DAFTAR PUSATAKA

- [1]. Romadhani, Noor Fadilah, Herdy Pratama Putra, Shidik Burhani, Achmad Setiawan, Syamsul Marlin Amiri. "Konsep Perencanaan Transportasi. Pt Mafy Media Literasi Indonesia. Kota Solok, Sumatera Barat". 2024.
- [2]. Amilya. Sri Rahayu. "Perancangan Sistem Monitoring Data Peserta Magang Bidang Niaga Pada PT PLN (Persero) Berbasis Web", Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains. Vol 1, No 1, November 2023, page 168-176
- [3]. Pitriadi, Peri, Muh. Iqbal M, Muhammad Iswar, A. Ariputra. "Analisis dan Pengurangan Blind Spot pada Alat Berat (Excavator dan Buldozer) Melalui Implementasi Kamera 360". SINERGI Vol. 22, No.1, pp.35-41, April 2024
- [4]. Prehartini Devita, Anisa dan Suhadi. "Rancang Bangun Alat Pengukur Jarak Aman Kendaraan Menggunakan Sensor Ultrasonik Tipe HC-SR04 Berbantuan Arduino Uno". Jurnal Lontar Physics Today. Vol. 3 No. 1 Februari 2024, p 28 – 35
- [5]. Ardana Muhammad Dendi, Dedy Hartama, AnjarWanto, Solikhun, Sundari Putri Lestari. "Implementasi System Keamanan Parker Kendaraan Menggunakan Sensor Jarak HC-SR04

- Dan Kamera Cerdas Protokol MQTT DenganTelegram”. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains Vol 1,No1, November 2023,page 383 -389
- [6]. Brilliantoro Bukhaerotul. “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Jarak Aman Mobil Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan Arduino Uno”. Vol 1 No 1 (2022): Jurnal Fisika Otomatis.
- [7]. Siroj, Rusydi A..Win Afgani, Fatimah, Dian Septaria, Gebriella Zahira Salsabila. “Metode Penelitian Kuantitatif Pendekatan Ilmiah Untuk Analisis Data”. Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran. Volume 7 Nomor 3, 2024.
- [8]. Kurniati, “Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais”. Journal of Software Engineering Ampera. Vol. 2, No. 1, February 2021.
- [9]. Zen, M., Budi Utomo, R., & Hamdi, N., “Sistem Informasi Penjadwalan Mata Pelajaran Berbasis Web Menggunakan Metode Prototyping Pada SMKN 9 Medan”. RESOLUSI : Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi, 3(3), 80–87, 2023.
- [10]. Kustanto, Prio. Bram Khalil Ramadhan, Achmad Noe'man. “Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif”. Journal of students research in computer science. Vol. 5 No. 1 (Mei 2024)
- [11]. Junaedi, Ahmad, M. Dewi Manikta Puspitasari, Miftakhul Maulidina. “Pengaruh (Intensor) Induktor Heater Menggunakan Thermal Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Dalam Mengolah Logam”. Jurnal NOE, Vol 4, No 2, 2021.
- [12]. Widharma. I Gede Suputra. “Buku Teks Mikrokontroler”. Politeknik Negeri Bali. 2021.
- [13]. Prabowo, N. K., & Irwanto, I., “The Implementation of Arduino Microcontroller”, Boards in Science: A Bibliometric Analysis from 2008 to 2022. arXiv preprint arXiv:2312.10840. 2023.
- [14]. Nizam. Muhammad, Haris Yuana, Zunita Wulansari. “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web”. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika. Vol. 6 No. 2, September2022.
- [15]. Agustinus Zalukhu, Swingly Purba, Dedi Darma. “Perangkat Lunak aplikasi Pembelajaran Flowchart”. Jurnal Teknologi Informasi dan Industri, Vol. 4, No. 1, 2023.