

Rancang Bangun Sistem Peringatan Persimpangan Jalan Kampung Padat Penduduk Menggunakan ESP8266

Prototype of a Warning System for Road Intersections in Densely Population Villages Using ESP8266

Muhamad Waldi Maulana¹, Legenda Prameswono Pratama^{2*}, Devan junesco Vresdian³, Mauludi Manfaluthy⁴, Arisa Olivia Putri⁵, Safaa Najah Saud Al-Humairi⁶

^{1,2,3,4,5} Jakarta Global University

Jl. Boulevard Grand Depok City, Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat 16412

⁶ Management and Science University

University Drive, Off Persiaran Olahraga, 40100 Shah Alam, Selangor, Malaysia

waldi@student-jgu.ac.id¹, legenda@jgu.ac.id^{2*}, devan@jgu.ac.id³, mauludi@jgu.ac.id⁴, arisa@jgu.ac.id⁵, safaa_najah@msu.edu.my⁶

Abstrak – Sistem peringatan keamanan lalu lintas pada pertigaan jalan telah dikembangkan pada penelitian ini. Sistem ini dirancang untuk mengganti penggunaan rambu dan alat bantu seperti cermin yang kurang efektif karena keterbatasan bidang pantulan dan gangguan akibat kondisi cuaca. Sensor PIR dan mikrokontroler ESP8266 digunakan untuk pemrosesan program pendeteksi kendaraan yang mendekati area pertigaan dengan pembagian skema menggunakan modul DOT MATRIC219. Penelitian ini memberikan beberapa skema pesan seperti "STOP", "SLOW", dan "HATI-HATI" dalam pemberian perintah disertakan isyarat lampu merah, kuning dan hijau sebagai peringatan konvensional. Metode perancangan menggunakan basic pemrograman Arduino IDE. Dengan penerapan peringatan, pengendara dari berbagai arah diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan sehingga risiko kecelakaan di area pertigaan dapat dikurangi. Hasil penelitian menunjukkan sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan ketika objek ditempatkan dengan jarak 50 cm sampai 325 cm dari sensor. Uji efektivitas sudut sensor PIR pada jarak 50 cm sampai 300 cm dengan sudut 0° sampai 60° sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan. Logika sistem ESP8266 yang sudah diprogram berjalan dengan baik ketika menerima perintah maupun dalam keadaan standby.

Kata Kunci: ESP8266, traffic light, sensor PIR, jalan pertigaan.

Abstract – This study developed a traffic safety warning system for T-junctions. It replaces traditional signs and mirrors, which are often less effective due to limited reflection and adverse weather. Specifically, the system uses passive infrared (PIR) sensors and ESP8266 microcontrollers to detect vehicles, while the DOT MATRIC219 module handles message display. Warning messages like "STOP," "SLOW," and "CAUTION" are shown with red, yellow, and green lights. These alerts provide clear visual warnings. For system design, an approach with Arduino IDE programming was employed. The purpose of these warning signals is to improve driver vigilance from all directions and reduce accident risk at T-junctions. Experimental results show that the PIR sensor reliably detects movement at distances between 50 cm and 325 cm and is effective within an angle range of 0° to 60° from 50 cm to 300 cm. Finally, the programmed ESP8266 logic works correctly in both command and standby modes.

Keywords: ESP8266, traffic light, PIR sensor, T-junction road.

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam infrastruktur kota, termasuk dalam hal lalu lintas. Peningkatan volume kendaraan di jaringan jalan raya dipengaruhi oleh perkembangan pesat industri otomotif nasional serta didukung oleh kemampuan ekonomi masyarakat yang semakin tinggi dalam memiliki kendaraan pribadi. Fenomena tersebut diperkuat oleh laju pertumbuhan penduduk dan peningkatan mobilitas individu yang secara simultan berkontribusi terhadap peningkatan kepadatan serta kompleksitas sistem lalu lintas. Kondisi ini paling nyata teramati pada area persimpangan jalan, di mana interaksi antar arah pergerakan kendaraan menimbulkan potensi kemacetan dan risiko kecelakaan yang lebih tinggi. Kepadatan lalu lintas yang tinggi meningkatkan risiko kecelakaan, khususnya di area persimpangan, yang sering kali menjadi titik rawan. Dalam konteks transportasi jalan, kecelakaan lalu lintas dapat dipahami sebagai insiden tidak terencana yang terjadi di ruang jalan umum dan melibatkan sedikitnya satu kendaraan bermotor, yang akibatnya dapat menimbulkan cedera fisik maupun kerugian materiil bagi pihak yang terlibat [1].

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat 24 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, istilah kecelakaan lalu lintas diartikan sebagai peristiwa di jalan yang terjadi secara tidak disengaja maupun tidak terduga, melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lainnya, yang menyebabkan timbulnya korban jiwa dan/atau kerugian harta benda [2]. Sebagian besar kecelakaan terjadi disebabkan oleh kesalahan manusia, kurangnya perhatian, atau keterbatasan informasi terkait lalu lintas di persimpangan tersebut. Badan Pusat Statistik (BPS) telah mengumpulkan data kecelakaan lalu lintas dan jumlah korban di Indonesia pada tahun 2022, terjadi peningkatan secara signifikan pada jumlah kecelakaan dan korban yang terlibat. Secara terperinci, dicatat sebanyak 139.258 kejadian, dengan 28.131 kematian, 13.364 kasus luka berat, dan 160.449 kasus luka ringan [3].

Area persimpangan jalan di wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi dikategorikan sebagai zona dengan tingkat risiko kecelakaan yang signifikan sehingga pengawasan terhadap aktivitas lalu lintas pada titik pertemuan kendaraan perlu dilakukan secara intensif. Untuk meminimalkan potensi kemacetan dan insiden lalu lintas, sistem penandaan serta rambu jalan harus dirancang dengan tingkat keterbacaan yang optimal. Upaya tersebut diperlukan mengingat volume kendaraan di kawasan padat penduduk mengalami peningkatan signifikan pada periode waktu tertentu, khususnya pada jam-jam puncak aktivitas masyarakat [4]. Wilayah perkampungan padat penduduk masih menjadi titik rawan kecelakaan lalu lintas yang sering diabaikan [5]. Persimpangan jalan dalam area tersebut seringkali kurang mendapatkan perhatian yang memadai dalam hal keamanan, menyebabkan risiko tinggi terjadinya kecelakaan. Peningkatan jumlah kendaraan yang melintasi jalan raya tidak diiringi oleh pengembangan fasilitas penunjang keselamatan lalu lintas yang memadai, sehingga terjadi peningkatan kepadatan arus kendaraan pada berbagai ruas jalan. Kondisi tersebut berimplikasi pada meningkatnya potensi konflik lalu lintas di area persimpangan serta menyebabkan banyaknya pelanggaran terhadap ketentuan rambu dan peraturan jalan [6].

Di antara berbagai jenis jalan, persimpangan yang berada di kawasan padat penduduk termasuk kategori dengan tingkat keselamatan paling rendah, karena minimnya sarana pendukung keamanan dan pengaturan lalu lintas yang efektif, sehingga frekuensi kecelakaan maupun konflik kendaraan relatif tinggi [7]. Sebagian besar fasilitas keselamatan yang tersedia di area tersebut masih bersifat konvensional, seperti rambu lalu lintas penanda persimpangan dan cermin cembung yang ditempatkan di titik tertentu untuk membantu pengemudi melihat kendaraan dari arah berlawanan [8]. Meskipun cermin cembung merupakan alat bantu yang paling banyak digunakan, efektivitasnya terbatas oleh beberapa faktor, antara lain perlu perawatan rutin, pengaruh cuaca ekstrem, kabut, serta kondisi pencahayaan rendah yang dapat mengurangi jarak pandang dan kecepatan reaksi pengemudi [9].

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan keselamatan berbasis sensor pada jalan pertigaan di kawasan padat penduduk, yang sebelumnya hanya mengandalkan cermin cembung sebagai alat bantu visual [10]. Sistem yang dirancang terdiri atas komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Pada sisi perangkat keras, miniatur jalan pertigaan dibuat sebagai representasi kondisi nyata, yang dilengkapi rangkaian sensor PIR untuk mendeteksi kendaraan yang mendekati area persimpangan. Mikrokontroler ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali sistem, yang mengatur modul *Traffic Light* dan LED DOT Matrix MAX7219 untuk menampilkan pesan peringatan “HATI-HATI” serta menyalakan lampu kuning peringatan [11]. Pada sisi perangkat lunak, sistem didesain melalui pemrograman menggunakan Arduino IDE dan disertai dengan perancangan *flowchart* logika sistem. Ketika sensor PIR mendeteksi keberadaan kendaraan, sistem secara otomatis mengirimkan sinyal ke modul tampilan dan lampu lalu lintas agar menunjukkan tanda peringatan bagi pengendara lain. Dengan mekanisme tersebut, pengemudi dari arah berlawanan memperoleh peringatan dini untuk meningkatkan kewaspadaan sebelum melewati area pertigaan [12]. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu: (1) pengujian kemampuan sensor PIR dalam mendeteksi pergerakan kendaraan pada jarak minimal 50 cm, (2) analisis efektivitas sudut deteksi sensor PIR terhadap respons sistem, serta (3) evaluasi keandalan logika kendali pada modul *Traffic Light* dan LED DOT Matrix berdasarkan data yang diterima dari sensor. Melalui rancangan ini, diharapkan sistem dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi pergerakan kendaraan di area pertigaan padat penduduk.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, perancangan dilakukan dengan membuat prototipe yang disesuaikan dengan kondisi nyata persimpangan pada kawasan padat penduduk. Model tersebut digunakan sebagai media simulasi untuk memperoleh gambaran kerja sistem secara realistis sebelum dilakukan pengujian lanjutan. Seluruh kegiatan penelitian didasarkan pada pendekatan kuantitatif dengan metode *Research and Development* (R&D), di mana setiap tahap difokuskan pada proses perancangan, pembuatan, serta pengujian efektivitas sistem yang dikembangkan. Melalui tahapan tersebut, data diperoleh dan dianalisis secara sistematis guna menilai tingkat keberfungsian prototipe secara empiris.

1. Studi literatur

Pada tahap awal, kajian pustaka dilakukan melalui penelusuran berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan sistem peringatan lalu lintas dan teknologi sensor berbasis mikrokontroler. Sumber-sumber yang ditemukan kemudian dianalisis untuk memperoleh pemahaman konseptual dan teknis yang relevan dengan kebutuhan penelitian. Melalui kegiatan ini, landasan teoritis dibentuk dan digunakan sebagai acuan dalam merancang sistem yang akan dikembangkan [13], [14], [15].

2. Pembuatan Desain Alat

Setelah studi literatur dilakukan, proses perancangan desain dimulai dengan menentukan kebutuhan komponen dan material utama. Desain dirumuskan untuk menjamin kesesuaian antara fungsi perangkat dan tujuan sistem yang akan direalisasikan.

3. Pembuatan Alat

Tahapan ini mencakup perakitan rangkaian elektronik yang terdiri dari mikrokontroler ESP8266, modul LED DOT MAX7219, sensor PIR, serta modul lampu lalu lintas. Proses perakitan dilaksanakan setelah seluruh komponen diverifikasi kesesuaiannya dengan rancangan teknis.

4. Pembuatan Program

Setelah sistem perangkat keras selesai dirakit, pemrograman dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Pada tahap ini, kode dikembangkan dan diuji agar seluruh komponen mampu berfungsi secara terintegrasi sesuai kebutuhan sistem.

5. Pengujian Alat

Pengujian dilaksanakan untuk memastikan kinerja sistem berjalan sesuai rancangan. Hasil pengujian digunakan untuk menilai keakuratan sensor, respons kontrol mikrokontroler, serta efektivitas tampilan peringatan yang dihasilkan.

6. Pengambilan Data dan Analisis

Setelah alat bekerja dengan baik, data hasil pengujian dikumpulkan dan diolah secara kuantitatif. Analisis dilakukan untuk menilai kinerja sistem dan sejauh mana tujuan penelitian dapat tercapai.

7. Kesimpulan

Tahap akhir penelitian berupa penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian dan analisis data. Kesimpulan ini menjelaskan efektivitas sistem serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan dan perbaikan pada penelitian berikutnya.

2.1. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa komponen utama yang berperan dalam membentuk sistem secara keseluruhan, yaitu mikrokontroler ESP8266, modul LED DOT Matrix MAX7219, sensor PIR (*Passive Infrared Sensor*), modul lampu lalu lintas (*traffic light*), serta perangkat komputer atau laptop yang digunakan untuk proses pemrograman melalui perangkat lunak Arduino IDE. Mikrokontroler ESP8266 dimanfaatkan sebagai pusat kendali sistem di mana logika program dijalankan untuk mengatur respon dari setiap komponen. Modul LED DOT Matrix MAX7219 difungsikan sebagai media penyampaian informasi visual berupa teks seperti “STOP”, “SLOW”, dan “HATI-HATI” yang akan muncul sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sistem. Selanjutnya, modul lampu lalu lintas dioperasikan sebagai indikator tambahan untuk memberikan sinyal visual dalam bentuk perubahan warna lampu merah, kuning, dan hijau yang disesuaikan dengan hasil deteksi dari sensor. Sensor PIR sendiri digunakan sebagai pendeteksi gerakan yang berfungsi mengirimkan sinyal ke mikrokontroler saat objek atau kendaraan melintas di area pantauan, sehingga sistem dapat secara otomatis memberikan peringatan visual melalui tampilan LED dan lampu lalu lintas. Melalui integrasi keseluruhan komponen tersebut, sistem dirancang agar mampu bekerja secara responsif dan memberikan peringatan dini kepada pengguna jalan pada kawasan persimpangan padat penduduk [16].

2.1.1. Perangkat Keras & Perangkat Lunak

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan perangkat keras dengan spesifikasi minimum tertentu yang disesuaikan untuk mendukung proses perancangan dan pengujian sistem secara optimal. Spesifikasi tersebut ditetapkan agar seluruh komponen elektronik dan sistem pengendali dapat berfungsi dengan stabil serta mampu menjalankan program yang telah dirancang tanpa mengalami kendala performa selama proses eksperimen berlangsung [12]. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail perangkat keras.

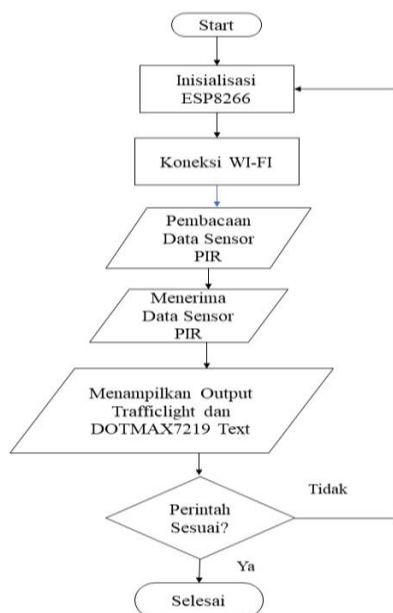
Perangkat Keras	Keterangan
ESP8266	• Antarmuka komunikasi bekerja pada tegangan 3.3V • Frekuensi operasi WiFi 2.4GHz dengan dukungan keamanan WPA/WPA2 • Rentang tegangan input antara 4.5V hingga 9V (maksimal 10V) melalui daya USB • Telah terintegrasi dengan protokol TCP/IP dan mampu menangani hingga 5 koneksi klien secara bersamaan • Kecepatan transmisi data berada pada kisaran 110 hingga 460800 bps
DOT MATRIX MAX 7219	• Tegangan suplai maksimum sebesar 6V • Dapat beroperasi pada tegangan +4.0V hingga +5.5V • Rentang suhu penyimpanan antara -65°C sampai +150°C
IC MAX7219	• Tegangan kerja berkisar antara +4.0V hingga +5.5V • Tegangan suplai maksimum mencapai 6V • Waktu tunda transmisi data ke segmen sekitar 2.2 milidetik • Arus maksimum per pin segmen sebesar 100 mA • Arus maksimum yang diizinkan untuk pin ground digit sebesar 500 mA
Sensor PIR SR602	• Tegangan kerja 5V–20V • Konsumsi daya sekitar 65 mA • Penundaan waktu (delay) dapat diatur dari 0.3 hingga 5 menit • Bekerja optimal pada suhu -15°C sampai +70°C • Keluaran sinyal TTL sebesar 3.3V atau 0V

Perangkat Keras	Keterangan
Traffic Light	- Memiliki empat terminal utama: G (Hijau), Y (Kuning), R (Merah), dan GND (Ground) - Menggunakan tegangan operasi sebesar 5V
Arduino IDE	Perangkat lunak pengembang versi 1.8.18 digunakan untuk pemrograman dan pengujian sistem.

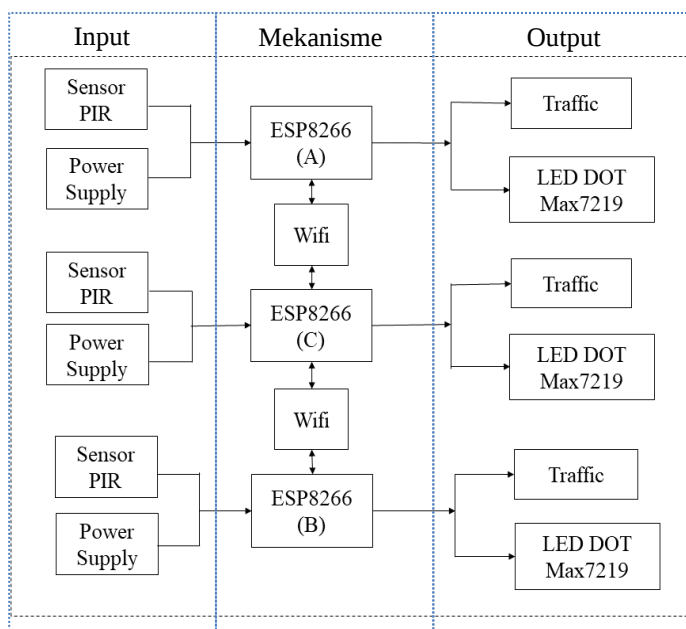
2.1.2. Flowchart Sistem

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian ini. Pada rancangan sistem peringatan di kawasan persimpangan padat penduduk, diagram alir menggambarkan tahapan proses yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266. Sistem dimulai dengan proses inisialisasi perangkat, di mana ESP8266 diatur sebagai pengendali utama untuk mengelola seluruh alur komunikasi data. Koneksi Wi-Fi kemudian diaktifkan agar modul ESP8266 mampu berinteraksi dengan komponen lainnya. Data dari sensor PIR diterima secara berulang dalam suatu loop pemrosesan guna mendeteksi keberadaan kendaraan atau objek yang melintas di area pantauan. Berdasarkan sinyal yang diterima tersebut, instruksi dikirimkan secara otomatis oleh ESP8266 menuju modul *Traffic Light* untuk menyesuaikan kondisi lampu indikator, serta modul LED DOT Matrix MAX7219 untuk menampilkan pesan peringatan visual kepada pengguna jalan. Proses ini dilakukan secara berkesinambungan hingga tidak ada lagi masukan data yang diterima oleh sistem yang menandakan bahwa seluruh siklus operasi telah selesai.

Selanjutnya, pada rancangan blok diagram sistem perangkat keras, mikrokontroler ESP8266 berperan sebagai pusat pengendali utama yang mengoordinasikan fungsi setiap komponen seperti terlihat pada Gambar 2. Koneksi nirkabel melalui jaringan Wi-Fi dimanfaatkan agar sistem mampu mengatur instruksi dengan efisien. Berdasarkan konfigurasi tersebut, perintah kerja dikirimkan dari ESP8266 ke modul *Traffic Light* untuk mengatur nyala lampu sesuai kondisi lalu lintas, sementara modul LED DOT Matrix MAX7219 diaktifkan untuk menampilkan teks peringatan seperti “STOP” atau “HATI-HATI”. Dengan mekanisme ini, seluruh komponen sistem dapat beroperasi secara sinkron dan responsif, mendukung terciptanya sistem peringatan lalu lintas yang adaptif terhadap kondisi di lapangan.



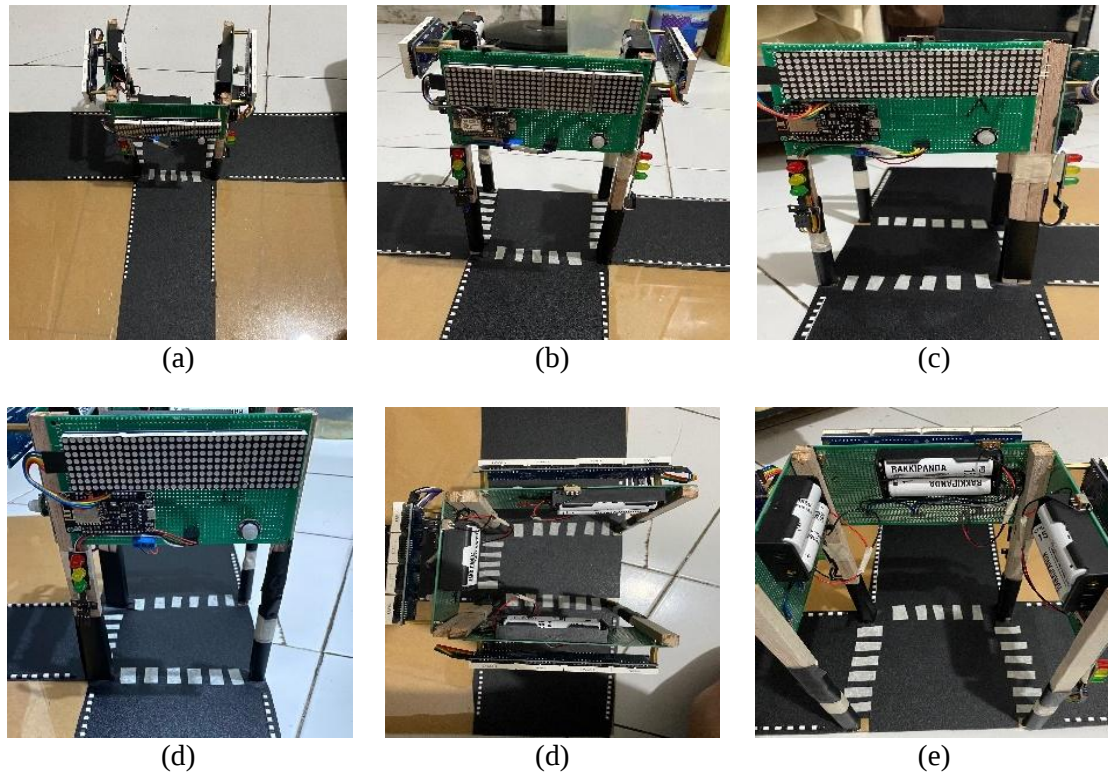
Gambar 1. Flowchart sistem peringatan persimpangan jalan.



Gambar 2. Blok diagram sistem peringatan persimpangan jalan.

3. Hasil dan Pembahasan

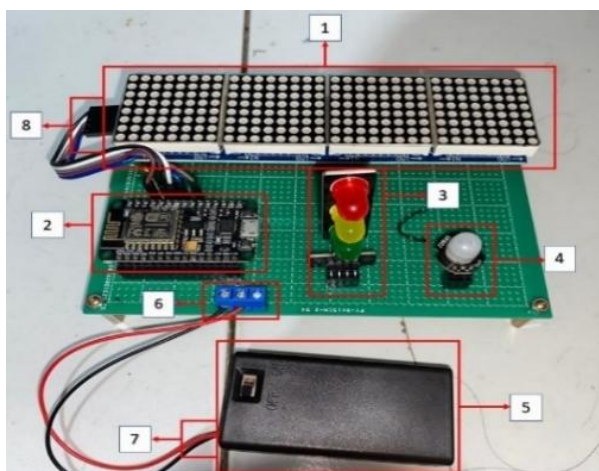
Bentuk fisik dari prototype sistem perancangan peringatan pada persimpangan jalan perkampungan padat penduduk menggunakan ESP8266 terdiri dari akrilik, stik kayu dan komponen pada PCB seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Bentuk fisik prototipe (b) tampak depan (c) tampak kiri (d) tampak kanan (e) tampak atas (f) tampak belakang.

3.1. Rangkaian Elektronika Modul

Gambar 4 menunjukkan rangkaian elektronika dari modul sedangkan Gambar 5 menunjukkan dashboard web IP adress.



Gambar 4. Rangkaian modul.

Keterangan:

1. DOTMAX7219 sebagai *output* tampilan teks peringatan.
2. ESP8266 sebagai pusat kontrol.
3. *Traffic Light*.
4. Sensor PIR.
5. Baterai 4,7V sebagai catu daya dan memiliki tombol ON OFF.
6. T-BLOK untuk Vin dan GND pada ESP8266.
7. Kabel merah (+) Vin dan hitam (-) GND.
8. Kabel instalasi ESP8266 ke DOTMAX7219.

**Keterangan:**

1. Tampilan teks ketika sensor PIR membaca pergerakan.
2. Tampilan teks ketika mendapat perintah dari ESP sisi lain.
3. Tampilan teks ketika *standby*.
4. Untuk mengatur kecerahan.
5. Untuk mengatur kecepatan *run text*.
6. Untuk menyimpan tampilan teks ketika sudah diganti.
7. Untuk kembalikan ketampilan awal.

Gambar 5. Dasbor web IP address.

3.2. Proses Kerja Sistem

Proses kerja sistem merupakan gambaran umum proses kerja dari prototipe sistem perancangan peringatan pada persimpangan jalan perkampungan padat penduduk menggunakan ESP8266. Alat yang dibuat untuk simpang tiga jalan perkampungan padat penduduk sehingga dibutuhkan tiga alat yang masing-masing mewakili satu sisi jalan. ESP8266 C difungsikan sebagai master guna untuk memerintah, mengirim dan menerima sinyal dari ESP8266 A dan B yang difungsikan sebagai *client*. Ketika sensor PIR dari sisi C membaca pergerakan akan diterima oleh ESP C, lalu ESP C akan meneruskan perintah ke ESP A dan B. Apabila ESP A atau B membaca pergerakan dari sensor PIR, ESP A akan mengirim perintah ke ESP C lalu diteruskan ke ESP B melalui jaringan Wi-Fi.

3.3. Pengujian Alat

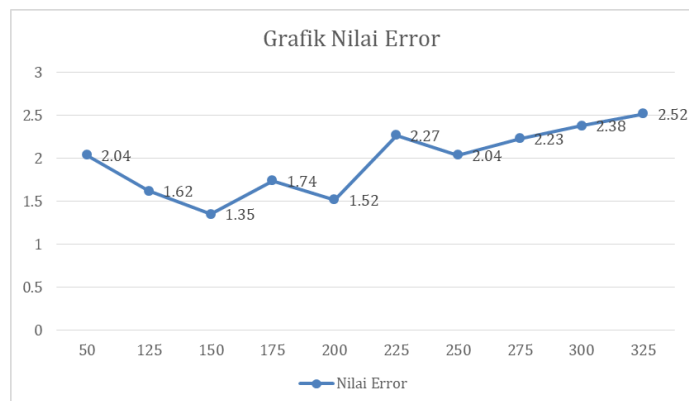
Pengujian alat pada penelitian ini terdiri dari pengujian kesalahan pembacaan berdasarkan jarak baca sensor PIR, kemampuan jarak baca sensor PIR berdasarkan pengujian 3 sisi, pengujian efektifitas sudut sensor PIR dan pengujian logika sistem.

3.3.1. Pengujian Kesalahan Pembacaan Berdasarkan Jarak Baca Sensor PIR

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai data jarak statis uji keandalan pada pembacaan sensor PIR. Jarak pembacaan yang digunakan merupakan jarak pembacaan statis dimulai dari jarak terpendek sekitar 50 cm hingga jarak terjauh 325 cm. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 6.

Tabel 2. Data hasil uji keterbacaan sensor PIR.

Percobaan	Data Mistar (cm)	Data Sensor PIR (cm)	Nilai Error %
1	50	49	2,04
2	125	123	1,62
3	150	148	1,35
4	175	172	1,74
5	200	197	1,52
6	225	220	2,27
7	250	245	2,04
8	275	269	2,23
9	300	293	2,38
10	325	317	2,52

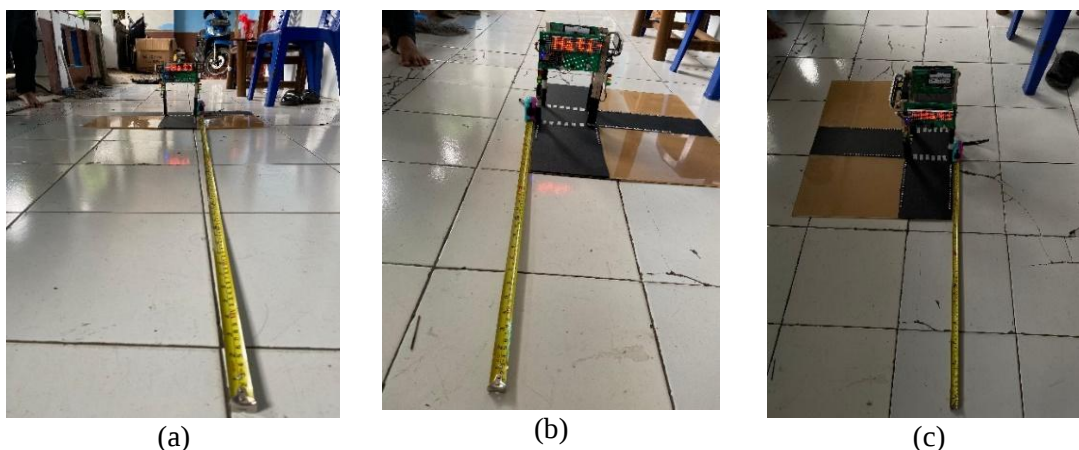


Gambar 6. Grafik nilai eror.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kesalahan terendah tercatat sebesar 1,35% pada jarak 150 cm, sedangkan nilai kesalahan tertinggi mencapai 2,52% pada jarak 325 cm. Dari seluruh data yang diperoleh, rata-rata tingkat kesalahan sensor PIR sebesar 2,38%, yang menunjukkan bahwa deviasi antara pembacaan sensor dan jarak aktual sangat kecil. Jika dibandingkan dengan standar akurasi yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yang mensyaratkan minimal 95%, serta Standar Internasional (SI) dengan batas 97%, maka sensor PIR yang diuji memenuhi bahkan sedikit melampaui standar tersebut. Hasil ini mengindikasikan bahwa sensor PIR memiliki kinerja yang stabil dan presisi tinggi dalam mendeteksi objek pada rentang jarak uji 50–325 cm. Meskipun terdapat fluktuasi kecil pada nilai eror di beberapa titik pengujian, perbedaan tersebut masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima secara ilmiah. Dengan demikian, sensor PIR dapat dikategorikan layak digunakan sebagai komponen utama dalam sistem peringatan lalu lintas berbasis mikrokontroler, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan respon cepat dan deteksi gerakan pada jarak menengah.

3.3.2. Pengujian Kemampuan Jarak Baca Sensor PIR berdasarkan Pengujian 3 Sisi

Uji coba mendeteksi pergerakan dilakukan untuk mengetahui pada jarak berapa objek yang terdeteksi dapat membuat *traffic light* dan dotmax7219 bekerja menampilkan *output* peringatan. Uji coba ini dilakukan dengan jarak yang berdeda-beda. Sampel yang ditentukan yaitu dari 50 cm sampai 325 cm dengan jumlah sebanyak 10 data. Pengujian kemampuan sensor PIR ditunjukkan pada Gambar 7 dan data hasil uji mendeteksi pergerakan dapat dilihat pada Tabel 3-5.



Gambar 7. Pengujian sensor PIR (a) sisi depan (b) sisi kiri dan (c) sisi kanan.

Tabel 3. Data hasil uji mendeteksi pergerakan sisi depan.

Percobaan	Jarak Objek (cm)	Keadaan <i>Traffic Light</i>	Keadaan Teks <i>Dotmax7219</i>	Terdeteksi ?
1	50	On Hijau	Hati-hati	Ya
2	125	On Hijau	Hati-hati	Ya
3	150	On Hijau	Hati-hati	Ya
4	175	On Hijau	Hati-hati	Ya
5	200	On Hijau	Hati-hati	Ya
6	225	On Hijau	Hati-hati	Ya
7	250	On Hijau	Hati-hati	Ya
8	275	On Hijau	Hati-hati	Ya
9	300	On Hijau	Hati-hati	Ya
10	325	On Kuning	Slow	Tidak

Pengujian kedua dilakukan dengan objek manusia oleh sensor PIR dari ESP B (Kiri) jarak baca sensor dilakukan sebanyak 10 kali dengan jarak 50 cm, 125 cm, 150 cm, 175 cm, 200 cm, 225 cm, 250 cm, 275 cm, 300 cm dan 325 cm didapatkan hasil berkisar 50 cm – 300 cm dapat mendeteksi pergerakan, pada jarak 325 cm sensor tidak dapat mendeteksi secara maksimal sehingga tampilan *traffic light* dan *dotmax7219* dalam keadaan *standby* tidak ada pergerakan. Hasil yang didapatkan dari sisi kiri lampu tidak berbeda dari sisi depan dan kanan.

Tabel 4. Data hasil uji mendeteksi pergerakan sisi kiri.

Percobaan	Jarak Objek (cm)	Keadaan <i>Traffic Light</i>	Keadaan Teks <i>Dotmax7219</i>	Terdeteksi ?
1	50	On Hijau	Hati-hati	Ya
2	125	On Hijau	Hati-hati	Ya
3	150	On Hijau	Hati-hati	Ya
4	175	On Hijau	Hati-hati	Ya
5	200	On Hijau	Hati-hati	Ya
6	225	On Hijau	Hati-hati	Ya
7	250	On Hijau	Hati-hati	Ya
8	275	On Hijau	Hati-hati	Ya
9	300	On Hijau	Hati-hati	Ya
10	325	On Kuning	Slow	Tidak

Pengujian ketiga dilakukan dengan objek manusia oleh sensor PIR dari ESP C (Kanan) jarak baca sensor dilakukan sebanyak 10 kali dengan jarak 50cm, 125cm, 150cm, 175cm, 200cm, 225 cm, 250 cm, 275 cm, 300 cm dan 325 cm didapatkan hasil berkisar 50 cm – 300 cm dapat mendeteksi pergerakan, pada jarak 325 cm sensor tidak dapat mendeteksi secara maksimal sehingga tampilan *traffic light* dan *dotmax7219* dalam keadaan *standby* tidak ada pergerakan.

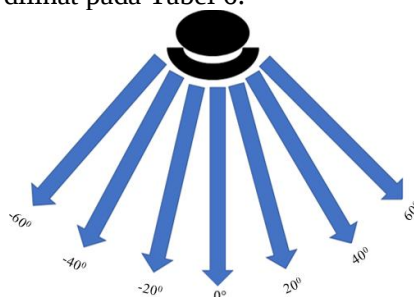
Tabel 5. Data hasil uji mendeteksi pergerakan sisi kanan.

Percobaan	Jarak Objek (cm)	Keadaan <i>Traffic Light</i>	Keadaan Teks <i>Dotmax7219</i>	Terdeteksi ?
1	50	On Hijau	Hati-hati	Ya
2	125	On Hijau	Hati-hati	Ya
3	150	On Hijau	Hati-hati	Ya
4	175	On Hijau	Hati-hati	Ya
5	200	On Hijau	Hati-hati	Ya
6	225	On Hijau	Hati-hati	Ya
7	250	On Hijau	Hati-hati	Ya
8	275	On Hijau	Hati-hati	Ya
9	300	On Hijau	Hati-hati	Ya
10	325	On Kuning	Slow	Tidak

3.3.3. Pengujian Efektivitas Sudut Sensor PIR

Uji coba efektivitas sudut sensor PIR dilakukan untuk mengetahui sudut yang dapat terdeteksi. Uji coba ini dilakukan dengan jarak yang berbeda-beda dan sudut yang berbeda.

Sampel yang ditentukan yaitu dari 50 cm sampai 300 cm dan sudut dari 45° sampai 120° dengan jumlah sebanyak 5 data. Pengujian efektivitas sudut sensor PIR ditunjukkan pada Gambar 8 dan data hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 8. Sudut uji sensor PIR.

Tabel 6. Hasil uji efektivitas sudut sensor PIR.

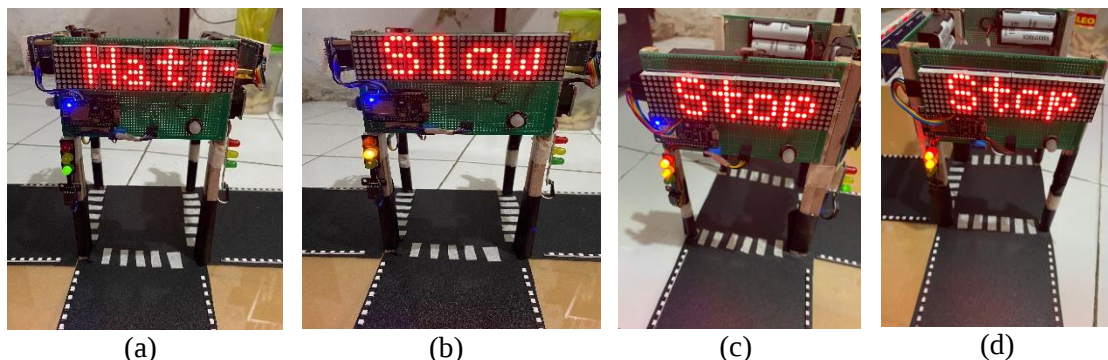
No	Jarak Objek (cm)	Sudut (°)	Kemampuan deteksi pada bidang vertikal
1	50 cm	0°	Terdeteksi
		20° / -20°	Terdeteksi
		40° / -40°	Terdeteksi
		60° / -60°	Terdeteksi
2	100 cm	0°	Terdeteksi
		20° / -20°	Terdeteksi
		40° / -40°	Terdeteksi
		60° / -60°	Terdeteksi
3	200 cm	0°	Terdeteksi
		20° / -20°	Terdeteksi
		40° / -40°	Terdeteksi sesekali
		60° / -60°	Tidak Terdeteksi
4	250 cm	0°	Terdeteksi
		20° / -20°	Terdeteksi
		40° / -40°	Tidak Terdeteksi
		60° / -60°	Tidak Terdeteksi
5	300 cm	0°	Terdeteksi sesekali
		20° / -20°	Tidak Terdeteksi
		40° / -40°	Tidak Terdeteksi
		60° / -60°	Tidak Terdeteksi

Pada jarak 50 cm sampai 100 cm dengan sudut 0° sampai 60° atau -60° sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan secara baik. Pada jarak 200 cm dengan sudut 0° sampai 20° atau -20° sensor dapat mendeteksi. Sedangkan pada sudut 40° atau -40° sensor sesekali mendeteksi dan pada sudut 60° atau -60° sensor PIR tidak dapat mendeteksi objek didepanya. Pada jarak 250 cm dan 300 cm dengan sudut 40°, -40°, 60° dan -60° sensor seluruhnya tidak dapat mendeteksi objek. Namun uniknya, untuk pengujian sensor PIR di sudut 0° seluruhnya terdeteksi dengan baik dari seluruh percobaan.

3.3.4. Pengujian Logic Sistem

Uji coba *logic* sistem ini dilakukan untuk mengetahui pemrograman sudah berjalan sesuai atau tidak. Uji coba ini dilakukan dari masing-masing ESP8266 yang digunakan dari ketiga sisinya. ESP8266 akan menerima perintah dari sensor PIR ketika ada pergerakan maupun dalam keadaan *standby*. Keterangan pada Gambar 9 (a) sensor pir tidak mendeteksi pergerakan sehingga menampilkan teks “Hati-Hati” dan *traffic light* menyala berwarna “hijau”. Pada Gambar 9 (b) sensor PIR mendeteksi pergerakan sehingga menampilkan *output* pada dotmax “Slow” dan *traffic light* menyala “Kuning”serta men-*trigger* sisi lain baik gambar 9 (c) dan gambar 9 (d) pada kanan dan kiri untuk kondisi “Stop” dengan kode *traffic light* menyala “merah kuning” secara

bergantian. Dalam percobaan untuk sisi lainya mendapatkan respon serupa yang menjadikan penelitian uji logic menjadi valid.



Gambar 9. Uji logic prototipe (a) tampak depan kondisi tidak ada penghalang (b) tampak depan kondisi ada penghalang (c) tampak kiri respon kondisi depan (d) tampak kanan respon kondisi depan.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian pada prototype sistem perancangan peringatan pada persimpangan jalan perkampungan padat penduduk menggunakan ESP8266 dapat diambil disimpulkan bahwa berdasarkan hasil pengujian kemampuan sensor PIR dapat mendeteksi ketika objek ditempatkan dengan jarak 50 cm sampai 300 cm dari sensor. Sedangkan, ketika objek ditempatkan lebih dari 300 cm, sensor PIR tidak mendeteksi. Hasil tersebut menunjukan bahwa jarak jangkauan maksimal sensor PIR dapat terdeteksi adalah 300 cm. Berdasarkan hasil pengukuran uji efektivitas sensor PIR, pada jarak 50 cm sampai 200 cm dengan sudut 45° sampai 120° sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan. Pada jarak 250 cm dengan sudut 45° sampai 90° sensor dapat mendeteksi, sedangkan pada sudut 120° sensor tidak mendeteksi. Pada jarak 300cm dengan sudut 45° sensor dapat mendeteksi, sedangkan pada sudut 90° sampai 120° sensor tidak dapat mendeteksi.

Referensi

- [1] R. Rohani, H. Hasyim, And Z. Pirjaturrofi, "Analisis Penentuan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Metode Batas Kontrol Atas (Bka) Berbasis Geographic Information System (GIS) Di Kabupaten Lombok Tengah," *Ganec Swara*, vol. 18, no. 2, p. 975, 2024, doi: 10.35327/gara.v18i2.885.
- [2] R. Indonesia, "UU no.22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan," jakarta, 2009.
- [3] B. pusat Statistik, "Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi, 2022," *Tabel Statistik Transportasi*, 2024, https://webapi.bps.go.id/v1/api/list/model/data/lang/ind/domain/0000/var/513/key/WebAPI_KEY (accessed May 16, 2024).
- [4] E. E. S. Putra, S. Y. Ratih, and L. Primantari, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Ngerong Cemorosewu," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 255, 2022, doi: 10.31602/jk.v4i2.6432.
- [5] M.Hafis Taufiqurrahman, "Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Lintas Kepahiang Curup Kelurahan Durian Depun Kabupaten Kepahiang," *Politeknik Raflesia*, 2024.
- [6] S. Muslimin, "Efektivitas Sudut Baca Sensor Pir Terhadap Jarak Objek Sebagai Pengendali Beban Lampu Pada Ruang Kelas," *Technologic*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [7] I. Bagus, "Pengembangan Smart Traffic Light Berbasis IoT Dengan Mobile Backend As A Service Sebagai Wujud Smart City Bidang Transportasi," *J. Portal Data*, vol. 2, no. 10, 2022.
- [8] D. M. Ikhsan and R. Risfendra, "Sistem Peringatan Otomatis pada Jalan Tikungan," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, pp. 133–143, 2020.
- [9] D. Khudori, *Menuju kampung pemerdekaan: membangun masyarakat sipil dari akar-akarnya: belajar dari Romo Mangun di pinggir Kali Code*. Yayasan Pondok Rakyat, 2002.
- [10] I. Gunawan, "Analisis keamanan wifi menggunakan wireshark," *JES (Jurnal Elektro Smart)*, vol. 1, no. 1, pp. 7–9, 2021.

- [11] F. I. Pasaribu, N. Evalina, M. N. A. Nasution, E. S. Nasution, and A. Amiruddin, "Perancangan sistem pengamanan pada jalan tanjakan dan turunan yang bertikungan," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 2022, vol. 5, no. 1, pp. 126–134.
- [12] O. A. Putra and R. Handika, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Lalu Lintas Menggunakan Smartphone Dan Esp32cam Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 72–82, 2022.
- [13] D. Setiawan, "Sistem Peringatan Pada Pengendara Yang Berpapasan Ditikungan Tajam Berbasis Mikrokontroller," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 18, no. 1, pp. 11–16, 2019.
- [14] S. D. Riskiono, D. Septiawan, A. Amarudin, and R. Setiawan, "Implementasi Sensor Pir Sebagai Alat Peringatan Pengendara Terhadap Penyeberang Jalan Raya," *MIKROTIK J. Manaj. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 55–64, 2018.
- [15] M. Reski and K. Budayawan, "Smart Traffic Light Berbasis Arduino," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 16–23, 2021.
- [16] M. Wijayanti, "Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis IoT," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022.