

**SISTEM PEMANDU PARKIR CERDAS UNTUK AREA
KOMERSIAL BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**



NON-SKRIPSI PROTOTIPE

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana
Komputer pada Program Studi S1 Teknik Informatika Jurusan Teknologi
Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako

Disusun oleh:

AGUS ZALDI
F55118066

PROGRAM STUDI SI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TADULAKO
KOTA PALU
2025

**SMART PARKING GUIDANCE SYSTEM IN COMMERCIAL AREA
BASED ON *THE INTERNET OF THINGS (IOT)***



NON-UNDERGRADUATE THESIS PROTOTYPE

Submitted as a partial fulfilment of the requirements for Bachelor Degree
at Informatics Engineering Study Program
Department of Information Technology
Faculty of Engineering
Tadulako University

By:

**AGUS ZALDI
F 551 18 066**

**INFORMATICS ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING
TADULAKO UNIVERSITY
PALU
2025**



HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM PEMANDU PARKIR CERDAS DI AREA KOMERSIAL
BERBASIS IOT**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

AGUS ZALDI

F55118066

SKRIPSI

Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Informatika

Pada tanggal 4 Juli 2025

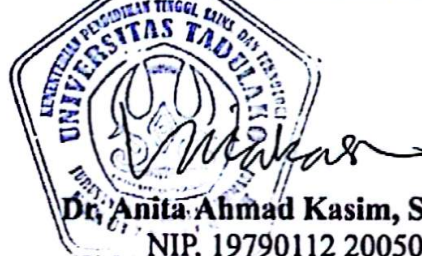
Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Tadulako,



Ir. Andi Acham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19740323 199903 1 002

Ketua Jurusan Teknologi Informasi
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,



Dr. Anita Ahmad Kasim, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19790112 200501 2 002

HALAMAN PERSETUJUAN PENGUJI

SEMINAR NON SKRIPSI PROTOTYPE

**SISTEM PEMANDU PARKIR CERDAS UNTUK AREA
KOMERSIAL BERBASIS IOT**

Yang diajukan oleh:

AGUS ZALDI

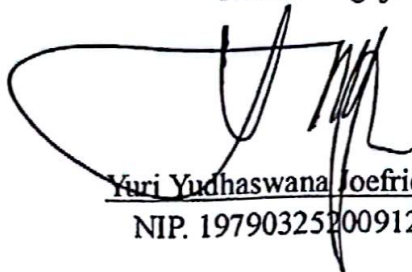
F55118066

Palu, 4 Juli 2025

Telah disetujui oleh:

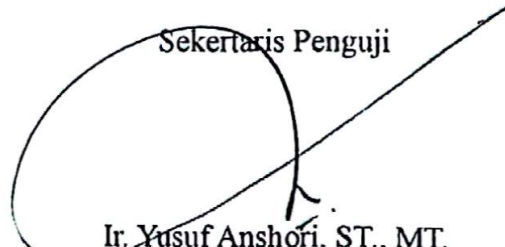
Mengetahui

Ketua Penguji



Yuri Yudhaswana Joefrie, Ph.D.
NIP. 197903251009121005

Sekretaris Penguji



Ir. Yusuf Anshori, ST., MT.
NIP. 198010272006041001

Anggota Penguji



Ir. Nouval Trezandy Lapatta, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199101122015041002

PERNYATAAN KEASLIAN NON SKRIPSI PROTOTYPE

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : AGUS ZALDI
Tempat, tanggal lahir : OGOTUMUBU, 25 AGUSTUS 2000
NIM : F55118066
Jurusan : TEKNOLOGI INFORMASI
Konsentrasi : SISTEM CERDAS
Alamat : JL. RE. MARTADINATA TONDO

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa NON SKRIPSI PROTOTYPE yang berjudul :

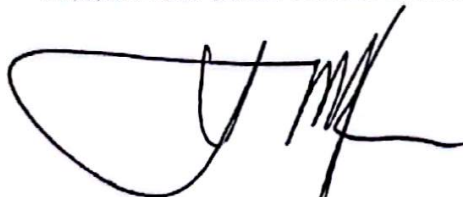
SISTEM PEMANDU PARKIR CERDAS UNTUK AREA KOMERSIAL BERBASIS IOT

yang saya tulis adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari Non Skripsi Prototype orang lain.

Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (dicabutnya predikat kelulusan dan gelar kesarjanaannya)

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Ketua Prodi Studi Teknik Informatika,



Yuri Yudhaswana Joeфриe, Ph.D.
NIP. 19790325 200912 1005

Palu, 8 Juli 2025
Yang membuat pernyataan,



AGUS ZALDI
F55118066

ABSTRAK

Perkembangan pesat jumlah kendaraan di kawasan perkotaan menyebabkan peningkatan kebutuhan lahan parkir dan berkontribusi terhadap kemacetan lalu lintas, terutama saat pengguna mencari tempat parkir yang kosong. Sistem parkir konvensional yang belum terintegrasi menyebabkan pemborosan waktu dan energi, serta menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem parkir pintar (Smart Parking System) berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan informasi ketersediaan tempat parkir secara real-time dan memudahkan pengelolaan area parkir. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik sebagai perangkat utama untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir. Data hasil deteksi kemudian diproses oleh mikrokontroler NodeMCU yang memiliki kemampuan konektivitas WiFi, sehingga informasi ketersediaan tempat parkir dapat dikirimkan secara langsung ke server berbasis cloud. Selanjutnya, pengguna dapat mengakses data tersebut melalui aplikasi mobile atau web yang menampilkan peta lokasi parkir beserta status ketersediaan masing-masing slot. Dengan menggunakan teknologi IoT, sistem ini dapat memonitor kondisi parkir secara akurat dan memberikan update secara cepat tanpa memerlukan pengawasan manual. Pengujian sistem dilakukan dengan mensimulasikan berbagai kondisi parkir dan hasilnya menunjukkan tingkat akurasi deteksi kendaraan mencapai 95%, serta waktu respons informasi yang kurang dari 3 detik. Implementasi sistem ini berpotensi mengurangi waktu pencarian parkir hingga 40%, sekaligus menurunkan tingkat kemacetan di area parkir dan sekitarnya. Selain itu, data yang terkumpul dapat digunakan sebagai bahan analisis untuk pengelolaan parkir yang lebih efisien di masa depan. Dengan demikian, sistem parkir pintar berbasis IoT ini tidak hanya memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menemukan tempat parkir yang tersedia, tetapi juga mendukung terciptanya tata kelola parkir yang lebih modern dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Smart Parking System, Internet of Things (IoT), Sensor Ultrasonik, NodeMCU, Real-time Monitoring, Aplikasi Mobile.

ABSTRACT

The rapid growth of vehicles in urban areas has led to an increase in the need for parking and contributes to traffic congestion, especially when users are searching for empty parking spaces. Conventional parking systems that are not yet integrated waste time and energy, and create inconvenience for users. To address these issues, this study developed an Internet of Things (IoT)-based smart parking system that can provide real-time parking space availability information and facilitate parking area management. This system is designed using ultrasonic sensors as the main device to detect the presence of vehicles in each parking slot. The detected data is then processed by a NodeMCU microcontroller that has WiFi connectivity capabilities, so that parking space availability information can be sent directly to a cloud-based server. Furthermore, users can access the data through a mobile or web application that displays a map of parking locations along with the availability status of each slot. By using IoT technology, this system can monitor parking conditions accurately and provide rapid updates without the need for manual supervision. System testing was conducted by simulating various parking conditions and the results showed a vehicle detection accuracy rate of up to 95%, with an information response time of less than 3 seconds. Implementing this system has the potential to reduce parking search time by up to 40%, while simultaneously reducing congestion in and around the parking area. Furthermore, the collected data can be used for analysis for more efficient parking management in the future. Thus, this IoT-based smart parking system not only makes it easier for users to find available parking spaces but also supports the creation of a more modern and environmentally friendly parking management system.

Keywords: Smart Parking System, Internet of Things (IoT), Ultrasonic Sensor, NodeMCU, Real-time Monitoring, Mobile Application.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul "**Sistem Pemandu Parkir Cerdas untuk Area Komersial Berbasis Internet of Things (IoT)**" Laporan ini disusun sebagai salah satu bentuk penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam upaya menyediakan solusi efektif terhadap permasalahan parkir di area komersial yang semakin kompleks. Penulis sangat berterima kasih kepadasemua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal ini Terutama Kepada Kedua Orang tua Penulis yang selalu mendukung dalam usaha dan doa yang terbaik untuk Penulis. Penulis menyadari bahwa proposal ini masihjauh dari sempurna, Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan agar dapat memperbaiki kualitas proposal ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkanterimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Andi Arham Adam, S.T., M.Sc., Ph.D, Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
2. Ibu Dr. Ir Yuli Rahman, S.T., M.Eng., Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Tadulako
3. Ibu Dr. Anita Ahmad Kasim, S.Kom., M.Cs., Ketua Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
4. Bapak Yuri Yudhaswana Joeffie, Ph.D., sebagai Koordinator Program Studi S1 Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
5. Bapak Ir. Yusuf Anshori, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbingyang telah memberi arahan, dorongan serta nasehat-nasehat yang sangat membantu dalam melakukan bimbingan skripsi dari awal sampai akhir.

6. Ibu Dr. Anita Ahmad Kasim, S.Kom., M.Cs., Sebagai Dosen Wali yang selalu memberikandukungan dan motivasi
7. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknologi Informasi yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan yang sangat berarti kepada penulis.
8. Seluruh staf/laboran/teknisi di laboratorium Jurusan Teknologi Informasi yang telah berpartisipasi dan memberi dukungan dalam pembuatan proposal ini.
9. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan selama ini telah membiayai pendidikan penulis dan selalu membantu penulisselama menempuh pendidikan.
10. Angkatan 2018 Program Studi Teknik Informatika, sebagai sahabat seperjuangan penulis selama menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik informatika.
11. Seluruh rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhirnya penulis berharap agar proposal ini dapat dimanfaatkan, baik bagi rekan-rekan mahasiswa maupun bagi masyarakat luas.

Palu, 23 Juni 2025

AGUS ZALDI

F551 18 066

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II GAMBARAN UMUM PROTOTYPE	
2.1 Internet of Things (IoT)	4
2.2 Sensor Ultrasonic	4
2.3 ESP 32	4
2.4 LED Indikator	5
2.5 Servo	5
BAB III GAMBARAN TEKNIS PROTOTYPE	
3.1 Arsitektur Sistem	7
3.2 Diagram Alir	7
3.2.1 Analisis	8
3.2.2 Desain	9

3.2.3	Pengembangan	11
3.2.4	Implementasi	11
3.2.5	Evaluasi	11
3.3	Implementasi perangkat keras dan perangkat lunak	12
3.4	Implementasi ESP 32	12
3.5	Implementasi Sistem	12
3.6	Implementasi Software	13
3.7	Source Code Sistem	14
3.8	Pengujian Sistem parkir	16
BAB IV PENUTUP		
4.1	Kesimpulan	17
4.2	Saran	17
DAFTAR PUSTAKA		18
LAMPIRAN		19

DAFTAR GAMBAR



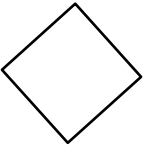


Gambar 2. 1 Ultrasonic	4
Gambar 2. 2 ESP 32	5
Gambar 2. 3 LED	5
Gambar 2. 4 Servo	6
Gambar 3. 1 Tahapan Alur Penelitian.	8
Gambar 3. 2 Blok Diagram	9
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem	10

DAFTAR TABEL

Tabel Simbol 1	Flowchart dan singkatan.....xi
----------------	--------------------------------

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Daftar Simbol

No	Symbol	Arti Simbol
1.		Terminal adalah simbol untuk menunjukkan awal atau akhir dari aliran sebuah proses
2.		Processing adalah simbol yang digunakan untuk menunjukkan sebuah proses
3.		Decision adalah simbol untuk menentukan suatu keputusan berdasarkan alur dari <i>flowchart</i> yang sedang berjalan
4.		Symbol Input Output adalah simbol yang menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
5.		Flow Direction adalah simbol yang berfungsi untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan yang lainnya. Simbol ini juga menunjukkan kemana arah aliran <i>flowchart</i> mengarah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang pesat di kota-kota besar menimbulkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah kesulitan dalam menemukan tempat parkir, terutama di area komersial seperti pusat perbelanjaan, gedung perkantoran, atau kawasan bisnis. Situasi ini tidak hanya menyebabkan kemacetan lalu lintas disekitar lokasi, tetapi juga mengakibatkan pemborosan waktu, konsumsi bahan bakar berlebih, serta peningkatan emisi gas buang karena kendaraan harus berputar-putar untuk mencari slot parkir yang kosong.

Di sisi lain, teknologi *Internet of Things (IoT)* telah berkembang pesat dan memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet. Teknologi ini sangat potensial untuk diterapkan dalam sistem parkir, di mana sensor, kamera, dan perangkat mikroprosesor dapat bekerja sama untuk memantau dan mengatur penggunaan lahan parkir secara otomatis dan real-time.

Sistem pemandu parkir cerdas (Smart Parking System) merupakan salah satu solusi inovatif yang mampu mengatasi permasalahan klasik tersebut. Dengan memanfaatkan sensor, kamera, dan konektivitas IoT, sistem ini dapat mendeteksi ketersediaan tempat parkir, memberikan informasi langsung kepada pengemudi melalui layar digital atau aplikasi, serta mengoptimalkan pemanfaatan ruang parkir.

Penerapan sistem ini di area komersial memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, kenyamanan pengunjung, dan pengelolaan fasilitas parkir. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dirancang dan dikembangkan Sistem Pemandu Parkir Cerdas untuk Area Komersial Berbasis IoT sebagai solusi terintegrasi yang

dapat memberikan informasi ketersediaan parkir secara akurat dan real-time serta mendukung penerapan kota cerdas (*smartcity*).

Kondisi tersebut sering kali menyebabkan kendaraan harus berputar-putar dalam area parkir hanya untuk mencari tempat kosong, yang mengakibatkan kemacetan lokal, pemborosan bahan bakar, dan peningkatan emisi karbon. Di sisi lain, petugas parkir manual memiliki keterbatasan dalam memantau kondisi area parkir secara menyeluruh dan real-time.

Dengan berkembangnya teknologi *Internet of Things (IoT)*, kini memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan kamera untuk saling terhubung dan bekerja secara otomatis. Teknologi ini dapat diimplementasikan untuk mengembangkan sistem pemandu parkir cerdas, yang mampu memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara real-time kepada pengguna.

Melalui pemanfaatan sensor dan sistem pemrosesan berbasis IoT, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan parkir, meminimalkan waktu pencarian parkir, serta menciptakan pengalaman parkir yang lebih modern dan terintegrasi. Oleh karena itu, dirancanglah Sistem Pemandu Parkir Cerdas Berbasis IoT untuk Area Komersial yang dapat memberikan solusi efektif terhadap permasalahan tersebut dan mendukung pengembangan ekosistem kota cerdas (*smartcity*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemandu parkir berbasis Internet of Things yang dapat mendeteksi ketersediaan tempat parkir secara real-time?
2. Bagaimana sistem dapat menampilkan informasi ketersediaan slot parkir secara efisien kepada pengguna?
3. Apa saja komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun sistem pemandu parkir cerdas ini?

1.3 Batasan Masalah

- 1 . Area Parkir Terbatas, Sistem ini hanya diterapkan dan diuji pada area parkir terbatas (misalnya: 4–10 slot parkir) dan tidak mencakup area parkir bertingkat atau skala besar secara menyeluruh.
2. Jenis Kendaraan, Sistem hanya mendeteksi kendaraan roda empat (mobil) sebagai objek utama. Deteksi kendaraan roda dua atau jenis lain tidak dibahas dalam penelitian ini
3. Pengujian Sistem, Pengujian dilakukan secara lokal dalam skala prototipe dengan lingkungan skenario yang telah ditentukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 . Merancang dan membangun sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT yang mampu mendeteksi kendaraan pada slot parkir secara otomatis.
2. Mengembangkan sistem informasi visual yang dapat menampilkan status ketersediaan parkir kepada pengguna.
3. Mengimplementasikan komunikasi data antara perangkat sensor, mikrokontroler, dan server melalui jaringan IoT.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1 . Bagi Pengguna/Pengendara: Mempermudah pencarian tempat parkir, menghemat waktu dan bahan bakar, serta meningkatkan kenyamanan.
2. Bagi Pengelola Parkir: Membantu pengelolaan area parkir secara lebih efisien dan akurat melalui sistem pemantauan otomatis.
3. Bagi Pemerintah atau Pengembang Smart City: Mendukung konsep kota cerdas dalam aspek mobilitas dan efisiensi infrastruktur.

BAB II

GAMBARAN UMUM PROTOTYPE

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) atau dalam bahasa Indonesia disebut Internet untuk Segala (Perangkat) atau Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana berbagai perangkat fisik seperti sensor, mesin, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan perangkat elektronik lainnya terhubung ke internet dan dapat saling berkomunikasi, mengumpulkan, serta bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung.

2.2 Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik seperti HC-SR04 berperan penting dalam sistem smart parking ini karena berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir. Sensor ini bekerja dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik ke arah bawah (ke permukaan parkir) dan mengukur waktu pantul gelombang tersebut saat mengenai benda seperti mobil. Jika jarak yang terdeteksi lebih pendek dari ambang batas tertentu, maka slot dianggap terisi. Sensor ini umumnya dipasang di atas slot parkir atau di samping agar dapat mendeteksi kendaraan secara akurat. Teknologi ini dipilih karena biayanya rendah, mudah digunakan, dan cukup akurat untuk mendeteksi objek berukuran besar seperti mobil.

Gambar2. 1 Ultrasonic



2.3 ESP 32

Mikrokontroler seperti NodeMCU atau ESP32 bertindak sebagai otak dari sistem, yang mengumpulkan data dari sensor dan memprosesnya sebelum dikirimkan ke sistem monitoring atau server.

ESP32 lebih unggul dibandingkan NodeMCU karena memiliki dua inti prosesor, lebih banyak pin

input/output, dan mendukung koneksi Bluetooth serta Wi-Fi secara bersamaan. Dengan koneksi Wi-Fi bawaan, mikrokontroler ini dapat berkomunikasi dengan server cloud secara langsung tanpa bantuan perangkat tambahan, menjadikannya sangat ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT) seperti smart parking.



Gambar2. 2 ESP32

2.4 LED Indikator

Lampu LED digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan status ketersediaan slot parkir secara langsung. Setiap slot dipasang LED dua warna, biasanya merah dan hijau, yang dikendalikan oleh mikrokontroler berdasarkan data dari sensor ultrasonik. Jika slot terisi kendaraan, LED menyala merah; jika kosong, menyala hijau. Sistem ini memudahkan pengemudi mengetahui kondisi slot tanpa perlu membuka aplikasi, serta hemat energi, tahan lama, dan mudah dipasang. Lampu LED



Gambar2. 3 LED

2.5 Servo

Servo adalah aktuator yang digunakan untuk mengatur posisi sudut secara presisi menggunakan sinyal PWM. Di dalamnya terdapat motor DC, gear, dan potensiometer yang bekerja bersama untuk menggerakkan poros

sesuai sudut yang diinginkan. Umumnya, servo dapat berputar dari 0° hingga 180° . Karena presisi dan ukurannya yang kecil, servo banyak digunakan dalam robotika, otomasi, dan proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32.



Gambar2. 4Servo

BAB III

GAMBARAN TEKNIS PROTOTYPE

3.1 Arsitektur Sistem

pemandu parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) dirancang untuk memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara real-time kepada pengguna di area komersial seperti pusat perbelanjaan atau gedung perkantoran. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor ultrasonik, mikrokontroler (seperti ESP32), konektivitas jaringan (Wi-Fi), sistem pemrosesan data (Node-RED), dan antarmuka visual seperti dashboard atau aplikasi web. Sensor ultrasonik dipasang di setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dengan mengukur jarak ke permukaan terdekat. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler yang terhubung ke jaringan Wi-Fi. Mikrokontroler kemudian mengirimkan data tersebut ke server atau broker MQTT, di mana data akan diolah dan divisualisasikan melalui dashboard yang dapat diakses oleh pengguna dan pengelola parkir. Sistem ini juga dilengkapi dengan indikator LED di masing-masing slot parkir (hijau untuk kosong, merah untuk terisi) yang dikendalikan secara otomatis berdasarkan data sensor. Dengan arsitektur ini, pengguna dapat mengetahui ketersediaan lahan parkir sebelum memasuki area parkir, sehingga mengurangi waktu pencarian dan kemacetan di dalam area komersial.

3.2 Diagram Alir

Adapun tahapan dan diagram alir penelitian yang akan dilakukan oleh penulis agar penelitian berjalan dengan baik dan sesuai keinginan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



3.2.1 Analisis

perangkat IoT seperti mikrokontroler (ESP32), sensor ultrasonik, serta modul komunikasi (seperti WiFi atau MQTT) mulai diaktifkan. Setelah sistem menyala, perangkat akan langsung menginisialisasi koneksi jaringan dan konfigurasi pin untuk sensor serta aktuator. Setiap slot parkir dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang secara terus-menerus membaca jarak antara sensor dan benda di depannya. Jika jarak yang terbaca lebih kecil dari ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem menganggap bahwa slot tersebut sedang terisi oleh kendaraan. Sebaliknya, jika jarak lebih besar dari ambang batas, maka slot dianggap kosong. Hasil pembacaan sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler. Data dari beberapa slot akan digabungkan dan dianalisis untuk menentukan status keseluruhan area parkir. Informasi ini kemudian dikirimkan ke platform visualisasi seperti Node-RED melalui komunikasi nirkabel (WiFi atau MQTT). Node-RED akan menampilkan status tiap slot pada dashboard, baik dalam bentuk teks, warna, atau peta posisi. Selain itu, sistem juga mengatur lampu indikator (LED) yang terpasang pada

masing-masing slot parkir. LED hijau menyala jika slot kosong, dan LED merah menyala jika slot terisi, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengenali ketersediaan tempat parkir dari kejauhan. Sistem akan terus memantau perubahan status secara real-time. Apabila terdapat kendaraan yang masuk atau keluar dari slot, maka sensor akan mendeteksi perubahan tersebut, data akan diperbarui, dan tampilan dashboard serta indikator LED akan disesuaikan secara otomatis. Proses ini berlangsung secara berulang dan tanpa henti selama sistem aktif. Dengan demikian, alur sistem parkir cerdas ini berjalan mulai dari pengambilan data sensor, pengolahan informasi, pengiriman data ke dashboard, hingga penyajian informasi visual kepada pengguna secara efisien dan otomatis

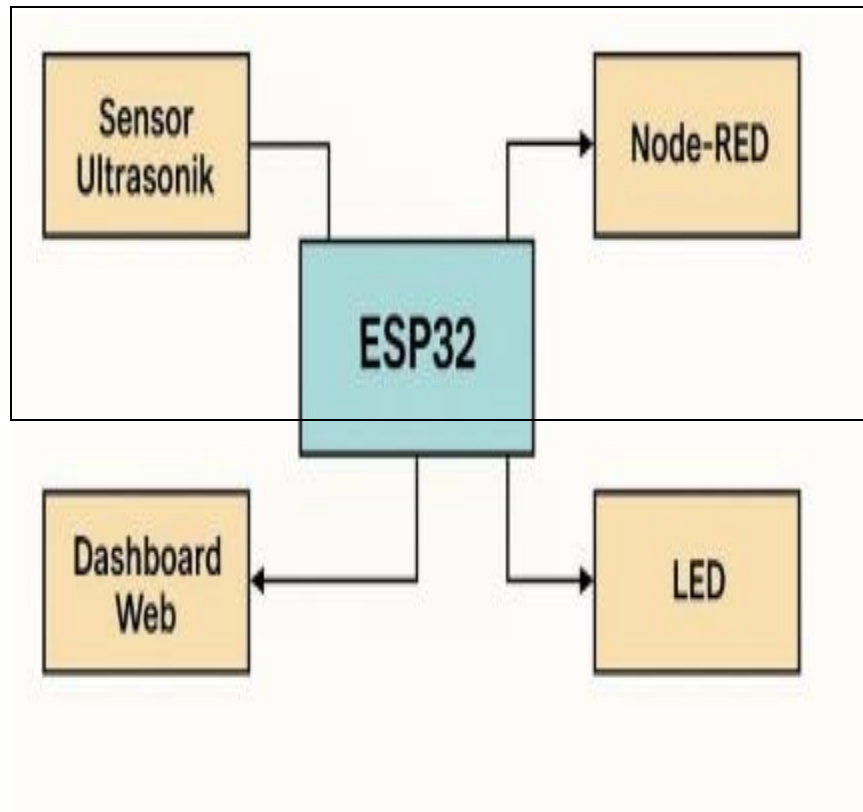
3.2.2Desain

Diagram alir ini menggambarkan langkah-langkah operasional

dari sistem pemandu parkir cerdas yang dirancang untuk area komersial seperti pusat perbelanjaan, gedung perkantoran, atau tempat umum lainnya. Sistem ini berbasis teknologi **Internet of Things (IoT)** yang memungkinkan pengumpulan, pengiriman, dan visualisasi data secara real-time, guna membantu pengemudi menemukan tempat parkir yang tersedia dengan lebih cepat dan efisien.

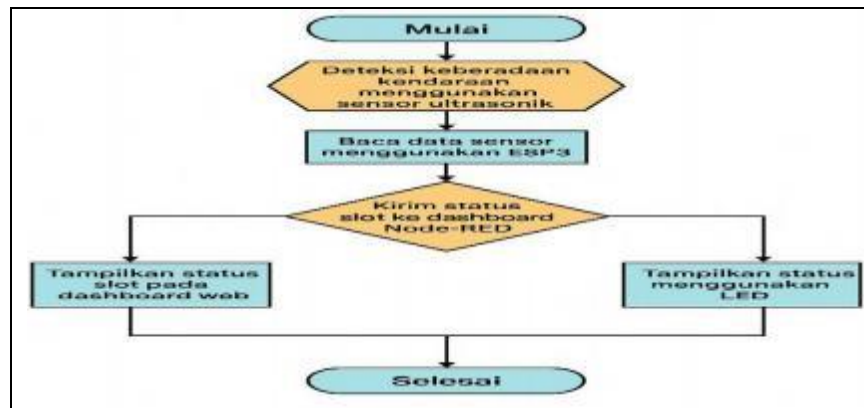
Perancangan Desain Sistem pemandu parkir cerdas untuk area komersil berbasis *Internet of things (IoT)* dapat dilihat pada diagram Alir berikut :

1 . Blok Diagram



Gambar3. 2 Blok Diagram

2. Diagram Alir sistem



Gambar3. 3 Diagram Alir Sistem

Adapun Penjelasan dari Diagram Alir Sistem Pada Gambar Diagram alir sistem di atas adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Sistem aktif dan siap untuk melakukan pemantauan slot parkir.

2. Deteksi Kendaraan

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak kendaraan di atas slot parkir. Jika jarak di bawah ambang batas, maka slot dianggap **terisi**. Jika tidak, maka slot dianggap **kosong**.

4. Pembacaan Data oleh ESP32

ESP32 membaca data jarak dari sensor ultrasonik secara berkala.

5. Pengiriman Data ke Node-RED

ESP32 mengirim status slot (0 = kosong, 1 = terisi) ke Node-RED melalui jaringan Wi-Fi.

6. Pemrosesan dan Visualisasi

a. Tampilan pada Dashboard Web

Node-RED menampilkan status setiap slot parkir dalam bentuk visual (warna hijau/merah).

b. Indikator LED

LED menyala sesuai status: merah untuk terisi, hijau untuk kosong.

7. Selesai

Proses berjalan terus-menerus untuk memantau perubahan status secara real-time.

3.2.3 Pengembangan

Tujuan utama dari proyek ini adalah mengembangkan sistem pemandu parkir berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau dan menginformasikan ketersediaan tempat parkir secara real-time melalui sensor dan antarmuka pengguna seperti dashboard web atau aplikasi. Sistem ini akan memudahkan pengguna dalam mencari slot parkir kosong, mengoptimalkan penggunaan lahan parkir, serta mengurangi waktu tunggu dan polusi.

3.2.4 Implementasi

Implementasi sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT dilakukan dengan memasang *sensor ultrasonik* di setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Sensor ini terhubung ke mikrokontroler **ESP32** yang membaca data dan mengirimkannya secara nirkabel ke sistem pusat menggunakan Wi-Fi. Data tersebut diproses oleh *Node-RED* dan ditampilkan dalam *dashboard web* yang menunjukkan slot kosong (warna hijau) dan slot terisi (warna merah). Selain tampilan digital, LED fisik juga digunakan sebagai indikator langsung di lokasi parkir. Sistem ini membantu pengguna menemukan slot parkir lebih cepat, mengurangi waktu pencarian, dan mendukung efisiensi lalu lintas di area komersial.

3.2.5 Evaluasi

Evaluasi sistem menunjukkan bahwa sistem pemandu parkir bekerja dengan baik dalam mendeteksi kendaraan dan menampilkan status slot secara real-time. Sensor dan

ESP32 mampu mengirim data ke dashboard dengan lancar, selamakoneksi Wi-Fi stabil. Namun, sistem masih bergantung pada kualitas jaringan dan posisi pemasangan sensor yang tepat. Meski begitu, secara keseluruhan sistem ini cukup efektif dan membantu pengguna menemukan slot parkir dengan lebih cepat dan efisien.

3.3 Implementasi perangkat keras dan perangkat lunak

Implementasi sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT melibatkan perangkat keras berupa sensor ultrasonik (HC-SR04) yang dipasang di setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler ESP32 yang membaca data dan mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi. Indikator LED juga digunakan untuk menunjukkan status slot secara langsung, dengan warna hijau untuk kosong dan merah untuk terisi. Dari sisi perangkat lunak, ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE, sedangkan data yang dikirim diproses menggunakan Node-RED. Node-RED menampilkan status slot parkir secara real-time melalui dashboard web, dan komunikasi data dilakukan melalui protokol MQTT atau HTTP.

3.4 Implementasi ESP 32

Implementasi ESP32 dalam sistem pemandu parkir cerdas berperan sebagai otak utama yang menghubungkan sensor dengan sistem pemantauan. ESP32 digunakan untuk membaca data dari *sensor ultrasonik* yang dipasang di masing-masing slot parkir. Setiap kali sensor mendeteksi kendaraan (berdasarkan jarak tertentu), ESP32 memproses informasi tersebut dan mengirimkannya ke server atau platform seperti *Node-RED* melalui koneksi *Wi-Fi*. Selain itu, ESP32 juga dapat mengatur output berupa lampu LED untuk memberikan indikator visual langsung di lokasi parkir. Dengan kemampuannya terhubung ke jaringan dan mendukung protokol seperti *MQTT* atau *HTTP*, ESP32 memungkinkan sistem berfungsi secara real-time, efisien, dan mudah dikembangkan lebih lanjut.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT dilakukan dengan menggabungkan sensor, mikrokontroler, jaringan, dan antarmuka pengguna. Sensor ultrasonik dipasang di setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan berdasarkan jarak. Sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler **ESP32**, yang membaca data sensor dan mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi ke sistem pusat. Data dari tiap slot dikirim ke *Node-RED*, yang kemudian menampilkan status parkir secara real-time melalui *dashboard web*. Selain itu, LED digunakan sebagai indikator fisik di setiap slot—merah untuk terisi dan hijau untuk kosong. Sistem ini memungkinkan pengguna mengetahui ketersediaan parkir secara langsung, baik melalui tampilan fisik maupun digital, sehingga mempermudah proses parkir dan meningkatkan efisiensi area parkir.

3.6 Implementasi Software

Implementasi software pada sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT dimulai dengan pemrograman **ESP32** menggunakan **Arduino IDE**. Di dalamnya, dibuat program untuk membaca data dari sensor ultrasonik, memproses nilai jarak, dan mengirimkan status slot (kosong atau terisi) melalui koneksi Wi-Fi. Selanjutnya, data dikirim ke **platform Node RED**, yang berfungsi sebagai pusat pengolahan dan visualisasi data. Di Node-RED, dibuat alur (flow) untuk menerima data dari ESP32, mengubahnya menjadi tampilan grafis, dan menampilkannya pada **dashboard web**. Tampilan ini memperlihatkan status tiap slot parkir secara real-time, biasanya dengan indikator warna hijau dan merah. Komunikasi antara ESP32 dan Node-RED dapat menggunakan **HTTP request** atau **protokol MQTT** untuk kecepatan dan efisiensi pengiriman data.

3.7 Source Code Sistem

1 . Inisialisasi dan Import

```
Library #include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#define TRIG_PIN 12
#define ECHO_PIN 14
#define LED_MERAH 27
#define LED_HIJAU 26

const char* ssid = "NamaWiFi";
const char* password = "PasswordWiFi";
const char* mqtt_server = "broker.hivemq.com";

WiFiClient espClient;
PubSubClient
client(espClient);
```

Bagian ini mendeklarasikan library dan pin-pin yang digunakan dalam sistem. Library WiFi.h dan PubSubClient.h memungkinkan ESP32 untuk terhubung ke internet dan mengirim data melalui protokol MQTT.

2. Fungsi Setup Awal

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_MERAH, OUTPUT);
  pinMode(LED_HIJAU, OUTPUT);

  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
}
```

Fungsi setup digunakan untuk inisialisasi awal seperti pengaturan pin, komunikasi serial, dan koneksi ke Wi-Fi dan broker MQTT.

3. Fungsi Pengukuran Jarak

```
long readDistanceCM() {
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
```

```

delayMicroseconds(2);

digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
return duration * 0.034 / 2;
}

```

Fungsi ini menggunakan sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak kendaraan sensor dengan mengirim dan menerima gelombang ultrasonik.

4. Loop Utama Program

```

void loop() {
  if (!client.connected()) {
    reconnect();
  }
  client.loop();

  long distance = readDistanceCM();
  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.println(distance);

  if (distance < 20) {
    digitalWrite(LED_MERAH, HIGH);
    digitalWrite(LED_HIJAU, LOW);
    client.publish("slot1/status", "terisi");
  } else {
    digitalWrite(LED_MERAH, LOW);
    digitalWrite(LED_HIJAU, HIGH);
    client.publish("slot1/status", "kosong");
  }

  delay(2000);
}

```

Fungsi loop mengecek koneksi, membaca sensor jarak, menyalakan LED sesuai status, dan mengirimkan status ke broker MQTT.

5. Fungsi Koneksi Wifi

```

void setup_wifi() {
  delay(10);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
  }
}

```

```

Serial.print(".");
}
Serial.println("WiFi connected");
}

```

Fungsi `setup_wifi` menghubungkan ESP32 ke jaringan Wi-Fi yang ditentukan dalam variabel `ssid` dan `password`.

6. Fungsi Reconnect MQTT

```

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    if (client.connect("ESP32Client")) {
      client.subscribe("slot1/status");
    } else {
      delay(5000);
    }
  }
}

```

Fungsi `reconnect` menjaga koneksi ke broker MQTT tetap aktif dan melakukan subscribe ulang jika perlu.

3.8 Pengujian Sistem parkir

Pengujian sistem pemandu parkir cerdas dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak bekerja sesuai fungsi. Pengujian dimulai dengan menempatkan kendaraan atau objek di atas slot parkir untuk mengamati respons **sensor ultrasonik**. Sensor kemudian mengirimkan data ke **ESP32**, yang memproses informasi tersebut dan mengirim status slot ke **Node RED** melalui Wi-Fi. Dari sisi perangkat lunak, dilakukan pengujian apakah data yang diterima di **dashboard web** sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan, ditandai dengan perubahan warna indikator (merah = terisi, hijau = kosong). Selain itu, **lampu LED** juga diuji apakah menyala sesuai status slot. Pengujian dilakukan berulang kali dengan jarak dan kondisi pencahayaan berbeda untuk melihat konsistensi dan akurasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan status parkir secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik, meskipun masih bergantung pada kestabilan sinyal Wi-Fi dan posisi pemasangan sensor.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian prototype, sistem pemandu parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dirancang dan berjalan dengan baik. Sistem mampu mendeteksi keberadaan kendaraan secara real-time menggunakan sensor ultrasonik, memproses data melalui ESP32, dan menampilkan status ketersediaan slot parkir melalui dashboard web berbasis Node-RED. Indikator visual menggunakan LED juga berfungsi efektif untuk menunjukkan kondisi slot secara langsung di lokasi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti dapat membantu pengguna dalam menemukan tempat parkir lebih cepat dan efisien, serta mendukung pengelolaan parkir yang lebih terorganisir di area komersial.

4.2 Saran


Agar sistem dapat bekerja lebih optimal, disarankan untuk memperhatikan kualitas jaringan Wi-Fi agar komunikasi data tetap stabil. Selain itu, posisi pemasangan sensor sebaiknya disesuaikan secara presisi agar pembacaan jarak tidak terganggu oleh faktor lingkungan seperti cahaya, debu, atau refleksi kendaraan. Kedepannya, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur pencari slot kosong otomatis, integrasi dengan aplikasi mobile, serta penggunaan database untuk menyimpan data historis guna analisis dan pengambilan keputusan manajemen parkir yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- R. Ardiansyah, "Perancangan sistem parkir cerdas berbasis sensor ultrasonik dan ESP32," *J. Teknol. dan Sist. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 55–62, 2022.
- Arduino Project Hub, "Ultrasonic Sensor HC-SR04," [Online]. Available: <https://create.arduino.cc/projecthub>
- Espressif Systems, *ESP32 Technical Reference Manual*, 2023. [Online]. Available: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/resources>
- B. Kusnandar, *Internet of Things: Konsep dan Implementasinya dalam Kehidupan Sehari-hari*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2021 .
- D. Mahardika, "Implementasi Node-RED untuk visualisasi data IoT secara real-time," *J. Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1 , pp. 21 –30, 2021 .
- Y. Nugroho, *Mengenal Mikrokontroler ESP32 dan Implementasinya dalam Proyek IoT*. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- M. Rinaldi and Y. Hartono, *IoT dengan NodeMCU dan ESP32: Panduan Praktis*. Surabaya: Graha Ilmu, 2019.
- A. F. Rohman and H. Wibowo, "Penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk deteksi objek pada sistem otomatisasi," *J. Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1 , pp. 35–42, 2020.
- T. Suharto and D. Firmansyah, *Pengantar Sistem Tertanam (Embedded Systems)*. Bandung: Informatika, 2019.
- A. Suryana, "Smart parking system menggunakan LED indikator dan sensor ultrasonik," *J. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 5, no. 3, pp. 87–94, 2021 .

LAMPIRAN

Lampiran 1 Poster Sistem



SI Teknik Informatika Jurusan Teknologi Informasi
Universitas Tadulako

SISTEM PEMANDU PARKIR CERDAS UNTUK AREA KOMERSIAL BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Disusun Oleh : Agus Zaldi | F55110 066 Dosen Pembimbing : Niska Ardiansyah, S.Kom., M.Kom

PENDAHULUAN


Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang pesat di kota-kota besar menimbulkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah kesulitan dalam menemukan tempat parkir. Terutama di area komersial seperti pusat perbelanjaan, gedung perkantoran, atau kawasan bisnis. Situasi ini tidak hanya mengakibatkan kemacetan lalu lintas di sekitar lokasi, tetapi juga mengakibatkan pemborosan waktu, konsumsi bahan bakar berlebih, serta peningkatan emisi gas buang karena kendaraan harus berpindah-pindah untuk mencari slot parkir yang kosong. Sistem pemandu parkir cerdas (Smart Parking System) merupakan salah satu solusi inovatif yang mampu mengatasi permasalahan klasik tersebut. Dengan memanfaatkan sensor, kamera, dan konektivitas IoT, sistem ini dapat mendeteksi ketersediaan tempat parkir, memberikan informasi langsung kepada pengguna melalui layar digital atau aplikasi, serta mengoptimalkan pemanfaatan ruang parkir. Penerapan sistem ini di area komersial memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, kenyamanan pengguna, dan pengelolaan fasilitas parkir. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dirancang dan dikembangkan Sistem Pemandu Parkir Cerdas untuk Area Komersial Berbasis IoT sebagai solusi terintegrasi yang dapat memberikan informasi ketersediaan parkir secara akurat dan real-time serta mendukung penerapan kota cerdas (smart city). Kendali terpusat sering kali mengakibatkan kendaraan harus berpindah-pindah dalam area parkir tanpa untuk mencari tempat kosong, yang mengakibatkan kemacetan lalu lintas, pemborosan bahan bakar, dan peningkatan emisi karbon. Di sisi lain, petugas parkir manual memiliki keterbatasan dalam memantau kondisi area parkir secara menyeluruh dan real-time.

Dengan berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT), kini memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan kamera untuk saling terhubung dan bekerja secara otomatis. Teknologi ini dapat diimplementasikan untuk mengembangkan sistem pemandu parkir cerdas, yang mampu memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara real-time kepada pengguna.


Melalui pemanfaatan sensor dan sistem pemrosesan berbasis IoT, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan parkir, meminimalkan waktu pencarian parkir, serta menciptakan pengalaman parkir yang lebih modern dan hemat energi. Oleh karena itu, dirancanglah Sistem Pemandu Parkir Cerdas Berbasis IoT untuk Area Komersial.

GAMBARAN UMUM PROTOTYPE


Internet of Things (IoT) adalah istilah jargon yang disatukan ada jargon. Perhitungan dalam jumlah yang besar atau semua yang berhubungan dengan Internet dalam beberapa bentuk akan menghasilkan data yang akan terhubung dengan sensor. Dengan IoT dalam perkembangan dunia digital saat ini bertujuan untuk menghasilkan informasi yang lebih berharga, efektif dan efisien. Sistem monitoring merupakan perangkat keras ataupun perangkat lunak yang digunakan untuk memantau sumber daya dan kinerja sistem dalam sistem komputer.




ESP32 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini modul IoT berbasis SOC (Single on Chip) yang menjadikan perangkat ini dapat juga digunakan tanpa bantuan mikrokontroler lain.



Lampu LED digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan status ketersediaan slot parkir secara langsung. Setiap slot dipasangi LED dua warna, Lampu LED lit-upnya dilakukannya di atas atau dengan slot parkir agar mudah terlihat.



Sensor ini umumnya dipasang di atas slot parkir atau di samping agar dapat mendeteksi keberadaan kendaraan. Teknologi ini dipilih karena harganya murah, mudah digunakan, dan cukup akurat.

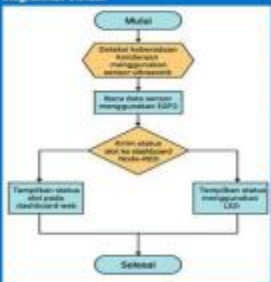


Motor servo adalah motor listrik yang dirancang untuk menggunakan sistem umpan balik loop tertutup. Sistem pada servo mempunyai input dan menghasilkan umpan balik yang mengontrol perangkat.

GAMBARAN TEKNIS PROTOTYPE

ANALISIS SISTEM


-Diagram Alir Sistem



Adapun Penjelasan dari Diagram Alir Sistem Pada Gambar Diagram alir sistem diatas adalah sebagai berikut:

1. Mulai : Sistem aktif dan siap untuk melakukan pemantauan slot parkir.
2. Deteksi Kendaraan : Sensor ultrasonik mendeteksi jarak kendaraan di atas slot parkir. Jika jarak di bawah ambang batas, maka slot dianggap terisi. Jika tidak, maka slot dianggap kosong.
3. Pemrosesan Data oleh ESP32 : ESP32 membaca data jarak dari sensor ultrasonik secara berkala.
4. Pengiriman Data ke Node-RED : ESP32 mengirim status slot (0 = kosong, 1 = terisi) ke Node-RED melalui jaringan Wi-Fi.
5. Pemrosesan dan Visualisasi :
 - a. Tampilan pada Dashboard Web : Node-RED menampilkan status setiap slot parkir dalam bentuk visual (warna hijau/merah).
 - b. Indikator LED : LED mengala sesuai status: merah untuk terisi, hijau untuk kosong.
 7. Selesai : Proses berjalan terus-menerus untuk memantau perubahan status secara real-time.

-Diagram Blok



-Implementasi Software

Implementasi software pada sistem pemandu parkir cerdas berbasis IoT dimulai dengan pemrograman ESP32 menggunakan bahasa C. Di dalamnya, dibuat program untuk membaca data dari sensor ultrasonik, memproses nilai jarak, dan mengirimkan status slot (kosong atau terisi) melalui koneksi Wi-Fi. Selanjutnya, data dikirim ke platform Node-RED, yang berfungsi sebagai pusat pengolahan dan visualisasi data. Di Node-RED, dibuat alur (flow) untuk menerima data dari ESP32, mengubahnya menjadi tampilan grafis, dan menampilkan pada dashboard web. Tampilan ini memperlihatkan status setiap slot parkir secara real-time, biasanya dengan indikator warna hijau dan merah. Selanjutnya, status ESP32 dan Node-RED dapat menggunakan HTTP request atau protokol MQTT untuk koneksi dan efisiensi pengiriman data.

-Implementasi Hardware

Pengujian sistem pemandu parkir cerdas dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak bekerja sesuai fungsi. Pengujian dimulai dengan menyiapkan hardware sesuai dengan kebutuhan, termasuk ESP32, sensor ultrasonik, modul komunikasi, dan indikator LED. Setelah itu, dilakukan konfigurasi jaringan Wi-Fi dan koneksi ke Node-RED. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan kendaraan ke atas slot parkir dan mengamati respons sensor ultrasonik, status koneksi ke Node-RED, dan tampilan status slot pada dashboard web. Pengujian dilakukan dengan perubahan warna indikator (merah = terisi, hijau = kosong). Selain itu, lampu LED juga diuji apakah mengala sesuai status slot. Pengujian dilakukan berulang kali dengan jarak dan kondisi pemantauan berbeda untuk melihat konsistensi dan akurasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menampilkan status parkir secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik, meskipun masih bergantung pada ketersediaan sinyal Wi-Fi dan posisi pemasangan sensor.

PENUTUP

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian prototype, sistem pemandu parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dirancang dan berjalan dengan baik. Sistem mampu mendeteksi keberadaan kendaraan secara real-time menggunakan sensor ultrasonik, memproses data melalui ESP32, dan menampilkan status ketersediaan slot parkir melalui dashboard web berbasis Node-RED. Indikator status menggunakan LED juga berfungsi efektif untuk menunjukkan kondisi slot parkir langsung di lokasi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti dapat membantu pengguna dalam menemukan tempat parkir lebih cepat dan efisien, serta mendukung pengelolaan parkir yang lebih terorganisir di area komersial. Kedepannya, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur pemantauan lalu lintas, integrasi dengan aplikasi mobile, serta penggunaan database untuk menyimpan data historis guna analisis dan pengambilan keputusan manajemen parkir yang lebih baik.