



Perancangan Prototype Monitoring Area Parkir Mobil Berbasis Internet of Things

Erwin Aldin Saputera Daeli

Fakultas Teknik dan Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

Email: erwindaelly024@gmail.com

Abstrak—Peningkatan jumlah pengguna kendaraan pribadi di daerah perkotaan sering kali tidak diimbangi dengan penambahan lahan parkir yang memadai, menyebabkan masalah signifikan seperti kemacetan dan kontrol parkir yang tidak teratur. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring area parkir berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat memberikan informasi ketersediaan parkir secara *real-time* melalui *website*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, dan sensor *infrared* untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di area parkir. Sistem ini diharapkan dapat memudahkan pengemudi dalam mencari area parkir kosong, mengurangi kemacetan lalu lintas, dan meningkatkan efisiensi perjalanan. Metode penelitian meliputi studi pustaka, eksperimen pengembangan *prototype*, dan pengujian kinerja sistem di lingkungan yang terkontrol. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring parkir berbasis *IoT* dapat berfungsi dengan baik dalam memantau ketersediaan area parkir dan memberikan informasi yang akurat kepada pengguna..

Kata Kunci: Prototype; Internet of Things; ESP32; Sensor Ultrasonik; Monitoring Real-Time

Abstract—The increasing number of private vehicle users in urban areas is often not balanced with the addition of adequate parking lots, causing significant problems such as congestion and irregular parking control. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based parking area monitoring system that can provide real-time parking availability information via a website. This system uses an ESP32 microcontroller, ultrasonic sensors, and infrared sensors to detect the presence of vehicles in the parking area. This system is expected to make it easier for drivers to find empty parking areas, reduce traffic congestion, and improve travel efficiency. Research methods include literature studies, prototype development experiments, and system performance testing in a controlled environment. The results of this study indicate that the IoT-based parking monitoring system can function well in monitoring parking area availability and providing accurate information to users.

Keywords: Prototype; Internet of Things; ESP32; Ultrasonic Sensor; Real-Time Monitoring

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah pengguna kendaraan pribadi yang tidak diimbangi dengan penambahan lahan parkir, terutama di daerah perkotaan, hal ini menjadi permasalahan signifikan di era modern saat ini. Keterbatasan lahan parkir perlu mendapatkan perhatian guna meningkatkan kenyamanan bagi pengemudi. Selain masalah kekurangan lahan parkir di beberapa lokasi, ada juga tempat-tempat dengan lahan parkir yang cukup luas tetapi menghadapi kendala dalam pelayanan dan informasi terkait ketersediaan area parkir kosong serta lokasi parkir yang tersedia. Akibatnya, pengemudi sering menghabiskan banyak waktu hanya untuk mencari area parkir yang kosong (Rahardjo et al., 2022)(Pangestu et al., 2020). Masalah umum dalam lalu lintas perkotaan adalah kemacetan dan kontrol parkir yang tidak teratur, baik di negara maju maupun berkembang. Aktivitas penduduk kota, seperti perjalanan ke kantor, sekolah, pusat perbelanjaan, dan tempat kegiatan lainnya, membutuhkan transportasi dan infrastruktur yang memadai. Permasalahan parkir sering terjadi di area yang menjadi titik akhir pergerakan kendaraan, sehingga memerlukan penanganan khusus. Kemacetan lalu lintas sering kali diperburuk oleh kurangnya tempat parkir yang memadai dan terorganisir (Nursamsi Adiwiranto & Budi Waluyo, 2021; Rosa et al., 2019). Kendaraan yang diparkir sembarangan atau area parkir yang penuh dapat menghalangi arus lalu lintas dan menyebabkan penundaan. Selain itu, pencarian area parkir yang kosong sering kali menambah waktu perjalanan dan konsumsi bahan bakar, yang akibatnya menimbulkan polusi udara (Amril et al., 2023).

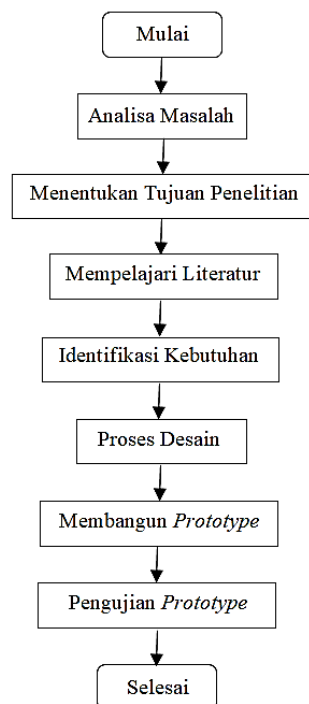
Fasilitas parkir adalah lokasi yang ditentukan sebagai tempat pemberhentian kendaraan yang bersifat sementara untuk melakukan kegiatan pada kurun waktu tertentu. Saat ini, terutama di kota-kota besar masalah ruang parkir masih menjadi kendala, terutama dengan adanya penggunaan parkir di tepi jalan (*on-street parking*). *On-street parking* adalah zona parkir yang berada di bahu jalan untuk mengurangi parkir di area jalan, pemerintah daerah menerapkan kebijakan yang mewajibkan pusat-pusat kegiatan bisnis, seperti mall, menyediakan lahan parkir bertingkat. Sementara itu, perkantoran pemerintahan dan rumah sakit biasanya masih memiliki lahan parkir mendatar karena ketersediaan lahan yang masih luas. Permasalahan yang muncul adalah kesulitan dalam mencari atau melacak area parkir kosong, sehingga pengemudi kendaraan sering kali harus berputar-putar atau naik turun untuk menemukan area parkir yang tersedia (Guluh dkk., 2023). *Internet of Things* adalah konsep yang mencakup kemampuan komunikasi antara mesin, perangkat lunak, sensor, dan orang-orang melalui internet. *IoT* menghubungkan objek fisik dan virtual, memungkinkan pertukaran data antara satu perangkat dengan perangkat lainnya (Tionadi & Fatimah, 2024). ESP32 mikrokontroler yang populer untuk proyek *IoT* karena memiliki fitur mode ganda yakni *Wi-fi* dan *Bluetooth* yang digunakan untuk mempermudah penggunaan dalam membuat sistem aplikasi dan proyek berbasis *IoT* (Nizam et al., 2022).

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, tujuan penelitian ini adalah membangun sebuah sistem yang dapat memonitoring area parkir secara otomatis dengan berbasis *Internet of Things*. Pada sistem ini, untuk mendeteksi kendaraan yang memasuki kawasan parkir, dibutuhkan sensor *infrared* yang berperan dalam mendeteksi objek kendaraan yang akan memasuki area parkir. Untuk memantau keadaan kendaraan di area parkir, dibutuhkan sensor

ultrasonik yang dapat mendeteksi objek di jalur deteksinya. Selain itu, diperlukan mikrokontroler ESP32 mengendalikan dan memproses data dari sensor-sensor sehingga area parkir dapat di pantau melalui *website*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan sebuah teknik dalam melakukan penelitian untuk mendapatkan data dengan tujuan menghasilkan solusi berdasarkan permasalahan yang ada dalam penelitian (Sintaro dkk., 2021; Siburian dkk., 2023; Sulistiani dkk., 2020). Penelitian ini menggunakan metode *prototype*. Metode *prototype* merupakan suatu metode perangkat lunak yang bertujuan untuk membangun sebuah sistem dengan cara membuat *prototype* (model awal) sebelum mengembangkan sistem secara keseluruhan (Hadi et al., 2024; Mulyadi et al., 2024). Pada tahapan penelitian ini mencakup urutan penelitian, penerapan metode, dan pengujian metode dalam penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Dengan menggunakan metode *prototype* dalam penelitian ini bermaksud menggambarkan suatu sistem yang terstruktur dan melalui beberapa proses untuk membangunnya yaitu meliputi perancangan *hardware* dan *software*, sistem monitoring area parkir mobil dirancang dengan sensor ultrasonik, sensor *infrared*, motor servo, dan NodeMcu ESP32, dengan secara real-time melalui *website* yang menampilkan informasi mengenai ketersediaan lahan parkir. Berikut adalah penjelasan tahapan penelitian:

2.1 Analisa Masalah

Memahami permasalahan dengan ruang lingkup dan batasan yang sudah ditentukan. Dengan menganalisa permasalahan yang telah ditentukan tersebut.

2.2 Menentukan Tujuan Penelitian

Setelah rumusan permasalahan didapat, selanjutnya menetapkan tujuan. Berguna dalam memperjelas kerangka kerja, ruang lingkup dan batasan permasalahan, serta kegiatan penelitian yang akan dilakukan yang menjadi sasaran utama.

2.3 Mempelajari Literatur

Mempelajari literatur berguna dalam memahami metode *prototype* dan referensi pendukung dalam proses penelitian ataupun dasar-dasar ilmu pengetahuan. Sumber literatur didapatkan dari dari artikel-artikel serta jurnal penelitian terdahulu yang membahas mengenai sistem monitoring area parkir berbasis *Internet of Things (IoT)*.

2.4 Identifikasi Kebutuhan

Dengan memulai observasi terhadap lingkungan yang relevan. Serta mengamati penggunaan sistem parkir, peneliti dapat memahami secara langsung tantangan yang dihadapi pengguna dan kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh *prototype* yang akan dibuat. Dalam pembuatan alat ini dibutuhkan perangkat pendukung berupa perangkat keras

(*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Tabel 1 menampilkan perangkat lunak (*software*) dan tabel 2 menampilkan perangkat keras (*hardware*), sebagai berikut:

Tabel 1. *Software* Pendukung

No.	Nama
1	Arduino IDE
2	Visual Studio Code
3	Xampp
4	Google Chrome
5	Fritzing

Tabel 2. *Hardware* Pendukung

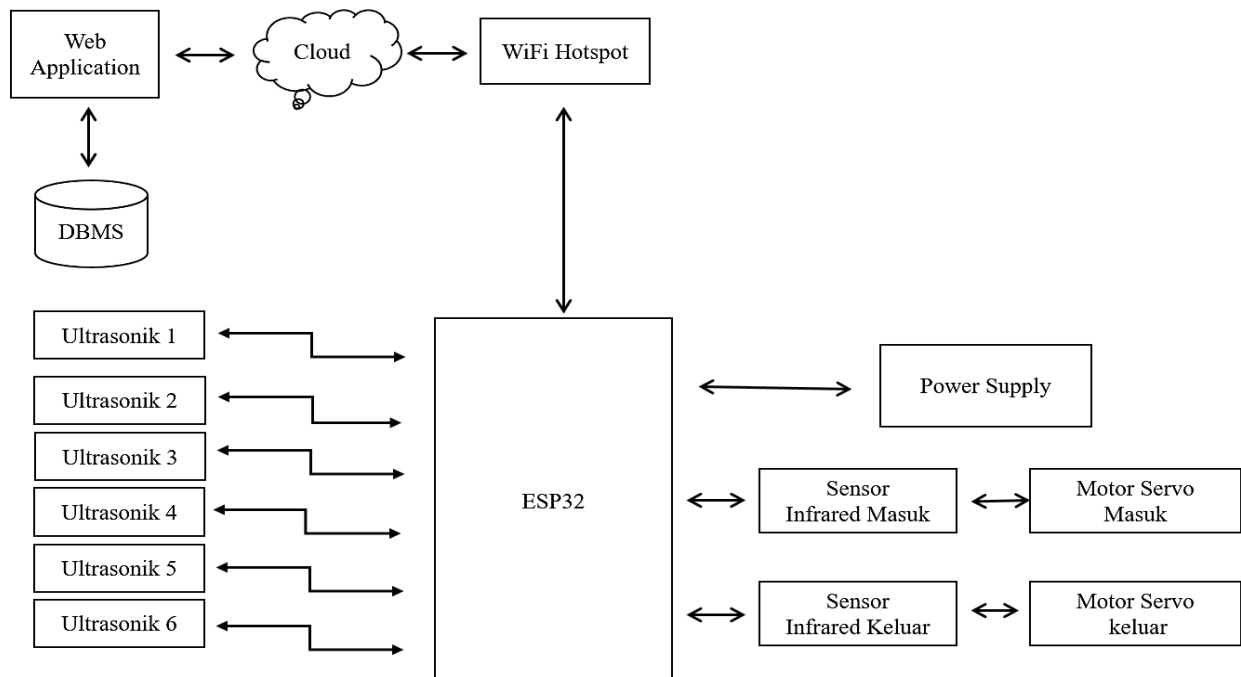
No.	Nama
1	NodeMcu ESP32
2	Sensor Ultrasonik HC-SR04
3	Sensor Infrared
4	Motor Servo
5	Kabel Jumper
6	ESP Expansion
7	Adaptor 9v 1A
8	Kabel USB micro
9	Triplek

2.5 Desain *Prototype*

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, yang akan dilakukan selanjutnya adalah merancang *prototype*, baik itu dari merancang *hardware*, merancang *software* dan merancang *layout* sistem yang akan dibuat. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran kasar tentang bagaimana sistem bekerja dan terlihat (Jusuf et al., 2022; Poetra et al., 2023).

2.5.1 *Block Diagram* Sistem

Block diagram merupakan gambaran dasar tentang sistem yang akan dibuat. Setiap komponen dalam *block* diagram memiliki fungsi masing-masing yang berperan penting dalam keseluruhan sistem. Dengan memahami gambar *block* diagram, sistem yang dirancang dapat dibangun dengan baik (Agung Raharjo & Sabur, 2020; Alfonsius et al., 2024). *Block* diagram yang dirancang untuk sistem monitoring area parkir berbasis IoT dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Block Diagram* Alat

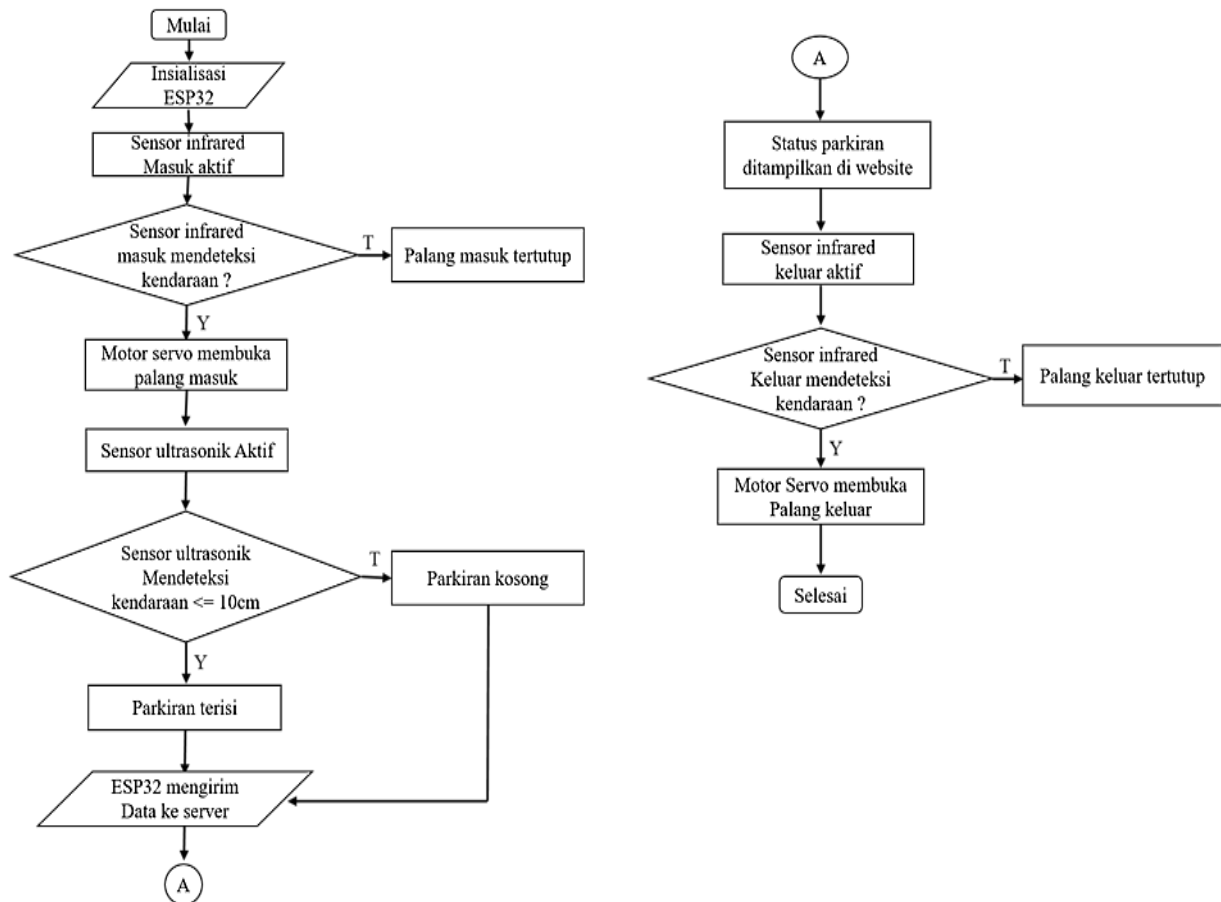
Berikut penjelasan dari masing-masing komponen pada blok diagram sistem Gambar 2 di atas:

1. ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali dari rangkaian utama, ESP32 telah terintegrasi dengan modul WiFi. Selain itu ESP32 merupakan SOC (*Single on Chip*) sehingga perangkat ini dapat beroperasi tanpa bantuan mikrokontroler lain.

2. Power Suplay berfungsi sebagai suplai daya berupa arus tegangan listrik rangkaian elektronika agar dapat bekerja sebagai fungsinya.
3. *Wifi Hotspot* adalah Suatu layanan jaringan nirkabel yang dapat menghubungkan *client* kesebuah jaringan lokal maupun *internet*. *WiFi hotspot* umumnya digunakan sebuah perangkat *wireless router*.
4. *Cloud* adalah gabungan pemanfaatan teknologi (komputasi) dan internet. Disimbolkan menggunakan gambar awan (*cloud*) dalam istilah *cloud computing* bermakna abstraksi dari infrakstruktur kompleks yang disembunyikan.
5. *Web Application* aplikasi berbasis web yang tersimpan pada suatu layanan *hosting web VPS (virtual private server)* atau *dedicated server* layanan tersebut berfungsi sebagai wadah untuk melakukan kegiatan monitoring terkait ketersediaan lahan parkir yang menjadi objek utama pada penelitian ini.
6. *Database Management System (DBMS)* berfungsi sebagai perangkat lunak sebagai yang digunakan untuk mengolah basis data yang tersimpan.
7. Sensor Ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya slot parkir mobil yang kosong.
8. Sensor *Infrared* masuk berfungsi sebagai pendeteksi objek berupa kendaraan. Pada saat kendaraan terdeteksi pada sensor masuk, maka palang parkir masuk akan terbuka dan slot parkir yang tersedia berkurang.
9. Sensor *Infrared* keluar berfungsi sebagai pendeteksi objek berupa kendaraan yang keluar. pada saat kendaraan terdeteksi sensor keluar, maka palang parkir keluar akan terbuka dan slot parkir yang tersedia bertambah
10. Motor servo masuk dan motor servo keluar merupakan komponen elektronik yang pada alat ini berfungsi sebagai penggerak palang parkir untuk naik dan turun.

2.5.2 Flowchart Sistem

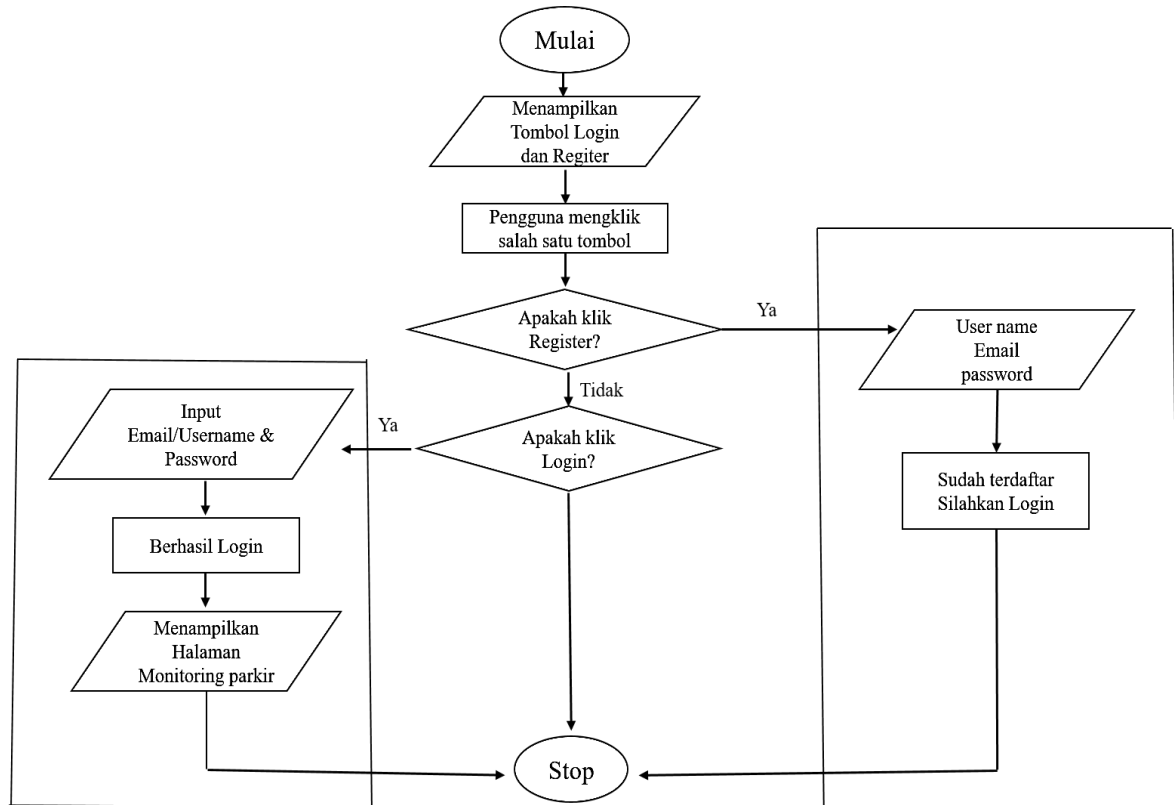
Dalam pembuatan sistem monitoring parkir, penulis memerlukan *flowchart* untuk menggambarkan aliran data. *Flowchart* memudahkan perancangan sistem yang akan digunakan. *Flowchart* dibuat berdasarkan kode dan tujuan program; tanpa kode program sulit menentukan aliran *flowchart* yang dirancang. Adapun *flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Sistem Parkir

Berdasarkan Gambar 3 sistem dimulai dengan menginisialisasi ESP32. Semua sensor dan motor servo terhubung dan siap digunakan. Sensor infrared pada pintu masuk parkir diaktifkan untuk mendeteksi kendaraan yang mendekat. Sistem kemudian memeriksa apakah sensor infrared mendeteksi adanya kendaraan yang mendekat. Jika ya, maka motor servo akan menggerakkan palang masuk sehingga terbuka, memungkinkan kendaraan masuk. Setelah masuk, sensor infrared tidak lagi mendeteksi adanya objek, sehingga motor servo akan menggerakkan palang kembali ke posisi tertutup. Selanjutnya, sensor ultrasonik diaktifkan untuk mendeteksi jarak objek di setiap slot parkir. Sistem memeriksa apakah

sensor ultrasonik mendeteksi objek dalam jarak kurang lebih sama dengan 10 cm. Jika ya, sistem menganggap parkir terisi dan ESP32 mengirim data ini ke server. Jika tidak, sistem menganggap parkir kosong dan ESP32 mengirim data ke ini ke server. Sensor *infrared* pada pintu keluar parkir diaktifkan untuk mendeteksi kendaraan yang mendekat untuk keluar. Sistem memeriksa apakah sensor *infrared* mendeteksi adanya kendaraan yang mendekat untuk keluar. Jika ya, motor servo akan menggerakkan palang keluar sehingga terbuka, memungkinkan kendaraan keluar. Setelah kendaraan keluar, sensor *infrared* tidak lagi mendeteksi objek, sehingga motor servo dalam posisi tertutup. Status parkir kemudian ditampilkan di *website* yang dapat diakses oleh pengguna prosesnya digambarkan dalam penggunaan *website* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Proses Penggunaan Website Monitoring Area Parkir Mobil

Berdasarkan Gambar 4 proses dimulai dengan memilih antara melakukan login jika sudah punya akun atau registrasi terlebih dahulu jika belum mempunyai akun. Jika pengguna memilih registrasi, akan diminta *full name*, *user name*, *email* dan *password*. Jika sudah diisi semua maka klik tombol register dan registrasi berhasil dan bisa melakukan *login*. Pada saat pengguna *login*, akan diminta untuk memasukkan *email* dan *password* yang sudah terdaftar jika benar maka berhasil masuk ke halaman monitoring parkir dan menandakan proses login telah berhasil dan selesai.

2.6 Membangun Prototype

Mengembangkan *prototype* berdasarkan desain yang telah dirancang. Fokusnya adalah menciptakan sebuah model yang dapat dengan cepat menunjukkan sejumlah fitur yang penting atau alur kerja dasar dari sistem monitoring area parkir mobil berbasis *Internet of Things* (IoT) yang direncanakan (Pela & Pramudita, 2021).

2.7 Pengujian Prototype

Setelah *prototype* dibuat, yang harus dilakukan selanjutnya adalah menguji dan mengevaluasi *prototype* sistem monitoring lahan parkir yang dibangun. Tujuan uji coba terhadap *prototype* adalah untuk memastikan bahwa desain dan fungsionalitas yang diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan (Widodo et al., 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Membangun Prototype

Setelah perancangan dilakukan, pada tahap ini akan dilakukan perakitan semua komponen yaitu sensor ultrasonic, sensor *infrared*, motor servo, dan status parkir kemudian ditampilkan di *website* sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Fokusnya adalah menciptakan sebuah model yang dapat dengan cepat menunjukkan sejumlah fitur yang penting atau alur kerja dasar dari sistem monitoring lahan parkir yang direncanakan. Gambar 5 merupakan gambar dari hasil pembangunan *prototype*.



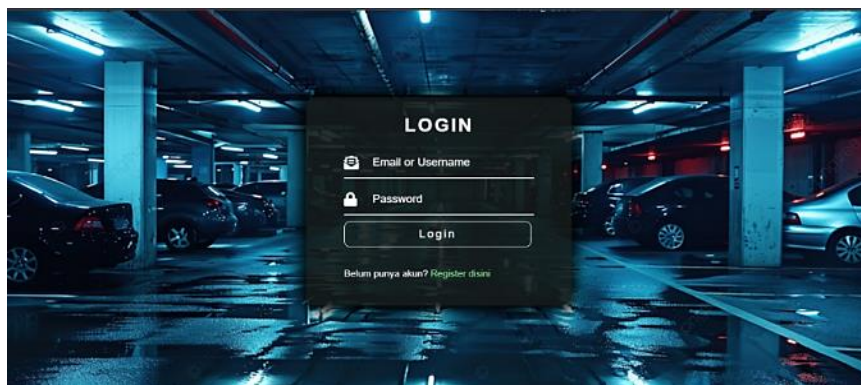
Gambar 5. *Prototype* Monitoring Parkir Mobil

Pada proses perancangan hardware, kabel jumper digunakan untuk menghubungkan pin-pin pada mikrokontroler ESP32 yang telah dirancang khusus untuk prototipe sistem monitoring tempat parkir. sistem ini menghubungkan sensor infrared, motor servo, dan sensor ultrasonik HC-SR04 ke mikrokontroler ESP32. Hasil perancangan hardware kemudian diimplementasikan pada maket *prototype* monitoring parkir ini. Sensor infrared dan motor servo memiliki dua fungsi, yaitu:

1. Sensor *infrared* masuk dan motor servo masuk berfungsi untuk mendeteksi mobil yang masuk. Ketika mobil terdeteksi, palang parkir secara otomatis terbuka yang di gerakan oleh motor servo masuk.
2. Sensor *infrared* keluar dan motor servo keluar berfungsi untuk mendeteksi mobil yang keluar. Ketika mobil terdeteksi, palang parkir secara otomatis terbuka yang digerakan oleh motor servo keluar.

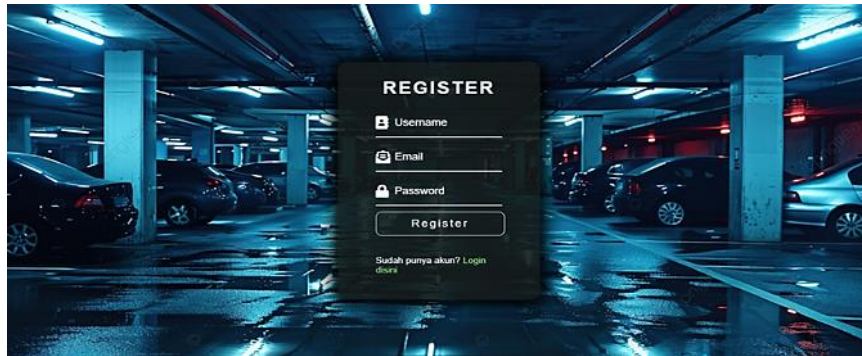
Sensor ultrasonik HC_SR04 berfungsi untuk mendeteksi objek pada setiap area parkir. jika sensor mendeteksi adanya objek (mobil) pada area parkir, maka area parkir tersebut akan ditandai sebagai terisi dan tampilanya di *website* akan berwarna merah sebaliknya jika sensor tidak mendeteksi objek (mobil), maka area parkir ditandai sebagai kosong dan tampilanya di *website* berwarna hijau. Mikrokontroler ESP32 berfungsi untuk mengendalikan semua sensor agar bekerja sesuai yang di inginkan. Data jarak yang di ukur oleh sensor ultrasonik dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk di proses. ESP32 terhubung ke internet melalui *hotspot* dan mengirim data yang diperoleh melalui permintaan HTTP *request*. Data yang diterima server disimpan ke *database* MySQL menggunakan *script* PHP. *Script* PHP tersebut kemudian memperbaharui tampilan *website* atau status area parkir. jika jarak ukur sensor ≤ 10 cm, maka area parkir akan di tandai dengan warna merah, jika jaraknya > 10 cm, maka area parkir akan ditandai dengan warna hijau. Dalam kegiatan pembuatan program untuk *prototype* sistem monitoring tempat parkir ini. Program ini berfungsi untuk menampilkan ketersediaan tempat parkir berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Pada *website* ini terdapat beberapa halaman utama yaitu halaman *login*, halaman register, dan halaman monitoring parkir. Implementasi *software* juga melibatkan pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan bahasa pemrograman seperti C++ dengan *platform* Arduino IDE yang mengendalikan semua sensor-sensor. Adapun hasil implementasi *software* dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Halaman login merupakan halaman yang paling awal ditemui oleh user saat ingin mengakses sistem ini. Dimana halaman login ini dirancang untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang terdaftar yang dapat masuk ke dalam sistem. Pada halaman ini, pengguna harus memasukan kredensial berupa *email* atau *username* dan *password*. Sistem akan memverifikasi informasi yang dimasukan dan menentukan apakah pengguna diijinkan untuk mengakses fitur lebih lanjut dari sistem. Berikut tampilan halaman login *website* monitoring parkir mobil.



Gambar 6. Tampilan Halaman *Login*

- Halaman registrasi merupakan halaman yang memungkinkan pengguna baru untuk membuat akun dan mendaftar ke dalam sistem. Pada halaman ini, pengguna harus mengisi formulir yang diperlukan seperti *username*, *email* dan *password*. Setelah pengguna berhasil melakukan registrasi, sistem akan mengirimkan *email* verifikasi ke alamat *email* yang di daftarkan. Pengguna harus memverifikasi *email* tersebut dengan mengklik tautan yang disediakan dalam *email* verifikasi. setelah *email* berhasil diverifikasi, pengguna dapat melakukan *login* ke sistem. Berikut tampilan halaman *website* monitoring parkir mobil.



Gambar 7. Tampilan Halaman Registrasi

- Halaman monitoring parkir merupakan halaman utama yang digunakan pengguna untuk memantau status ketersediaan area parkir secara *real-time*. Pada halaman ini, setiap area parkir ditampilkan dalam blok A sampai blok F dengan indikator warna yang menunjukkan apakah area parkir tersebut terisi atau kosong. Area parkir yang terisi akan ditandai dengan warna merah, sementara area parkir yang kosong akan ditandai dengan warna hijau. selain itu, halaman ini juga menyediakan informasi tambahan seperti jumlah ketersediaan *slot* parkir. pada halaman monitoring parkir ini terdapat juga tombol *logout* yang memungkinkan pengguna untuk keluar dari sistem dengan aman setelah selesai menggunakan layanan monitoring parkir. berikut tampilan halaman monitoring parkir *website* monitoring parkir mobil.



Gambar 8. Tampilan Halaman Monitoring Parkir

3.2 Pengujian *Prototype*

Setelah proses perancangan dan pembuatan alat selesai, dilakukan pengujian pada perangkat keras, perangkat lunak, dan respons sistem dari prototipe yang telah dibuat. Untuk mendapatkan data yang akurat dan lengkap, pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap alat. Tujuan dari pengujian *prototype* ini adalah untuk memastikan apakah sistem yang diterapkan telah memenuhi spesifikasi yang direncanakan sebelumnya. Hasil pengujian dapat berguna sebagai informasi untuk penyempurnaan sistem yang telah dibuat. Pengujian meliputi aspek pengoperasian sensor dan komunikasi pengiriman data dari perangkat keras ke perangkat lunak secara *real-time*. Pengujian awal pada *prototype* monitoring parkir mobil yaitu memastikan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mendeteksi mobil dengan akurat pada setiap area parkir. Adapun hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Sensor Ultrasonik

Jarak Sensor Terhadap Objek (Cm)	Kondisi	Kesimpulan
1	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
2	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
3	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
4	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
5	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
6	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek

Jarak Sensor Terhadap Objek (Cm)	Kondisi	Kesimpulan
7	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
8	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
9	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
10	Objek terdeteksi	Sensor dapat mendeteksi objek
11	Objek tidak terdeteksi	Sensor tidak mendeteksi objek
12	Objek tidak terdeteksi	Sensor tidak mendeteksi objek

Berdasarkan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa, ada beberapa langkah-langkah untuk mendapatkan hasil pengujian sensor ultrasonik yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan dalam bentuk prototipe dimana objek yang digunakan adalah mobil mini (mobil mainan) untuk mensimulasikan keberadaan kendaraan di setiap area parkir.
2. Pemasangan sensor ultrasonik di setiap area parkir dari blok A hingga F dan mobil mini diletakkan di setiap area parkir satu persatu untuk pengujian sensor ultrasonik ini.
3. Prinsip Kerja Sensor HC_SR04 mengirimkan sinyal ultrasonik dari pin trigger. Sinyal ini memantul kembali ke pin echo setelah mengenai objek, memungkinkan pengukuran waktu tempuh sinyal.
4. Data jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. Hasil pengukuran jarak ini dapat dipantau melalui serial monitor pada Arduino IDE.

Selanjutnya pengujian yang dilakukan pada *prototype* monitoring parkir mobil yaitu pengujian untuk memastikan apakah ESP32 dapat terhubung ke jaringan internet melalui *hotspot* dengan memantau hasilnya pada serial monitor, berikut hasil pengujian koneksi ESP32 seperti yang terlihat pada tabel 4.

Tabel 3. Pengujian Koneksi ESP32

Tampilan Program Koneksi ESP32 Melalui Hotspot	Tampilan koneksi ESP32 ke Smartphone

Berdasarkan tabel 4 dapat dijelaskan bahwa dalam pengujian koneksi ESP32 alat *prototype* berhasil terkoneksi dengan *smartphone* pengguna, Saat alat dalam keadaan menyala, ESP32 akan otomatis terhubung dengan jaringan *hotspot* yang telah diatur pada *smartphone*. Langkah pertama adalah mengaktifkan *hotspot* pada *smartphone* dan memastikan bahwa *ssid* dan *password* sudah tersedia. Setelah itu, konfigurasi kode ESP32 dengan memasukkan SSID dan *password hotspot* tersebut. Setelah koneksi ESP32 melalui *hotspot smartphone* berhasil, langkah selanjutnya adalah mengirim data sensor ultrasonik ke *server* atau *database*. Proses ini memerlukan *script PHP* untuk menerima data dari ESP32 dan menyimpannya ke dalam *database*. *Script PHP* ini bertindak sebagai perantara, mengelola data yang diterima, dan setelah data berhasil disimpan, skrip tersebut akan memproses dan menampilkan data tersebut di halaman *website*. *Script PHP* akan memperbarui tampilan di halaman monitoring untuk memudahkan pengguna mengetahui *slot* parkir yang terisi dan kosong. Skrip ini juga menangani operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) pada *database MySQL*. Desain dan pengembangan *website* menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk membuat antarmuka pengguna yang responsif dan *user-friendly*. Fitur AJAX disertakan untuk memperbarui data secara *real-time* tanpa perlu memuat ulang halaman. Setelah koneksi ESP32 melalui *hotspot* berhasil maka selanjut dilakukan pengujian pada keseluruhan area parkir mulai dari blok A sampai blok F. Berikut adalah langkah-langkah skema pengujian area parkir:

1. Pengujian dilakukan dalam bentuk prototipe dimana objek yang digunakan adalah mobil mini (mobil mainan) untuk mensimulasikan keberadaan kendaraan di setiap area parkir
2. Sensor ultrasonik dipasang di setiap area parkir dari blok A hingga F. Mobil mini diletakkan di setiap area parkir satu per satu untuk menguji sensor ultrasonik tersebut.
3. Data jarak yang diukur sensor ultrasonik dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk di proses. Jika jarak terukur ≤ 10 cm maka area parkir dianggap terisi dan akan ditandai dengan indikator warna merah di tampilan *website*. Jika jarak terukur >10 cm maka area parkir dianggap kosong dan akan ditandai dengan warna hijau di tampilan *website*.



Berikut adalah hasil pengujian tampilan di *website* ketika sensor ultra sonik membaca adanya objek mobil pada keseluruhan area parkir mulai dari blok A sampai blok F yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dan Tampilan di Website

No.	Jarak (cm)	Status Objek	Status Slot Parkir	Warna Tampilan di Website
1	1	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
2	2	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
3	3	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
4	4	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
5	5	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
6	6	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
7	7	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
8	8	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
9	9	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
10	10	Objek Terdeteksi	Terisi	Merah
11	11	Objek Tidak Terdeteksi	Kosong	Hijau
12	12	Objek Tidak Terdeteksi	Kosong	Hijau

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel 5, sistem sensor parkir berhasil mendeteksi objek pada jarak 1 cm hingga 10 cm. Pada jarak-jarak tersebut, slot parkir dinyatakan "Terisi" dan ditampilkan dengan warna merah di website, menunjukkan bahwa slot tersebut tidak tersedia untuk digunakan. Sebaliknya, pada jarak 11 cm dan 12 cm, sensor tidak mendeteksi objek, sehingga slot parkir dinyatakan "Kosong" dan ditampilkan dengan warna hijau di website, menandakan bahwa slot tersebut tersedia untuk parkir. Kesimpulannya, sensor parkir berfungsi efektif dalam mendeteksi keberadaan objek hingga jarak 10 cm, dan tampilan di *website* berfungsi dengan baik dalam merepresentasikan status slot parkir secara visual. Selanjutnya dilakukan pengujian pada sensor *infrared* dan motor servo untuk memastikan fungsi deteksi mobil masuk dan keluar serta respons otomatis pembukaan palang parkir. pengujian dimulai dengan menghubungkan sensor infrared masuk dan motor servo masuk ke sistem kontrol, serta memastikan semua komponen mendapatkan pasokan daya yang cukup. Kemudian, sebuah objek yang menyerupai mobil ditempatkan di depan sensor *infrared* masuk. Sensor ini harus mendeteksi objek berupa mobil mini (mobil mainan) tersebut dan mengirim sinyal ke sistem kontrol, yang kemudian mengaktifkan motor servo untuk membuka palang parkir. Adapun hasil pengujian pada sensor *infrared* dan motor servo dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor *Infrared* dan Motor Servo

No.	Pengujian	Kondisi	Hasil	Waktu Respon
1	Sensor Infrared Masuk	Tidak ada objek	Sensor tidak mendeteksi apa-apa	-
		Objek (mobil) terdeteksi	Sensor mendeteksi objek dan mengirim sinyal	-
2	Motor Servo Masuk	Sinyal dari sensor masuk	Motor servo membuka palang parkir	langsung
		Objek tidak lagi terdeteksi (tidak ada objek)	Motor servo menutup palang parkir setelah 3 detik	3 detik
3	Sensor infrared keluar	Tidak ada objek	Sensor tidak mendeteksi apa-apa	-
		Objek (mobil) terdeteksi	Sensor mendeteksi objek dan mengirim sinyal	-
4	Motor Servo keluar	Sinyal dari sensor keluar diterima	Motor servo membuka palang parkir	langsung
		Objek tidak lagi terdeteksi (tidak ada objek)	Motor servo menutup palang parkir setelah 3 detik	3 detik

Pengujian terhadap sensor *infrared* dan motor servo menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan efektif dan responsif. Ketika tidak ada objek (mobil) yang melewati sensor *infrared*, sensor berfungsi dengan baik yaitu dengan tidak mendeteksi apapun sehingga tidak mengirimkan sinyal ke motor servo. Namun, saat sensor infrared mendeteksi adanya objek, sensor segera mengirimkan sinyal yang menyebabkan motor servo membuka palang parkir dengan cepat. Setelah kendaraan melewati palang dan sensor tidak lagi mendeteksi objek, motor servo menutup palang parkir dengan penundaan 3 detik, memberikan waktu yang cukup bagi kendaraan untuk sepenuhnya melewati palang sebelum tertutup kembali. Sistem ini juga memastikan bahwa palang parkir tetap dalam posisi menutup jika tidak ada sinyal dari sensor, menjaga keamanan dan mencegah akses yang tidak diinginkan. Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa sistem sensor *infrared* dan motor servo dapat diandalkan untuk mengatur pembukaan dan penutupan palang parkir dengan efisiensi tinggi, siap digunakan untuk mengelola arus masuk dan keluar kendaraan dengan aman dan efisien.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan dan pengujian perancangan prototype monitoring area parkir mobil berbasis *Internet of Things*, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring area parkir mobil berbasis *Internet of Things* berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, sensor infrared dan motor servo. Mikrokontroler ESP32 berhasil mengendalikan sensor-sensor dan mengirim data ke server, sementara sensor-sensor tersebut berfungsi mendeteksi kendaraan dan mengoperasikan palang parkir secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek dengan akurat dan memberikan status slot parkir secara *real-time* di website, sementara sensor infrared dan motor servo berfungsi dengan baik untuk mendeteksi mobil yang masuk dan keluar. Mikrokontroler ESP32 berhasil terhubung ke internet melalui hotspot, mengirim data dari sensor ke server, dan memperbarui tampilan website secara *real-time*. Data yang diperoleh disimpan dalam database MySQL menggunakan script PHP, memudahkan pengguna untuk memonitoring ketersediaan area parkir dengan mudah melalui antarmuka web yang responsif dan user-friendly. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini dapat diandalkan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dan mengelola data parkir secara efisien. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan fitur reservasi slot parkir melalui aplikasi atau website sehingga pengguna dapat memesan slot parkir sebelum tiba dilokasi. Ini akan mengurangi waktu pencarian parkir dan meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir. Selanjutnya dapat menggabungkan sistem monitoring parkir dengan sistem pembayaran digital untuk memudahkan pengguna dalam melakukan pembayaran parkir tanpa harus menggunakan uang tunai. Ini juga dapat mengurangi antrian di gerbang masuk dan keluar. Serta mengembangkan antarmuka sistem yang mendukung berbagai bahasa untuk menjangkau pengguna dari berbagai latar belakang dan memastikan aksesibilitas yang lebih luas.

REFERENCES

- Agung Raharjo, M., & Sabur, F. (2020). Perancangan Sistem Smart Office Berbasis Internet of Things Politeknik Penerbangan Makassar. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 3(2), 141–146. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v3i2.168>
- Alfonsius, E., Kalengkongan, W., & Ngangi, S. C. W. (2024). Sistem Monitoring Dan Kontroling Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Iot (Internet of Things). *Jurnal Teknoinfo*, 18(1), 44–55. <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index>
- Amril, I. T., Sutanto, V. A., & Gultom, B. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Area Parkir Berbasis Arduino Uno untuk Mengetahui Ketersediaan Area Parkir. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer Dan Sains325*, 1(1), 325–331.
- Hadi, M., Rahaningsih, N., & Danar, R. (2024). Analisa Performa Sistem Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu Esp 32. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), 653–659. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i1.8462>
- Jusuf, H., Ichsan Ma'ruf, M. L., & Kusuma, I. (2022). Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 11(3), 807. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i3.1017>
- Muhammad Alhamdan Guluh, Baharuddin, Muhammad Sulkifly, & Muhamad Sabirin. (2023). Sistem Monitoring Ketersediaan Slot Parkir Dengan Esp8266 Berbasis Internet of Things. *Simtek: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, 8(1), 130–134. <https://doi.org/10.51876/simtek.v8i1.247>
- Mulyadi, M. E., Samsumar, L. D., & Efendi, M. M. (2024). *PERANCANGAN SISTEM MONITORING LAHAN PARKIR PADA AREA BASEMENT HOTEL ASTON INN MATARAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. 1(4), 316–326.
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Nursamsi Adiwiranto, M., & Budi Waluyo, C. (2021). Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(2), 13–22. <https://doi.org/10.33019/electron.v2i2.2>
- Pangestu, A., Ziky Iftikhor, A., Damayanti, Bakri, M., & Alfarizi, M. (2020). Sistem Rumah Cerdas Berbasis Iot Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram. *Jtikom*, 1(1), 8–14.
- Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47–54. <https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.106>
- Poetra, A. A., Nandika, R., & Wijaya, T. K. (2023). Prototipe Sistem Monitoring Ketinggian Air Pada Tangki Berbasis Internet of Things. *Sigma Teknika*, 6(1), 097–108. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5148>
- Rahardjo, P., Mardiyono, Safitri, N., & Rizky, W. N. (2022). Monitoring Slot Parkir Berbasis Web Dan Android. *Orbith*, 18(3), 221–231.
- Rosa, C. F., Amelia, R., & Mulyasih, F. (2019). Sistem Keamanan Pintu Rumah dengan Sidik Jari Berbasis Internet of Things (IOT). *Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST)*, 06(02), 379–385.
- Sintaro, S., Surahman, A., & Pranata, C. A. (2021). Sistem Pengontrol Cahaya Pada Lampu Tubular Daylight Berbasis



- Iot. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 28. <https://doi.org/10.33365/jtst.v2i1.1034>
- Sri Agustiani Br Siburian, Mohammad Taufan Asri Zaen, Setiawansyah, Dodi Siregar, Erlin Windia Ambarsari, & Yuwan Jumaryadi. (2023). Penerapan Metode Additive Ratio Assesment (ARAS) dalam Pemilihan Customer Service Terbaik. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 3(1), 12–17. <https://doi.org/10.47065/jimat.v3i1.239>
- Sulistiani, H., Rahmanto, Y., Dwi Putra, A., & Bagus Fahrizqi, E. (2020). Penerapan Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Untuk Meningkatkan Kualitas Belajar Dalam Menghasilkan Siswa 4.0. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 178–183.
- Tionadi, Ilham Santoso, T. F. (2024). PROTOTYPE SISTEM MONITORING KETERSEDIAAN SLOT PARKIR KHUSUS MEMBER PADA RAIN GYM BERBASIS IOT. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, Vol. 3, 152–163.
- Widodo, Y. B., Ichsan, A. M., & Sutabri, T. (2020). Perancangan Sistem Smart Home Dengan Konsep Internet Of Things Hybrid Berbasis Protokol Message Queuing Telemetry Transport. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 6(2), 123–136. <https://doi.org/10.37012/jtik.v6i2.302>