

Sistem Smart Parking Berbasis Mikrokontroler dengan Website Informasi Lahan Parkir

Brilian Sulthoni

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹briliansulthoni@students.telkomuniversity.ac.id, ²endroariyanto@telkomuniversity.ac.id,

³setyorini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Mobil sudah menjadi salah satu kebutuhan masyarakat pada kehidupan zaman sekarang dan dengan tersedianya mobil pribadi yang terjangkau, minat mereka untuk memiliki mobil semakin tinggi. Namun, peningkatan penggunaan mobil juga menimbulkan masalah parkir yang semakin rumit, terutama karena kurangnya informasi tentang tempat parkir yang kosong. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem alokasi dan panduan parkir yang efisien, yang dapat memberikan informasi tentang ketersediaan tempat parkir dan membantu pengemudi menemukan tempat parkir yang sesuai dengan lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membuat miniatur sistem parkir pintar yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan mikrokontroler berbasis *website*, untuk mengatur sistem parkir secara otomatis dan memberikan informasi ketersediaan tempat parkir kepada pengguna. Pada penelitian ini berhasil dibuat miniatur sistem alokasi tempat parkir mobil yang menggunakan sensor ultrasonik dan inframerah, yang telah berfungsi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi pendeteksian keberadaan mobil mencapai 100%. Rata-rata keterlambatan (*delay*) dari saat mobil masuk ke dalam slot parkir hingga informasi muncul di *website* pengguna adalah 2,51, sedangkan rata-rata keterlambatan dari saat mobil keluar dari slot parkir hingga informasi tampil di *website* pengguna adalah 1,48. Untuk pengembangan lebih lanjut sebaiknya sistem dilengkapi dengan fitur petunjuk arah serta disarankan untuk menyesuaikan *layout* miniatur parkir dengan area tempat parkir secara nyata.

Kata kunci : Sistem *Smart Parking*, *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler, *website*

Abstract

Cars have become one of the necessities of life in today's society, and with the availability of affordable private cars, their interest in owning a car is increasing. However, the increasing use of cars also creates increasingly complex parking problems, especially due to a lack of information about available parking spaces. To address this issue, an efficient parking allocation and guidance system is needed, which can provide information about parking space availability and help drivers find suitable parking spaces more efficiently. This research aims to create a miniature smart parking system using Internet of Things (IoT) technology and website-based microcontrollers to automate parking systems and provide parking availability information to users. In this research, a miniature car parking allocation system using ultrasonic and infrared sensors was successfully developed and functioned well. Test results showed a 100% accuracy rate in detecting the presence of cars. The average delay from the time a car enters a parking slot until information appears on the user's website is 2.51, while the average delay from the time a car leaves a parking slot until information appears on the user's website is 1.48. For further development, the system should be equipped with directional guidance features and it is recommended to adjust the miniature parking layout to match real parking areas.

Keywords: Smart parking system, Internet of Things (IoT), microcontroller, website

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Mobil telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat saat ini, memungkinkan mereka untuk mencapai berbagai tujuan. Dengan adanya mobil pribadi yang terjangkau, minat masyarakat untuk memiliki mobil semakin meningkat. Namun, pertumbuhan penggunaan mobil juga menghadirkan masalah parkir yang semakin kompleks. Kurangnya informasi mengenai tempat parkir yang kosong dan kekurangan sistem panduan menyebabkan banyak pengendara menghabiskan waktu dan energi hanya untuk mencari tempat parkir yang tak kunjung ditemukan[1]. Pada penelitian[2] dijelaskan dan diterapkan sistem parkir mobil cerdas dengan memanfaatkan sensor LED berbasis aplikasi *bylink* yang hanya bisa memberi informasi slot parkir yang tersedia. Kekurangan dari penelitian ini adalah sistem tidak dapat mendeteksi ketersediaan slot parkir dengan akurat.

Untuk mengatasi permasalahan parkir ini, diperlukan sistem alokasi dan panduan parkir yang efektif. Sistem ini harus mampu memberikan informasi mengenai ketersediaan tempat parkir serta membantu pengendara menuju tempat parkir yang sesuai dengan cepat dan akurat. Oleh karena itu, penting untuk menciptakan sistem yang sesuai dengan kebutuhan yang relevan dengan kondisi nyata dan menghasilkan data yang akurat. Jika data yang diberikan tidak sesuai, tentunya sistem parkir yang ada akan kurang efektif dalam memberikan pelayanan kepada pengendara..

Miniatur *smart parking* pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir yang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno dan dikirimkan ke server. Setelah server menerima data sensor tersebut, *website* akan menampilkan visualisasi data tersebut dalam bentuk slot parkir. Lalu Pengguna yang mengakses sistem melalui *website* akan menerima informasi lokasi parkir yang tersedia. Pengguna diharuskan login terlebih dahulu agar bisamelihat informasi letak lokasi parkir yang masih tersedia. Terdapat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu, dalam penelitian ini sistem dilengkapi dengan *website* yang dapat menyajikan ketersediaan slot parkir secara *real-time*.

Topik dan Batasannya

Topik yang dijabarkan pada tugas akhir ini yaitu bagaimana cara membuat miniatur sistem alokasi parkir mobil, kemudian bagaimana sistem mengidentifikasi sisa slot parkir yang masih tersedia dan sistem dapat memberi informasi mengenai tempat parkir yang belum terisi dan sudah terisi berbasis *website*.

Pada tugas akhir ini terdapat batasan masalah yaitu sistem pengujian diasumsikan dengan mobil berada empat dan arsitektur parkir hanya memiliki satu jalur.

Tujuan

Tujuan pada tugas akhir ini yaitu membuat miniatur yang dapat memberi informasi sisa tempat parkir serta merancang sistem berbasis *website* dalam bentuk *maps* lahan parkir serta menganalisis akurasi sensor dan delay dalam mendeteksi keberadaan mobil pada slot parkir.

Organisasi Tulisan

Organisasi tulisan dari tugas akhir ini yaitu setelah pendahuluan berupa penelitian terkait mengenai IoT pada sistem parkir dengan menggunakan mikrokontroler. Kemudian, pada bagian sistem yang dibangun berisikan analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem serta skenario pengujian pada sistem. Bagian selanjutnya yaitu hasil pengujian dan analisis yang berisikan hasil implementasi miniatur slot parkir dan hasil dari analisis pengujian yang dilakukan.

2. Studi Terkait

2.1 IoT pada Sistem Parkir

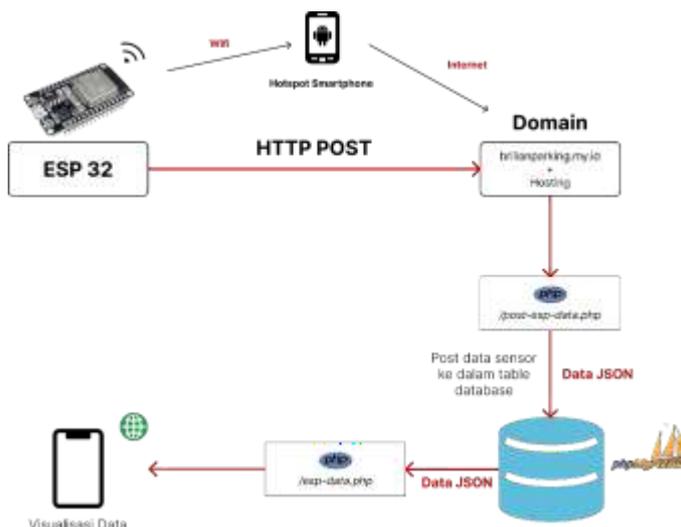
Setelah Pada penelitian yang dilakukan oleh [3] dalam penelitian ini pentingnya memberikan informasi terkait ketersediaan slot parkir kepada pengguna sebelum mereka memasuki area parkir. Sebagai respons terhadap tuntutan tersebut, solusi yang tengah diupayakan melibatkan pemantauan intensif terhadap setiap slot parkir di area tersebut. Penerapan *Internet of Things* (IoT) menjadi pilihan yang menarik karena mampu membentuk sistem komunikasi yang efektif antara berbagai perangkat, termasuk dalam hal sistem parkir.

Dalam konteks penelitian tersebut, konsep IoT terintegrasi dalam sistem parkir tidak hanya memungkinkan pemantauan slot parkir secara lebih efisien, tetapi juga memberikan informasi secara *real-time* tentang status ketersediaan slot parkir kepada pengguna.

Pada penelitian tersebut, penggabungan IoT dan sensor untuk memantau dan mengelola slot parkir diharapkan dapat memberikan solusi yang responsif dan adaptif sesuai kebutuhan pengguna.

2.2 ESP32

ESP32 ialah sebuah mikrokontroler yang populer dalam proyek *Internet of Things* (IoT). Dengan kemampuan *WiFi*, modul ini menjadi pilihan yang optimal untuk berbagai aplikasi tanpa kabel. *ESP32* dapat digunakan untuk membuat aplikasi IoT yang terhubung ke *web server* dengan mengirimkan data JSON ke dalam database yang kemudian data JSON tersebut digunakan untuk berkomunikasi dengan *website* sebagai antarmuka untuk mengontrol atau memantau perangkat.



Gambar 2.1 Diagram Koneksi ESP32

Esp32 yang terhubung dengan internet dapat mengirimkan data JSON ke dalam database server. Format data yang dikirimkan meliputi data-data dari setiap sensor yang terpasang diantaranya *code* yang berisi nomor sensor, Nama bertipe string yang berisi nomor lahan parkir, *Filled* untuk menandakan lahan parkir terisi atau tidak (0 jika lahan parkir tidak terisi, 1 jika lahan parkir terisi) dan *Active* untuk menandakan apakah lahan parkir tersedia (0 jika tidak tersedia dan 1 jika tersedia).

2.3 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini, penulis merencanakan dan menerapkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi jarak yang aman dari kendaraan atau objek lain didepannya. Penelitian ini menggunakan Arduino R3, sensor ultrasonik, LCD sebagai perangkat keras dengan tambahan modul PCF8574 yang umumnya digunakan untuk memperluas *input/output* pada mikrokontroler[4]

Berikut penelitian tentang *smart parking system* yang dipublikasikan sejak tahun 2018 sampai sekarang.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

Sumber	Penulis	Masalah	Tujuan	Kelebihan dan kekurangan
[2]	SaraNayak, Ashwin Nair, Leena Ladge, Reethika Renganathan, Saritha L.R.	Masalah utama yang dihadapi banyak orang adalah lalu lintas yang padat. Driver yang mencari parkir diperkirakan bertanggung jawab atas sekitar 30% kemacetan lalu lintas di kota. Peningkatan jumlah mobil mempengaruhi manajemen jalan dan manajemen infrastruktur. Saat mencari tempat parkir, pengguna cenderung mengemudi dengan lambat yang dapat menurunkan efisiensi bahan bakar mobil dan menyebabkan kemacetan lalu lintas.	Menggambarkan dan menerapkan sistem parkir mobil pintar menggunakan sensor yang berbeda dengan mengembangkan sistem parkir mobil pintar yang menginformasikan pengguna tentang ketersediaan tempatparkir melalui LED.	Kekurangan Kurangnya fitur pada aplikasi bylink yaitu hanya bisa memberitahu slot parkir yang tersedia. Kelebihan Kurangnya fitur pada aplikasi bylink yaitu hanya bisa memberitahu slot parkir yang tersedia. Sensor LED tidak memerlukan perawatan yang rumit seperti sensor lainnya, seperti sensor ultrasonik yang memerlukan pembersihan secara teratur untuk menjaga akurasi pengukuran.

Sumber	Penulis	Masalah	Tujuan	Kelebihan dan kekurangan
[5]	Narongchai jindaprai, Siranee Nuchitprasitchai	Pertumbuhan eksponensial jumlah mobil yang menyebabkan kemacetan lalu lintas karena pengunjung kesusahan mencari tempat parkir di kotametropolitan.	Mencari solusi penggunaan sensor agar lebih efisien dalam mendeteksi objek dengan menggunakan ESP32 dan papan mikrokontroler.	<p>Kekurangan Pemasangan sensor ultrasonik berada pada penahan roda karet, apabila ban mobil terlalu jauh dengan sensor maka sistem tidak bisa terdeteksi oleh sensor.</p> <p>Kelebihan Sensor ultrasonik memungkinkan mobil untuk diparkir lebih cepat dan lebih efisien, karena pengguna dapat dengan mudah mengetahui ketersediaan tempat parkir.</p>
[6]	Saparya Parashar, GauravKumar	Kemacetan lalu lintas dapat disebabkan oleh bertambahnya jumlah mobil yang melintas di jalan raya. Salah satu penyebab bertambahnya mobil adalah bertambahnya jumlah penduduk. Jumlah mobil di berbagai negara bagian India meningkat pesat dalam setahun.	Menggunakan tag RFID. Informasi ini disimpan di cloud. Pengguna dapat menemukan tempat parkir yang sesuai dengan masuk ke aplikasi di smartphone. Informasi tentang hunian parkir diperbarui oleh node WSN.	<p>Kekurangan Sistem RFID memerlukan teknologi yang handal untuk membaca tag, sehingga jika terjadi masalah teknis seperti kerusakan perangkat keras.</p> <p>Kelebihan RFID dapat mempercepat proses parkir dan mengurangi waktu antri karena pengguna hanya perlu menempelkan tag.</p>
[7]	Fakhri Brilians Arpa Putra, Latiful Hayat	Akomodasi lahan parkir di tempat umum, serta keresahan masyarakat akan kesulitan mendapatkan ruang parkir.	Mengimplementasikan <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam sistem parkir cerdas yang mampu memberikan informasi terkait ketersediaan lahan parkir dan mengakomodasi pengguna kendaraan untuk melakukan reservasi melalui <i>smartphone</i> .	<p>Kekurangan Sistem parkir booking terbilang lebih sederhana karena komponennya lebih sedikit.</p> <p>Kelebihan Memanfaatkan sensor infrared untuk mendeteksi penggunaan ruang parkir dan dapat diakses melalui aplikasi Android oleh pengguna sebagai informasi ketersediaan ruang parkir sebelum menuju area parkir.</p>

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Metodologi Penelitian

Miniatur adalah sebuah metodologi yang peneliti gunakan dalam penelitian ini. Miniatur adalah versi awal dari sistem dalam bentuk model fisik. Miniatur sistem berfungsi sebagai jembatan antara pengembang dan pengguna agar dalam proses pengembangan sistem kedua belah pihak dapat berinteraksi. Penelitian ini akan sangat cocok menggunakan metode miniatur dimana dengan menggunakan metode miniatur sistem *smart parking* berbasis mikrokontroler yang dikembangkan akan menjadi lebih cepat pengembangannya dan bisa langsung dilihat fungsinya. Miniatur juga memudahkan peneliti dalam melakukan perubahan jika ada kekurangan atau perbaikan sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi pengembangan[8].

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

3.2.1 Fungsionalitas Sistem

Berikut fungsionalitas dari sistem smart parking:

1. Sistem dapat mendeteksi keberadaan mobil di setiap slot parkir.
2. Sistem dapat menampilkan status setiap slot parkir pada LCD.
3. Sistem dapat mendeteksi mobil yang masuk dan keluar area parkir.
4. Sistem dapat membuka dan menutup palang pintu masuk dan keluar.
5. Sistem dapat mengirimkan data slot parkir yang masih kosong ke server.

Sistem dapat mendeteksi keluar masuknya mobil di area parkir menggunakan sensor inframerah dan ultrasonik, serta menginformasikan slot parkir kosong dan sudah terisi pada LCD, jika slot parkir penuh sensor ir mendeteksi objek kendaraan pada pintu masuk maka LCD menampilkan “Parkiran Penuh”. Sensor ultrasonik pada slot parkir memungkinkan sistem untuk mengenali apakah suatu slot parkir sedang terisi atau kosong. Palang pintu keluar akan terbukanya jika ada mobil yang akan keluar dari slot parkir.

3.2.2 Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

3.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Sistem parkir pintar ini terdiri dari perangkat keras canggih, seperti sensor ultrasonik, PCF8574, IR sensor, Arduino UNO, motor servo, dan LCD + I2C Serial. Sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi kehadiran mobil di setiap slot parkir, IR sensor memantau gerakan mobil di pintu masuk, dan PCF8574 memperluas kemampuan koneksi untuk LCD. Arduino UNO berperan sebagai pusat pengolahan data, mengkoordinasikan operasi antara sensor dan motor servo untuk mengelola palang pintu. NodeMCU, sebagai modul WiFi, memungkinkan konektivitas ke server, memfasilitasi pengiriman data secara real-time mengenai slot parkir kosong.

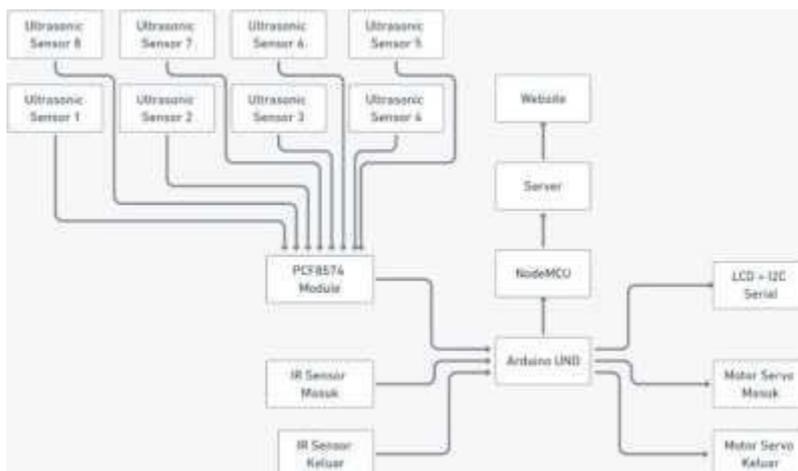
3.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Sistem *smart parking* ini memerlukan sejumlah perangkat lunak yang terintegrasi untuk operasional yang efisien. Pertama, Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak di Arduino UNO, termasuk algoritma deteksi mobil dan kontrol motor servo. Platform Laravel berfungsi sebagai basis pengembangan aplikasi server yang mengelola data parkir dan menyediakan antarmuka pengguna. Dalam hal manajemen data, SQL digunakan untuk merancang dan mengelola basis data yang menyimpan informasi tentang ketersediaan slot parkir. Postman menjadi perangkat lunak pengujian API yang memastikan interaksi yang lancar antara sistem *smart parking* dan server Laravel.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Blok Diagram

Pemodelan fungsionalitas dijelaskan dengan menggunakan sebuah blok diagram yang merupakan gambaran atau representasi bagaimana suatu sistem berinteraksi dengan lingkungannya. Blok diagram sistem monitoring tempat parkir dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.1 Blok Diagram

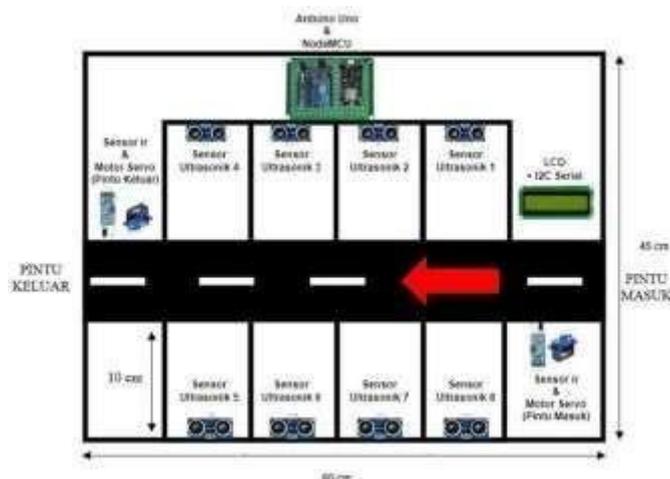
3.3.2 Flowchart Diagram

Sistem akan mendeteksi keberadaan di slot parkir melalui sensor ultrasonik yang kemudian diterima sinyalnya oleh Arduino. Informasi yang akan ditampilkan pada LCD apabila slot parkir penuh adalah “Slot Penuh”, apabila slot parkir tidak penuh maka akan ditampilkan informasi slot parkir yang kosong dan yang sudah terisi pada LCD. Jika ada mobil dipintu masuk palang pintu masuk akan terbuka, selanjutnya data slot akan dikirimkan ke server setiap ada mobil parkir / keluar. Jika ada mobil dipintu keluar, maka palang pintu keluar akan terbuka.



Gambar 3.2 Flowchart Diagram

3.3.3 Denah Miniatur Tempat Parkir



Gambar 3.3 Denah Miniatur Tempat Parkir

Berdasarkan Gambar 3.9 denah miniatur tempat parkir berukuran 60 x 45 cm dimana terdapat beberapa komponen motor servo (palang pintu), sensor IR untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada pintu masuk, LCD untuk menampilkan informasi slot parkir kosong dan sudah terisi. Untuk mendeteksi adanya mobil pada slot parkir, penulis menggunakan sensor ultrasonic yang dipasang pada setiap slot parkir. Komponen-komponen tersebut diintegrasikan dengan perangkat mikrokontroler Arduino dan NodeMCU, yang berperan sebagai otak dari sistem.

3.4 Skenario Pengujian

3.4.1 Pengujian Fungsionalitas Sistem

1. **Skenario 1** : Sistem mendeteksi keberadaan mobil si setiap slot parkir
2. **Skenario 2** : Sistem dapat menampilkan status setiap slot parkir pada LCD
3. **Skenario 3** : Deteksi mobil dan pembukaan palang pintu masuk
4. **Skenario 4** : Deteksi mobil dan pengendalian palang keluar
5. **Skenario 5** : Mengirimkan data slot ke server

3.4.2 Pengumpulan Data

3.4.2.1 Pengujian Akurasi

Tahap ini dilakukan dengan cara mengukur jarak terhadap sensor ultrasonik, jika mobil berjarak di atas 10 cm dari sensor maka sensor tidak akan mendeteksi mobil tersebut. Pengujian ini dilakukan pada 8 sensor ultrasonik dan masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 8 kali percobaan yaitu pada jarak 2 centimeter, 4 centimeter, 6 centimeter, 8 centimeter, 10 centimeter, 12 centimeter, 14 centimeter dan 16 centimeter.

3.4.2.2 Pengujian Delay

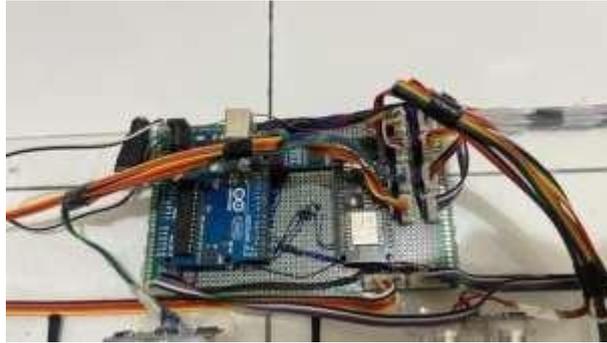
Pengumpulan data *delay* ini dilakukan dengan cara pengujian pada mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan agar penulis dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk menampilkan sinyal yang dikirimkan oleh mikrokontroler dari *server* ke *website*. Pengujian ini dilakukan pada 8 slot parkir dengan 2 kondisi yaitu perubahan status dari tidak ada isi ke isi dan dari isi ke tidak ada isi. Pengukuran *delay* dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Pengujian menggunakan jaringan provider dari *smartphone* pengguna. Pengukuran *delay* dari kosong ke isi dilakukan saat mobil masuk pada slot parkir hingga tampil di *website user* sedangkan pengukuran *delay* dari isi ke kosong dilakukan saat mobil keluar dari slot parkir hingga tampil di *website user*.

4. Hasil Pengujian dan Analisis

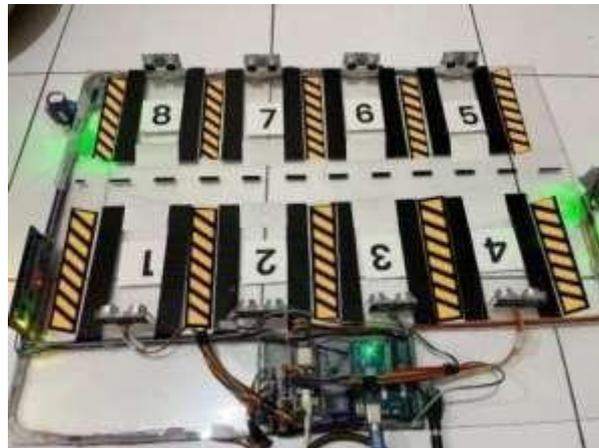
4.1 Hasil Implementasi

4.1.1 Hasil Implementasi Miniatur Sistem Parkir

Berikut di bawah ini merupakan hasil implementasi miniatur sistem parkir



Gambar 4.1 Hasil Implementasi miniatur sistem

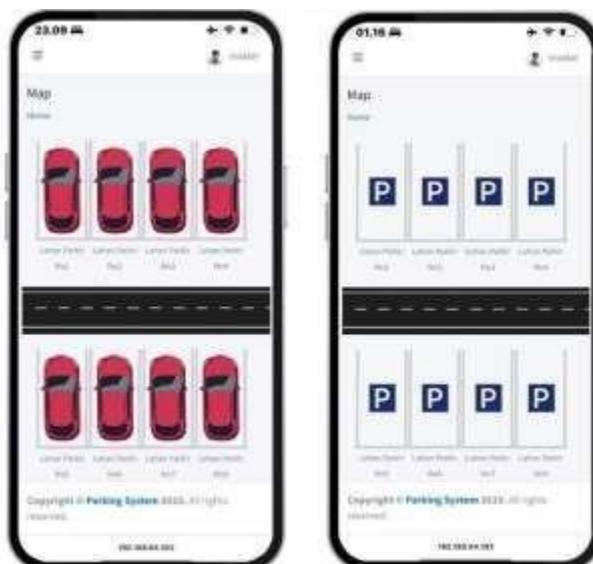


Gambar 4.2 Hasil Implementasi miniatur lahan parkir kosong



Gambar 4.3 Hasil Implementasi miniatur lahan parkir terisi

4.1.2 Hasil Implementasi Mockup Website



Gambar 4.4 Kondisi Map pada saat slot penuh dan kosong

Pada gambar 4.4 memperlihatkan map yang mencerminkan situasi pada smartphone pengguna dimana sebagian slot parkir telah terisi penuh dengan mobil. Pada slot yang sudah terisi, visualisasi tersebut mencakup representasi mobil pada setiap slot yang menandakan keberadaan mobil di tempat parkir tersebut. Sebaliknya, untuk slot yang masih kosong, simbol "P" ditampilkan sebagai indikator yang memberitahu pengguna bahwa slot tersebut masih tersedia untuk digunakan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Utama

No.	Fungsi/Uji	Hasil	Keterangan
1.	Sistem dapat mendeteksi keberadaan mobil di setiap slot parkir	Berhasil	Seluruh 8 slot parkir berhasil mendeteksi keberadaan mobil dengan akurat dengan bantuan sensor ultrasonik
2.	Sistem dapat menampilkan status setiap slot parkir pada LCD	Berhasil	Sensor inframerah masuk mendeteksi mobil dan sistem servo berhasil terbuka, kemudian servo akan menutup kembali saat sensor inframerah sudah tidak mendeteksi mobil
3.	Sistem dapat membuat palang pintu masuk terbuka dan tertutup	Berhasil	Sensor inframerah masuk mendeteksi mobil dan sistem servo berhasil terbuka, kemudian servo akan menutup kembali saat sensor inframerah sudah tidak mendeteksi mobil
4.	Sistem dapat membuat palang pintu keluar terbuka dan tertutup	Berhasil	Sensor inframerah keluar mendeteksi mobil dan sistem servo berhasil terbuka, kemudian servo akan menutup kembali saat sensor inframerah sudah tidak mendeteksi mobil
5.	Sistem dapat mengirimkan data slot parkir yang masih kosong ke server	Berhasil	Sistem dapat mengirimkan data keberadaan mobil pada slot 1 sampai dengan 8 dengan tampilan "P" saat tidak ada mobil dan "Gambar Mobil" saat mobil terdeteksi oleh sistem monitoring

4.2 Hasil Pengujian Akurasi dan Delay

4.2.1 Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Berikut adalah hasil untuk pengujian akurasi sensor ultrasonik:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Jarak	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8
2cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12cm	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
14cm	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
16cm	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Keterangan:

✓ = terdeteksi

✗ = tidak terdeteksi

Dari 8 sensor ultrasonic yang diuji, masing- masing dilakukan pengujian sebanyak 8 kali percobaan yaitu pada jarak 2 centimeter, 4 centimeter,6 centimeter, 8 centimeter, 10 centimeter, 12 centimeter, 14 centimeter dan 16 centimeter, terdapat hasil akurasi sebesar 100% dimana jika mobil berjarak di atas 10 centimeter dari sensor maka sensor tidak akan mendeteksi mobil tersebut.

4.2.2 Hasil Pengujian Delay

Pengumpulan data delay ini dilakukan dengan cara pengujian pada mikrokontroler sehingga kebutuhan waktu sistem untuk menampilkan sinyal yang dikirimkan oleh mikrokontroler dari server ke website dapat diketahui. Pengujian dengan stopwatch dari smartphone, dilakukan pada saat mobil memasuki area slot parkir. Pengujian menggunakan jaringan provider dari smartphone pengguna untuk memastikan ketepatan waktu respons sistem.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian delay

Case	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Rata - rata
Isi -> Kosong	1,56s	1,46s	1,66s	1,55s	1,54s	1,63s	1,45s	1,65s	1,48s
Kosong -> Isi	2,44s	2,52s	2,57s	2,65s	2,58s	2,45s	2,41s	2,3s	2,51s

Keterangan:
s = second

Dari hasil pengujian di atas, terdapat hasil rata-rata delay pada kondisi isi ke kosong 1,48s dan kondisi dari kosong ke isi terdapat nilai hasil rata-rata 2,51s. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu respon relatif konsisten dalam menanggapi perubahan kondisi parkir, baik dari terisi menjadi kosong maupun sebaliknya. Dari data di atas dapat dilihat bahwa delay dari kondisi kosong ke isi lebih lama dari kondisi isi ke kosong. Perbedaan rata-rata delay antara kondisi isi ke kosong dan kosong ke isi ini diduga disebabkan oleh provider. Kualitas sinyal provider juga sangat berperan penting menentukan kecepatan transmisi data. Jika sinyal lemah atau terganggu, maka akan menyebabkan delay dalam mentransmisikan informasi ketersediaan slot parkir pada website pengguna.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian di atas yaitu pada penelitian ini telah berhasil dibuat miniatur sistem alokasi tempat parkir mobil menggunakan sensor ultrasonik dan inframerah dan dapat berfungsi dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh pendeteksian keberadaan mobil sebesar 100%. Delay rata-rata sejak mobil masuk slot parkir hingga tampil di website user sebesar 2,51 dan delay rata-rata sejak mobil keluar slot parkir hingga tampil di website user sebesar 1,48.

Daftar Pustaka

- [1] W. A. C. I Nyoman Widiada Saputra, Angga Rusdinar, “Perancangan Sistem Mekanik Dan Navigasi Automated Guided Vehicle (AGV) Berbasis RFID Tag Untuk Parkir Mobil Otomatis,” *eProceedings ...*, vol. 7, no. 2, pp. 2973–2979, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13028%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/13028/13397>.
- [2] S. Nayak, R. Renganathan, A. Nair, L. R. Saritha, and L. Ladge, “Smart Car Parking System using Wireless Sensor Networks,” *Proc. 4th Int. Conf. Inven. Syst. Control. ICISC 2020*, no. Icisc, pp. 220–224, 2020, doi: 10.1109/ICISC47916.2020.9171154.
- [3] A. Wihandanto, A. J. Taufiq, and W. Dwiono, “Rancang Bangun Prototipe Sistem Smart Parking Berbasis Iot Menggunakan Node Mcu Esp8266,” *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 8, no. 1, pp. 18–22, 2021, doi: 10.21107/triac.v8i1.10413.
- [4] Y. J. Putro and T. Wellem, “Implementasi Sistem untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Bermotor menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik,” *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 3, p. 459, 2023, doi: 10.30865/json.v4i3.5853.
- [5] N. Jindaprakai and S. Nuchitprasitchai, “Intelligent parking system using multiple sensor detection,” *RI2C 2019 - 2019 Res. Invent. Innov. Congr.*, 2019, doi: 10.1109/RI2C48728.2019.8999966.
- [6] S. Parashar and G. Kumar, “Smart parking system using genetic optimization a review,” *Proc. Int. Conf. Intell. Sustain. Syst. ICISS 2019*, no. Iciss, pp. 599–603, 2019, doi: 10.1109/ISS1.2019.8908120.
- [7] F. B. A. Putra and L. Hayat, “Rancang Bangun Miniatur Sistem Parkir Cerdas Bertingkat Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32,” *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.30595/jrre.v3i1.9643.
- [8] H. T. Laksono, Z. Budiarmo, P. Studi, T. Informatika, U. S. Semarang, and K. Semarang, “Rancang bangun sistem smart parkir berbasis arduino,” vol. 7, no. 3, 2023.