

RESEARCH ARTICLE

Sistem Smart Parking Berbasis Mikrokontroler dengan Website Informasi Lahan Parkir

Brilian Sulthoni, Endro Ariyanto* and Setyorini

Fakultas Komunikasi dan Bisnis, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: endoariyanto@telkomuniversity.ac.id

Received on 04 November 2024; accepted on 02 December 2024

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.

Key words: Sistem Smart Parking, Internet of Things (IoT), mikrokontroler, website

Pendahuluan

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 memberikan 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. Pengguna yang mengakses sistem melalui website akan menerima informasi lokasi parkir yang tersedia. Pengguna diharuskan login terlebih dahulu agar dapat melihat 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.

Tinjauan Pustaka

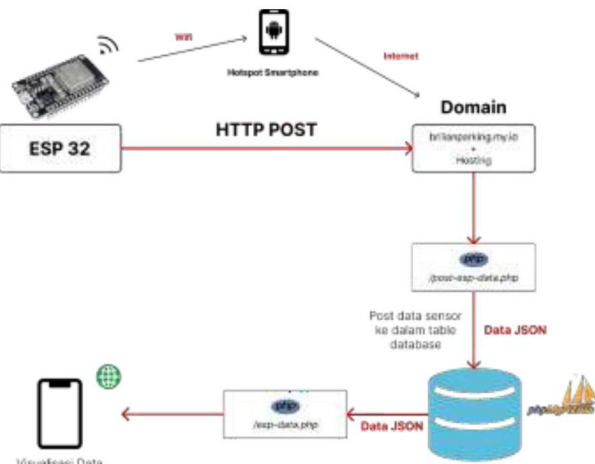
STUDI TERKAIT

A. IoT pada Sistem Parkir

Dalam penelitian yang dilakukan oleh [3], 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.

B. 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

Gambar 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, di antaranya kode 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).

C. 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, dan LCD sebagai perangkat keras dengan tambahan modul

PCF8574 yang umumnya digunakan untuk memperluas input/output pada mikrokontroler [4].

Berikut adalah penelitian tentang sistem parkir pintar yang dipublikasikan sejak tahun 2018 sampai sekarang.

Metodologi Penelitian

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, di mana 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 [5].

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 terbuka hanya 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*.

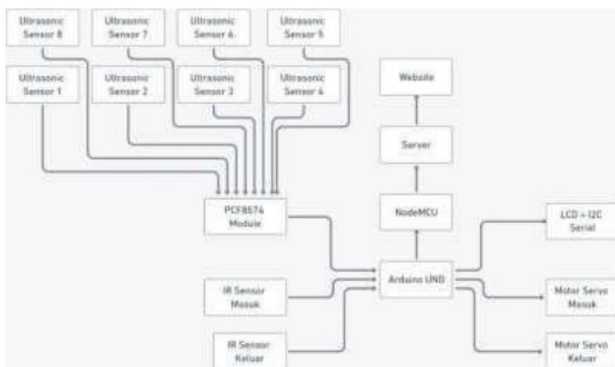
Table 1. Penelitian Terkait

Sumber	Penulis	Masalah	Tujuan	Kelebihan dan Kekurangan
	Sara Nayak, 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.	Menggambarkan dan menerapkan sistem parkir mobil pintar.	Kekurangan: Kurangnya fitur pada aplikasi <i>bylink</i> . Kelebihan: Sensor LED tidak memerlukan perawatan yang rumit.
	Narongchai Jindaprakai, Siranee Nuchitprasitchai	Pertumbuhan eksponensial jumlah mobil yang menyebabkan kemacetan lalu lintas.	Mencari solusi penggunaan sensor agar lebih efisien.	Kekurangan: Pemasangan sensor ultrasonik berada pada penahan roda karet. Kelebihan: Sensor ultrasonik memungkinkan mobil untuk diparkir lebih cepat dan lebih efisien.
	Saparya Parashar, Gaurav Kumar	Kemacetan lalu lintas dapat disebabkan oleh bertambahnya jumlah mobil yang melintas.	Menggunakan tag RFID.	Kekurangan: Sistem RFID memerlukan teknologi yang handal. Kelebihan: RFID dapat mempercepat proses parkir.
	Fakhri Brilians Arpa Putra, Latiful Hayat	Akomodasi lahan parkir di tempat umum.	Mengimplementasikan IoT dalam sistem parkir cerdas.	Kekurangan: Sistem parkir booking terbilang lebih sederhana. Kelebihan: Memanfaatkan sensor infrared untuk mendeteksi penggunaan ruang parkir.

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 2.



Gambar 2. 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 di pintu masuk, palang pintu masuk akan terbuka, selanjutnya data slot akan dikirimkan ke server setiap ada mobil parkir atau keluar.

3.3.3 Denah Miniatur Tempat Parkir

Berdasarkan Gambar 4, denah miniatur tempat parkir berukuran 60 x 45 cm di mana terdapat beberapa komponen motor servo (palang pintu), sensor IR untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada pintu masuk, dan LCD untuk menampilkan informasi slot parkir yang kosong

dan sudah terisi. Untuk mendeteksi adanya mobil pada slot parkir, penulis menggunakan sensor ultrasonik 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 di 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 pengguna, sedangkan pengukuran delay dari isi ke kosong dilakukan saat mobil keluar dari slot parkir hingga tampil di website pengguna.



Gambar 3. Flowchart Diagram

Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Implementasi

4.1.1 Hasil Implementasi Miniatur Sistem Parkir

Berikut di bawah ini merupakan hasil implementasi miniatur sistem parkir:

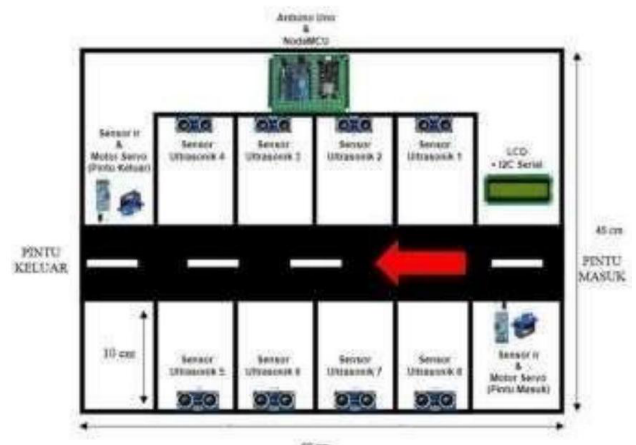
4.1.2 Hasil Implementasi Mockup Website

Pada Gambar 8, memperlihatkan map yang mencerminkan situasi pada smartphone pengguna, di mana 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.

4.2 Hasil Pengujian Akurasi dan Delay

4.2.1 Hasil Pengujian Akurasi Sensor

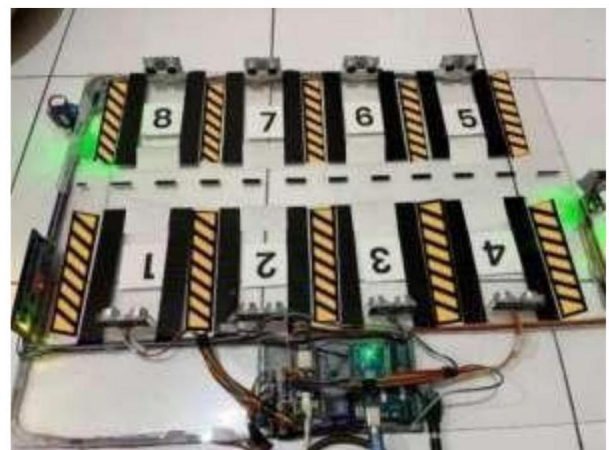
Berikut adalah hasil untuk pengujian akurasi sensor ultrasonik:



Gambar 4. Denah Miniatur Tempat Parkir



Gambar 5. Hasil Implementasi Miniatur Sistem



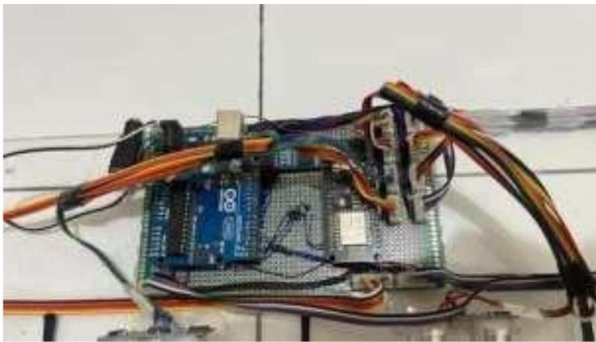
Gambar 6. Hasil Implementasi Miniatur Lahan Parkir Kosong

Keterangan: *checkmark* = terdeteksi, x = tidak terdeteksi

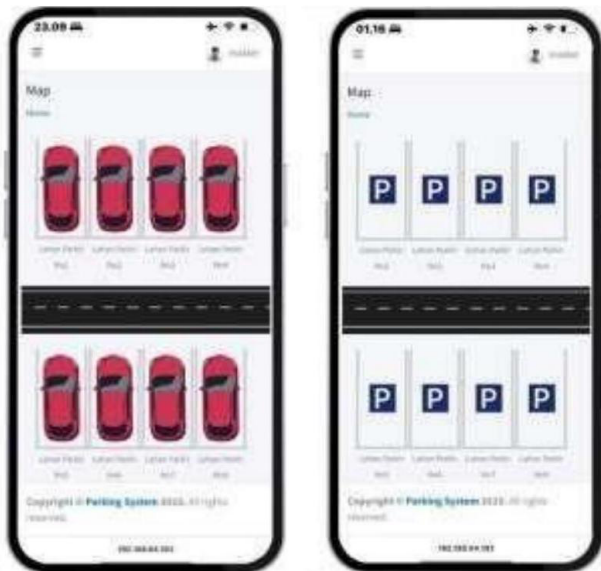
Dari 8 sensor ultrasonik yang diuji, masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 8 kali percobaan yaitu pada jarak 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 14 cm, dan 16 cm. Terdapat hasil akurasi sebesar

Table 2. Hasil Pengujian Akurasi Sensor

Jarak (cm)	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8
2	V	V	V	V	V	V	V	V
4	V	V	V	V	V	V	V	V
6	V	V	V	V	V	V	V	V
8	V	V	V	V	V	V	V	V
10	V	V	V	V	V	V	V	V
12	x	x	x	x	x	x	x	x
14	x	x	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x	x	x



Gambar 4.1 Hasil Implementasi miniatur sistem

Gambar 7. Hasil Implementasi Miniatur Lahan Parkir Terisi**Gambar 8.** Kondisi Map pada Saat Slot Penuh dan Kosong

100% di jarak yang tidak terdeteksi, di mana jika mobil berjarak di atas 10 cm 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.

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 respons 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 dibandingkan 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.

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian di atas adalah bahwa pada penelitian ini telah berhasil dibuat miniatur sistem alokasi tempat parkir mobil menggunakan sensor ultrasonik dan inframerah, dan sistem tersebut 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 pengguna sebesar 2.51 detik, dan delay rata-rata sejak mobil keluar slot parkir hingga tampil di website pengguna sebesar 1.48 detik.

Daftar Pustaka

1. Saputra WACINW, Rusdinar A. Perancangan Sistem Mekanik Dan Navigasi Automated Guided Vehicle (AGV) Berbasis RFID Tag Untuk Parkir Mobil Otomatis. eProceedings of Engineering. 2020;7(2):2973-9. Available from: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13028>.
2. Nayak S, Renganathan R, Nair A, Sariha LR, Ladge L. Smart Car Parking System using Wireless Sensor Networks. In: Proc. 4th International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC); 2020. p. 220-4.
3. Wihandanto A, Taufiq AJ, Dwiono W. Rancang Bangun Prototipe Sistem Smart Parking Berbasis IoT Menggunakan Node MCU ESP8266. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC. 2021;8(1):18-22.
4. Putro YJ, Wellem T. Implementasi Sistem untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Bermotor menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik. Jurnal Sistem Komputer dan Informasi. 2023;4(3):459.

Table 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	2.30s	2.51s

5. Laksono HT, Budiarmo Z, Studi P, Informatika T, Semarang US, Semarang K. Rancang bangun sistem smart parkir berbasis arduino.

Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi. 2023;7(3).