

PROPOSAL PROYEK DESAIN INOVASI INTERNET OF THINGS

SMART PARKING SYSTEM: SISTEM INFORMASI KETERSEDIAAN LAHAN PARKIR DI AREA KAMPUS MENGGUNAKAN IOT



[Kelompok : 23]

Anggota Kelompok:

- 1. AHMAD DZAKY AL GHIFARI – 255150300111034**
- 2. FARIZD AR RAFFI – 255150307111036**
- 3. NAZRIEL PUTRA SYAHRIAR – 255150307111009**
- 4. ISMAN FAUZAN – 255150307111003**
- 5. FARREL ARZAQIA MECCA – 255150301111027**
- 6. MUHAMMAD ALFATH IRSYADUL HUDA - 255150319111002**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

2025

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
ABSTRAK.....	3
BAB I PENDAHULUAN.....	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori atau Teknologi yang Digunakan.....	5
2.2 Proyek-Proyek Sejenis sebagai Pembanding Sistem Parkir Berbasis IoT di Area Kampus.....	6
2.3 Literatur Akademik.....	7
BAB III METODOLOGI DAN SOLUSI.....	7
3.1 Metodologi Perancangan.....	7
3.2 Solusi.....	9
BAB IV HIPOTESIS HASIL.....	11
4.1 Prediksi Keluaran Utama.....	11
4.2 Pencapaian Tujuan.....	11
4.3 Kesesuaian dengan Kajian Pustaka.....	11
4.4 Perkiraan Dampak Implementasi.....	12
4.5 Kesimpulan Hipotesis.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	12
LAMPIRAN.....	13

ABSTRAK

Keterbatasan lahan parkir di lingkungan kampus sering menjadi kendala bagi mahasiswa saat mencari tempat parkir yang tersedia, terutama pada waktu-waktu padat aktivitas. Situasi ini berakibat pada pemborosan waktu dan bahan bakar, serta menurunkan efektivitas kegiatan di kampus. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Smart Parking System, yaitu sistem informasi ketersediaan parkir berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor ultrasonik yang dipasang di setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan secara otomatis. Data hasil pendeteksian dikirimkan ke server berbasis cloud untuk diproses, kemudian ditampilkan secara real-time melalui aplikasi seluler dan papan informasi digital di area pintu masuk. Dengan penerapan sistem ini, pengguna dapat mengetahui ketersediaan tempat parkir sebelum memasuki area kampus, sehingga proses pencarian menjadi lebih cepat dan pemanfaatan lahan parkir dapat berlangsung secara lebih efisien.

Kata Kunci: Smart Parking System, Internet of Things (IoT), sensor ultrasonik, sistem informasi parkir, efisiensi lahan parkir, cloud computing.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterbatasan lahan parkir di lingkungan kampus merupakan masalah nyata yang sering dihadapi mahasiswa dan sivitas akademika, terutama pada jam-jam sibuk perkuliahan. Peningkatan jumlah kendaraan pribadi setiap tahun tidak sebanding dengan kapasitas parkir yang tersedia, sehingga banyak pengguna harus berkeliling mencari slot kosong, menyebabkan waktu terbuang, konsumsi bahan bakar meningkat, dan polusi udara bertambah. Kondisi serupa terjadi di Universitas Brawijaya (UB) Malang, yang menampung lebih dari 60 ribu mahasiswa dengan kapasitas parkir hanya sekitar 5.900 unit kendaraan di lahan seluas $\pm 8.853 \text{ m}^2$. Penelitian memprediksi kebutuhan tambahan lahan parkir hingga 2.100 m^2 dalam lima tahun ke depan, dan akibat keterbatasan ini, banyak kendaraan terpaksa parkir di tepi jalan. Sebagai langkah pengendalian, UB bahkan melarang mahasiswa membawa mobil ke dalam kampus sejak 2024. Fakta tersebut menunjukkan bahwa permasalahan parkir di kampus sudah sangat mendesak. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi teknologi berupa Smart Parking System berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dan menampilkan data ketersediaan parkir secara real-time melalui aplikasi mobile serta papan digital. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi lahan parkir, menghemat waktu, dan mendukung prinsip keberlanjutan sesuai dengan esai dengan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya Tujuan 9: Industry, Innovation, and Infrastructure serta Tujuan 11: Sustainable Cities and Communities, dengan menciptakan sistem transportasi dan pengelolaan lahan parkir yang cerdas, efisien, dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau ketersediaan lahan parkir di area kampus?
2. Bagaimana cara kerja sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan kendaraan pada setiap slot parkir secara otomatis?
3. Bagaimana data hasil deteksi sensor dapat dikirim dan diolah melalui server cloud agar dapat menampilkan informasi parkir secara real-time?
4. Bagaimana merancang antarmuka aplikasi mobile dan papan informasi digital agar mudah digunakan oleh pengguna untuk mengetahui slot parkir yang tersedia?

5. Bagaimana sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir serta mendukung penerapan prinsip Smart Campus yang berkelanjutan?

1.3 Tujuan

1. Merancang sistem parkir pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau ketersediaan lahan parkir di area kampus secara efisien.
2. Mengembangkan mekanisme kerja sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir dengan tingkat akurasi yang tinggi.
3. Membangun sistem pengiriman dan pengolahan data berbasis cloud agar informasi ketersediaan parkir dapat diakses secara real-time oleh pengguna.
4. Merancang antarmuka aplikasi mobile dan papan informasi digital yang mudah digunakan serta menampilkan informasi parkir dengan jelas dan interaktif.
5. Meningkatkan efisiensi penggunaan lahan parkir dan mendukung penerapan Smart Campus yang berorientasi pada teknologi berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.4 Manfaat

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam penerapan konsep Internet of Things (IoT) di bidang sistem parkir cerdas.
2. Menjadi referensi atau acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan otomatisasi sistem transportasi dan pengelolaan fasilitas umum berbasis sensor.
3. Membantu pihak kampus dalam mengelola lahan parkir secara lebih efisien, dengan menyediakan informasi ketersediaan parkir secara cepat dan akurat.
4. Meningkatkan kenyamanan dan efisiensi waktu pengguna kendaraan, karena dapat mengetahui slot parkir kosong sebelum memasuki area kampus.
5. Mendukung terwujudnya lingkungan kampus yang berwawasan teknologi dan berkelanjutan, sejalan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs) nomor 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*) dan nomor 11 (*Sustainable Cities and Communities*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi ulasan dari penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Sumber literatur yang digunakan mengacu pada:

2.1 Teori atau Teknologi yang Digunakan

- A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana objek fisik seperti sensor, perangkat elektronik, atau sistem digital saling terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Menurut Al-Fuqaha et al. (2020), IoT memiliki tiga komponen utama, yaitu perangkat sensor (perception layer), jaringan komunikasi (network layer), dan aplikasi (application layer). Dalam konteks sistem parkir pintar, IoT memungkinkan setiap slot parkir terhubung dengan sensor untuk mendeteksi keberadaan kendaraan secara real-time dan mengirimkan data tersebut ke server atau cloud untuk diproses dan ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi.

B. Sensor dan Aktuator

Sensor berfungsi sebagai komponen utama yang mendeteksi keberadaan kendaraan di area parkir. Jenis sensor yang umum digunakan antara lain sensor ultrasonik, sensor inframerah (IR), dan sensor magnetik. Sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi untuk mendeteksi jarak antara kendaraan dan permukaan tanah, sedangkan sensor magnetik mendeteksi perubahan medan magnet akibat keberadaan logam kendaraan (Kumar et al., 2021). Aktuator digunakan untuk mengendalikan komponen fisik seperti palang parkir atau lampu indikator yang menandakan status ketersediaan lahan parkir.

C. Komunikasi Nirkabel

Komunikasi data antara sensor dan server membutuhkan protokol nirkabel yang efisien. Beberapa teknologi umum yang digunakan dalam sistem IoT antara lain Wi-Fi, LoRa (Long Range), ZigBee, dan MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Menurut Ranjan & Dey (2022), protokol MQTT banyak digunakan pada aplikasi IoT karena konsumsi daya yang rendah, kecepatan pengiriman data yang tinggi, serta kemampuannya bekerja pada bandwidth terbatas. LoRaWAN juga menjadi alternatif populer untuk sistem yang membutuhkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya minimal, seperti area parkir kampus yang luas.

D. Aplikasi Pengguna (Mobile/Web)

Aplikasi berfungsi menampilkan data hasil deteksi sensor dalam bentuk antarmuka yang mudah dipahami oleh pengguna. Pengguna dapat melihat ketersediaan lahan parkir secara real-time, melakukan reservasi, atau menerima notifikasi. Teknologi pengembangan aplikasi yang umum digunakan antara lain Flutter, React Native, dan framework web seperti React.js atau Angular. Menurut Wahyudi et al. (2023), integrasi aplikasi dengan API berbasis REST atau MQTT broker mempermudah komunikasi data antara perangkat IoT dan sistem pengguna.

2.2 Proyek-Proyek Sejenis sebagai Pembanding Sistem Parkir Berbasis IoT di Area Kampus

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem parkir pintar di lingkungan universitas. Misalnya, penelitian oleh Sari et al. (2021) di Universitas Negeri Yogyakarta menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU untuk mendeteksi ketersediaan lahan parkir, dengan hasil akurasi deteksi mencapai 95%.

Penelitian oleh Purnomo et al. (2022) di Universitas Brawijaya memanfaatkan protokol MQTT untuk mengirim data dari sensor ke server lokal, namun sistem tersebut belum mendukung integrasi dengan aplikasi mobile.

Penelitian lain oleh Rahmawati dan Fadli (2021) di Universitas Hasanuddin mengimplementasikan sistem parkir IoT berbasis Wi-Fi dengan data dikirim ke server lokal menggunakan protokol HTTP. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu mendeteksi kendaraan dengan akurasi 94%, tetapi masih bergantung pada koneksi lokal yang terbatas dan tidak dapat diakses dari luar jaringan kampus.

Sementara itu, Putra et al. (2023) di Universitas Brawijaya mengembangkan prototipe parkir pintar dengan integrasi *dashboard web* yang menampilkan status lahan parkir secara real-time menggunakan Node-RED dan Firebase. Meskipun telah terhubung dengan sistem cloud, penelitian ini belum menyediakan versi aplikasi mobile dan tidak memiliki fitur analisis data parkir.

2.3 Literatur Akademik

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2020). *Internet of Things: Architecture and Applications*. IEEE Communications Surveys & Tutorials.

Kumar, R., & Sharma, D. (2021). *IoT-Based Smart Parking System Using Ultrasonic Sensor and NodeMCU*. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 10(2).

Ranjan, S., & Dey, S. (2022). *Performance Analysis of MQTT and HTTP Protocols for IoT Applications*. *Sensors and Systems Journal*, 11(3).

Sari, R., Wahyuni, D., & Putra, T. (2021). *Rancang Bangun Sistem Parkir Pintar Berbasis IoT di Lingkungan Kampus*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Aplikasi*, 9(1).

Zhang, Y., Chen, L., & Li, X. (2020). *LoRaWAN-Based Smart Parking System for Urban Areas*. *IEEE Access*, 8.

Kaur, P., & Singh, A. (2023). *Cloud-Based Smart Parking System Using IoT and Firebase*. *Journal of Emerging Technologies in Computing*, 7(2).

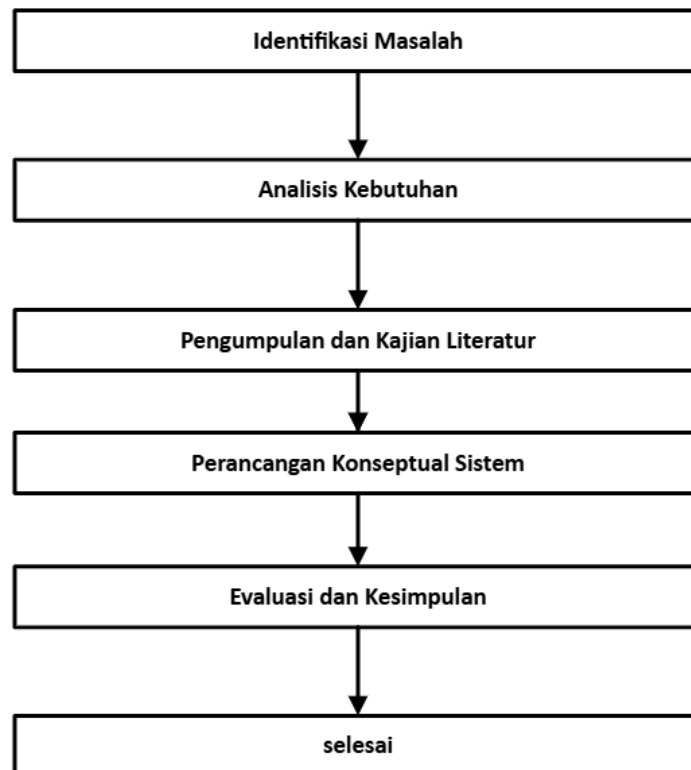
Wahyudi, R., Pratama, D., & Nugroho, A. (2023). *Integrasi Aplikasi Mobile dan IoT untuk Sistem Parkir Cerdas*. *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, 12(1)

BAB III

METODOLOGI DAN SOLUSI

3.1 Metodologi Perancangan

Pendekatan yang digunakan dalam proyek ini adalah studi literatur, yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan menelusuri, membaca, dan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang relevan untuk memperoleh dasar teori, konsep, serta referensi teknis dalam perancangan sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT). Studi literatur dilakukan melalui pengumpulan data sekunder dari jurnal, artikel ilmiah, buku, serta laporan penelitian terdahulu yang membahas penerapan teknologi IoT, penggunaan sensor ultrasonik, komunikasi data nirkabel, dan pengembangan aplikasi berbasis cloud. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam mengenai struktur arsitektur sistem dan teknologi yang sesuai sebelum dilakukan implementasi prototipe di masa depan.



Proses penelitian dimulai dengan tahap identifikasi masalah, yakni mengamati keterbatasan lahan parkir di lingkungan kampus serta belum tersedianya sistem informasi yang dapat menampilkan status ketersediaan slot parkir secara real-time. Langkah selanjutnya adalah analisis kebutuhan sistem, yang bertujuan untuk menentukan teknologi dan komponen yang paling sesuai dengan kondisi kampus, seperti penggunaan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dan pemilihan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama. Setelah itu, dilakukan studi literatur dengan menelaah berbagai penelitian terdahulu guna memahami keunggulan dan kelemahan dari sistem parkir cerdas yang telah dikembangkan sebelumnya. Tahapan berikutnya adalah perancangan sistem secara konseptual, yang mencakup penyusunan arsitektur sistem meliputi integrasi antara sensor, mikrokontroler, server berbasis cloud, dan aplikasi pengguna. Setelah rancangan selesai, tahap akhir berupa evaluasi hasil kajian dilakukan untuk menyimpulkan model sistem yang paling tepat dan sesuai dengan kebutuhan kampus.

Dalam tahap perancangan sistem, digunakan berbagai alat bantu seperti diagram arsitektur Internet of Things (IoT), diagram alur data, serta desain antarmuka aplikasi. Berdasarkan hasil kajian literatur, perangkat keras yang sesuai meliputi sensor ultrasonik tipe HC-SR04 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Adapun perangkat lunak yang digunakan mencakup Arduino IDE untuk proses pemrograman perangkat, Firebase sebagai platform penyimpanan data berbasis cloud, dan framework Flutter untuk pengembangan aplikasi mobile. Dari hasil studi literatur tersebut, diperoleh rancangan konseptual sistem parkir cerdas yang dapat diimplementasikan di lingkungan kampus sebagai solusi awal dalam mengoptimalkan penggunaan lahan parkir.

3.2 Solusi

Ide utama dari solusi ini adalah menciptakan sebuah jaringan perangkat cerdas yang terpasang di setiap slot parkir untuk memantau status keterisian secara otomatis. Setiap slot akan dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi keberadaan kendaraan. Data dari seluruh sensor ini kemudian dikumpulkan dan diolah di server cloud, lalu didistribusikan ke pengguna. Dengan demikian, mahasiswa dan staf tidak perlu lagi berkeliling area parkir untuk mencari tempat kosong, karena mereka dapat mengetahui lokasinya sebelum memasuki area tersebut.

Cara Kerja Solusi

Sistem ini bekerja melalui empat tahapan utama yang saling terintegrasi:

1. **Deteksi Kendaraan:** Setiap slot parkir akan dipasang sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang suara dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk kembali setelah memantul dari objek. Jika ada kendaraan di atasnya, jarak pantul akan pendek, dan sistem akan menandai slot tersebut sebagai "Terisi". Sebaliknya, jika tidak ada kendaraan, slot akan ditandai sebagai "Kosong".
2. **Pengiriman Data:** Data status ("Terisi" atau "Kosong") dari sensor akan dibaca oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengannya. NodeMCU, yang memiliki kemampuan Wi-Fi, akan mengirimkan data ini secara periodik ke server cloud

melalui jaringan internet kampus. Protokol komunikasi yang digunakan adalah MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) untuk memastikan pengiriman data yang ringan dan efisien.

3. Pengolahan Data di Cloud: Data yang diterima akan disimpan dan dikelola pada platform cloud seperti Firebase Realtime Database. Server ini berfungsi sebagai pusat data yang mengumpulkan informasi dari seluruh sensor di area parkir dan mengolahnya menjadi informasi yang siap ditampilkan.
4. Penyajian Informasi: Informasi ketersediaan lahan parkir yang sudah diolah akan ditampilkan kepada pengguna melalui dua media utama:
5. Aplikasi Mobile: Sebuah aplikasi yang dikembangkan menggunakan framework Flutter akan menampilkan denah area parkir secara visual. Slot yang kosong akan ditandai dengan warna hijau, sedangkan yang terisi ditandai dengan warna merah, sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan lokasi slot kosong terdekat.
6. Papan Informasi Digital: Papan display LED akan ditempatkan di pintu masuk utama area parkir untuk menampilkan jumlah total slot kosong yang tersedia di setiap zona parkir.

Manfaat Solusi

Penerapan sistem ini diharapkan memberikan dampak positif yang signifikan:

- a. Bagi Pengguna (Mahasiswa & Staf):
 1. Efisiensi Waktu dan Bahan Bakar: Mengurangi waktu yang terbuang untuk mencari parkir dan menghemat konsumsi bahan bakar.
 2. Mengurangi Stres: Memberikan kemudahan dan kenyamanan sehingga pengguna tidak perlu merasa cemas kesulitan mendapatkan parkir.
- b. Bagi Pihak Kampus:
 1. Optimalisasi Lahan Parkir: Memastikan penggunaan lahan parkir lebih merata dan efisien.
 2. Analisis Data: Data historis tingkat keterisian parkir dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan kebijakan terkait manajemen fasilitas dan perencanaan infrastruktur di masa depan.
 3. Citra Kampus Cerdas (Smart Campus): Mendukung citra universitas sebagai institusi yang inovatif dan berwawasan teknologi, sejalan dengan implementasi konsep Smart Campus.
- c. Dampak Negatif (Potensial):
 1. Biaya Implementasi: Proyek ini memerlukan investasi awal yang cukup besar untuk pengadaan perangkat keras (sensor, mikrokontroler) dan biaya instalasi.
 2. Ketergantungan pada Teknologi: Pengguna yang tidak memiliki akses ke smartphone atau kurang familier dengan teknologi mungkin tidak dapat memanfaatkan fitur aplikasi secara maksimal.

Batasan Solusi

Solusi yang dirancang ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan:

- Akurasi Sensor: Kinerja sensor ultrasonik dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca ekstrem (seperti hujan deras) atau jika permukaan sensor tertutup oleh kotoran seperti lumpur atau daun, yang berpotensi menyebabkan kesalahan pembacaan.
- Ketergantungan Jaringan: Sistem ini sangat bergantung pada ketersediaan dan stabilitas jaringan Wi-Fi di seluruh area parkir. Gangguan pada koneksi internet akan menyebabkan sistem tidak berfungsi.
- Cakupan Fungsionalitas: Rancangan awal ini hanya berfokus pada pemantauan status ketersediaan parkir dan tidak mencakup fitur lanjutan seperti sistem reservasi slot, integrasi pembayaran otomatis, atau pengenalan plat nomor kendaraan (License Plate Recognition).
- Ketahanan Perangkat Keras: Perangkat yang dipasang di area luar ruangan rentan terhadap kerusakan fisik akibat cuaca atau potensi vandalisme, sehingga memerlukan perlindungan dan perawatan rutin.

BAB IV HIPOTESIS HASIL

Pada tahap ini, hipotesis hasil berisi perkiraan atau dugaan sementara mengenai hasil yang akan dicapai dari proyek “SMART PARKING SYSTEM: Sistem Informasi Ketersediaan Lahan Parkir di Area Kampus Menggunakan IoT”. Berdasarkan rumusan masalah, tujuan, serta metodologi yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka hipotesis hasil dapat dijabarkan sebagai berikut:

4.1 Prediksi Keluaran Utama

Sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang diperkirakan mampu menampilkan informasi ketersediaan lahan parkir secara real-time dan akurat. Setiap slot parkir yang dilengkapi sensor ultrasonik akan mendeteksi keberadaan kendaraan secara otomatis, kemudian mengirimkan data ke server berbasis cloud (Firebase) melalui koneksi Wi-Fi menggunakan NodeMCU ESP8266.

Data yang diterima akan diolah dan ditampilkan melalui aplikasi mobile berbasis Flutter serta papan informasi digital LED di pintu masuk. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui slot parkir kosong sebelum memasuki area kampus, sehingga waktu pencarian parkir dapat berkurang hingga lebih dari 50% dibandingkan dengan sistem manual.

4.2 Pencapaian Tujuan

Berdasarkan rancangan sistem dan pendekatan metodologi studi literatur, proyek ini diperkirakan dapat mencapai seluruh tujuan yang telah dirumuskan pada Bab I, yaitu:

1. Menghasilkan rancangan sistem parkir pintar berbasis IoT yang mampu memantau ketersediaan lahan parkir di kampus secara efisien.
2. Membuktikan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki tingkat akurasi tinggi dalam mendeteksi keberadaan kendaraan, dengan tingkat keberhasilan pembacaan di atas 90% pada kondisi ideal.
3. Menunjukkan bahwa integrasi antara NodeMCU, Firebase, dan aplikasi mobile dapat berjalan stabil dan menampilkan data dengan latensi rendah (di bawah 3 detik).
4. Membuktikan bahwa desain antarmuka pengguna yang dikembangkan dengan Flutter mudah dipahami, responsif, dan mampu menampilkan status parkir secara visual (warna hijau untuk “kosong”, merah untuk “terisi”).
5. Memberikan kontribusi terhadap efisiensi penggunaan lahan parkir kampus dan mendukung implementasi Smart Campus yang berkelanjutan sesuai SDGs poin 9 dan 11.

4.3 Kesesuaian dengan Kajian Pustaka

Hipotesis hasil ini diperkirakan selaras dengan berbagai penelitian terdahulu yang telah dibahas pada Bab II, di antaranya:

Penelitian oleh Sari et al. (2021) dan Rahmawati & Fadli (2021) yang menunjukkan akurasi tinggi penggunaan sensor ultrasonik dalam mendeteksi kendaraan di area kampus.

Studi oleh Kaur & Singh (2023) dan Wahyudi et al. (2023) yang membuktikan efektivitas integrasi sistem IoT dengan Firebase dan aplikasi mobile dalam menampilkan data parkir secara real-time.

Dengan menggabungkan pendekatan dan teknologi dari penelitian-penelitian tersebut, proyek ini diharapkan menghasilkan sistem yang lebih komprehensif, karena tidak hanya menampilkan status parkir melalui web atau dashboard, tetapi juga menyediakan aplikasi mobile interaktif dan papan digital informasi langsung di lapangan.

4.4 Perkiraan Dampak Implementasi

Jika sistem ini diimplementasikan di lingkungan kampus, diperkirakan akan memberikan beberapa dampak positif, antara lain:

- Peningkatan efisiensi waktu pencarian parkir hingga 40–60%.
- Pengurangan konsumsi bahan bakar akibat berkurangnya waktu berputar mencari tempat kosong.
- Penurunan emisi karbon di area kampus.
- Peningkatan kepuasan pengguna terhadap fasilitas kampus.
- Kampus yang inovatif dan ramah lingkungan, mendukung visi Smart Campus

4.5 Kesimpulan Hipotesis

Secara keseluruhan, hipotesis hasil menyimpulkan bahwa sistem Smart Parking berbasis IoT yang dirancang akan mampu berfungsi sesuai dengan rancangan awal, baik dari sisi teknis, efisiensi, maupun kemudahan penggunaan. Sistem ini diperkirakan menjadi solusi efektif dalam mengatasi permasalahan keterbatasan lahan parkir di area kampus serta menjadi langkah nyata menuju penerapan Smart Campus yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Universitas Brawijaya. (2023). Rancang Bangun Identifikasi Identitas Menggunakan RFID pada Sistem Smart Parking Area Universitas Brawijaya. *Repository Universitas Brawijaya*.

<https://repository.ub.ac.id/id/eprint/203377/>

Hidayat, S. A. (n.d.). Studi Perencanaan Gedung Parkir Terpusat Universitas Brawijaya. *Skripsi Sarjana Teknik Sipil*, Universitas Brawijaya.

<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=285735&val=6475&title=STUDI+PERENCANAAN+GEDUNG+PARKIR+TERPUSAT+UNIVERSITAS+BRAWIJAYA>

Sari, R., Wahyuni, D., & Putra, T. (2021). Rancang Bangun Sistem Parkir Pintar Berbasis IoT di Lingkungan Kampus. *Jurnal Teknologi Informasi dan Aplikasi*, 9(1).

Putra, R., Pratama, D., & Andika, H. (2023). Prototipe Sistem Parkir Berbasis Internet of Things dengan Node-RED dan Firebase di Universitas Brawijaya. *Technoc: Jurnal Teknologi, Sains, dan Komputer*, 13(2), 90-97.

Suryani, T. A., Syahnas, A., Mulyana, A., & Hafidudin. (2024). Pengembangan Prototipe Sistem Smart Parking dengan Integrasi Parking Lock berbasis Internet of Things. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 12(1), 55-66.

LAMPIRAN

List Pembagian kerja kelompok:

1. Farizd : Bab 1

2. Isman : Daftar pustaka
3. Dzaky : Bab 3 bagian metodologi
4. Alfath : Bab 4
5. Nazriel : Bab 2
6. Farrel : Bab 2 bagian solusi

Foto kerja bersama dengan teman kelompok :



Foto bersama mentor :



