

PROTOTYPE SISTEM PARKIR BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32, SENSOR INFRARED, DAN FIREBASE DENGAN INTEGRASI KAMERA

Afri Yudha¹⁾, dan Theresia Febriani Jesica Puri²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada
Jl. Taman Malaka Selatan No. 1 Pondok Kelapa, Jakarta Timur, 13450, DKI Jakarta, Indonesia
e-mail: ibnugazali@gmail.com

ABSTRACT

The demand for parking spaces in shopping centers is increasing due to the growing number of visitors using private vehicles. A common problem faced by these visitors is the excessive time spent searching for an empty parking slot, often requiring them to circle the entire parking area just to find a single available space. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based parking monitoring system. The system integrates multiple devices, including an Arduino Uno, ESP32, FC-51 infrared sensors, LED indicators, an LCD screen, a camera, and a web application connected to Firebase. The development methodology follows a prototyping approach, which involves several stages: requirements gathering, rapid design, prototype construction, evaluation, and refinement. The test results demonstrate that the system functions as intended: the infrared sensors accurately detect vehicle presence, the camera captures clear images, and the web application near real-time parking slot availability in a user-accessible manner. Based on questionnaire results, a large majority of respondents (>90%) provided positive feedback, rating the system as practical and effective. Therefore, this research successfully achieves its objectives and shows strong potential for real-world implementation on a larger scale.

Keywords: Internet of Things, ESP32, Firebase, Prototype, Parking System

ABSTRAK

Kebutuhan tempat parkir di pusat perbelanjaan semakin meningkat dengan banyaknya pengunjung yang membawa kendaraan pribadi. Masalah yang sering terjadi bagi pengunjung adalah menghabiskan waktu lama dalam mencari slot parkir kosong hingga memutar seluruh parkiran untuk sekedar mendapatkan satu slot parkir. Penelitian ini bertujuan merancang sebuah sistem pemantauan parkir berbasis Internet Of Things (IoT). Sistem ini akan mengintegrasikan banyak perangkat seperti arduino uno, ESP32, sensor infrared FC-51, LED indikator, LCD, kamera dan aplikasi web yang terhubung dengan firebase. Metode pengembangan adalah prototype dengan beberapa tahapan yaitu pengumpulan kebutuhan, desain cepat, pembangunan prototype, evaluasi dan perbaikan. Hasil pengujian memberikan hasil yang sesuai dengan sensor infrared yang dapat mendeteksi kendaraan secara akurat, kamera yang dapat menangkap gambar dengan baik, dan aplikasi web yang menampilkan informasi ketersediaan slot parkir secara near real-time yang mudah diakses oleh pengguna. Berdasarkan hasil kuesioner, mayoritas responden memberikan respon positif (>90%) dengan penilaian praktis dan efektif. Dengan demikian penelitian ini berhasil memenuhi tujuannya dan mempunyai potensi untuk diimplementasikan secara nyata pada skala yang lebih besar.

Kata Kunci: Internet of Things, ESP32, Firebase, Prototype, Sistem Parkir

I. PENDAHULUAN

PESATNYA pertumbuhan di kota-kota besar seperti Depok menciptakan peningkatan kebutuhan akan fasilitas publik yang baik dan memadai, salah satunya adalah area parkir di pusat perbelanjaan. Mal ITC yang berlokasi di Depok adalah salah satu pusat perbelanjaan terbaik di Depok [1] yang selalu ramai pengunjung, baik pada hari biasa terutama di akhir pekan. Fenomena yang terjadi apabila pengunjung ramai adalah masalah pada area parkir, dimana pengunjung yang membawa kendaraan pribadi sering kali menghabiskan waktu lama untuk menemukan slot parkir yang kosong [2]. Kondisi ini menimbulkan ketidaknyamanan dan kemacetan pada area parkir sehingga bisa menimbulkan stress pada pengunjung. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang

dapat memberikan informasi ruang parkir kosong secara *near real-time* kepada pihak pengelola dan pengunjung.

Perkembangan teknologi informasi dapat menciptakan salah satu inovasi dalam manajemen parkir. Salah satu konsep yang sedang berkembang pesat dan sebagai jawaban potensial untuk mengatasi masalah ini adalah teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan banyak perangkat saling berkomunikasi secara otomatis dan berbagi data tanpa membutuhkan campur tangan manusia [3]. IoT dapat digunakan untuk melakukan pemantauan situasi terkini pada area parkir secara *near real-time*. Dengan menggunakan beberapa perangkat seperti sensor, mikrokontroler serta sistem yang dapat diakses. Dengan demikian, IoT dapat menjadi pendekatan yang

sangat potensial untuk menjawab tantangan efisiensi parkir di kawasan perkotaan.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini akan berfokus untuk merancang dan membangun *prototype* sistem monitoring ketersediaan parkir berbasis IoT terintegrasi dengan sensor infrared yang akan digunakan untuk mendeteksi kendaraan secara akurat, LED Indikator sebagai penanda fisik, LCD sebagai informasi slot parkir dan kamera yang dirancang untuk menangkap visual kendaraan untuk verifikasi. Data yang terkumpul akan dikirimkan secara *near real-time* ke firebase dan ditampilkan di aplikasi monitoring berbasis web. Melalui *prototype* ini, diharapkan dapat menunjukkan peningkatan efisiensi waktu bagi pengunjung untuk mencari parkir kosong dan bagi pengelola untuk memantau kondisi parkir sekaligus menjadi pondasi awal untuk implementasi nyata di lapangan.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Internet Of Things (IoT) dalam Sistem Parkir

Teknologi IoT telah banyak digunakan pada sistem parkir untuk meningkatkan efisiensi waktu dan kenyamanan. Waghmare dan Bhosale (2024) melakukan penelitian untuk deteksi slot parkir secara *real-time* dengan *NodeMCU ESP 8266* dimana sistem ini mampu mengurangi waktu pencarian parkir oleh pengunjung sebanyak 30% [4]. Fariz dkk menggunakan ESP32 dan sensor ultrasonik untuk melakukan pemantauan kondisi lahan parkir dari jarak jauh [5]. Nugroho dkk (2023) menggunakan *Raspberry Pi* sebagai otak sistem untuk sistem parkir yang berhasil membedakan antara kendaraan roda dua dan roda empat saat keluar masuk di parkir [6].

Dalam melakukan penelitian ini, IoT akan diimplementasikan dengan ESP32 dan *Arduino Uno* secara kombinasi, di mana arduino uno akan menjadi pengendali utama sensor dan ESP32 dimanfaatkan karena memiliki modul *WIFI* terintegrasi untuk memudahkan pengiriman data ke server atau aplikasi.

B. Sensor Infrared dan Mikrokontroler

Sensor infrared FC-51 adalah bagian penting untuk sistem parkir berbasis IoT yang akan dibuat. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dengan pantulan cahaya tanpa ada kontak fisik dengan benda yang dideteksinya [7]. Kombinasi sensor *infrared* dan mikrokontroler dapat terbukti efektif untuk melakukan deteksi keluar masuknya kendaraan dari area parkir [8].

Pada penelitian ini akan digunakan sensor *infrared* FC-51 yang akan terhubung dengan arduino sebagai pengendali dan ESP32 sebagai modul komunikasi untuk melakukan deteksi slot parkir. Penggunaan sensor ini karena harganya yang terjangkau, ketersediaan yang mudah di pasaran dan mempunyai sensitivitas yang baik untuk melakukan deteksi pada kendaraan dalam skala *prototype*.

C. Sistem Monitoring Berbasis Web

Sistem *Monitoring* berbasis *web* memberikan akses yang berguna bagi pengunjung untuk mengetahui kondisi terkini area parkir. Yudha dkk (2024) melakukan implementasi sistem parkir menggunakan ESP8266 dan sensor *infrared* yang bisa terhubung dengan aplikasi *web*, Penelitian Yudha ini berhasil memangkas waktu pencarian parkir dari rata-rata 29 detik menjadi hanya 16 detik [9]. Hal ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan IoT dengan sistem aplikasi yang dibuat dapat memudahkan bagi pengunjung untuk memperoleh informasi parkir secara cepat dan efisien [10].

Dalam penelitian ini, aplikasi monitoring yang akan dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP yang akan mengambil data dari *Firestore* sebagai basis data *real-time*. Data dari sensor yang terhubung (*Arduino/ESP32*) akan dikirimkan ke *database*, kemudian akan diakses dan diolah oleh aplikasi *web* untuk menampilkan informasi ketersediaan slot parkir kepada pengguna.

D. Integrasi Kamera dan Database

Integrasi antara perangkat kamera dengan sistem IoT yang dibuat akan dapat memperkuat akurasi monitoring sistem parkir. Ashari dkk (2022) melakukan integrasi ESP32 dengan kamera USB yang terhubung dengan *cloud* Amazon (AWS) untuk melakukan pengenalan wajah pengendara dan plat nomor kendaraan [11]. Penggunaan *database* berbasis *cloud* ini dapat memudahkan proses penyimpanan dan pengambilan data secara *real-time*, sehingga akses data dapat dilakukan dimana saja secara terpusat.

Dalam Penelitian ini, *database* yang akan digunakan adalah *Firestore* yang terintegrasi dengan kamera USB. Pemilihan *Firestore* karena kemampuannya untuk menyinkronkan data antar perangkat yang digunakan seperti ESP32 dan *web* [12]. Integrasi ini tidak hanya mendeteksi slot parkir yang kosong, tapi juga untuk melakukan verifikasi kendaraan secara visual.

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* yang disesuaikan untuk perancangan yang cepat, melakukan pengujian langsung dan perbaikan yang terus berulang dalam pengembangan sistem agar sistem yang dibuat bisa memenuhi kebutuhan pengguna dan mudah digunakan [13]. Pendekatan ini dipilih oleh penulis karena memungkinkan iterasi yang cepat antara perancangan, implementasi dan *feedback* dari pengelola maupun pengguna. Metode ini terdiri dari empat tahap utama, sebagai berikut [14].

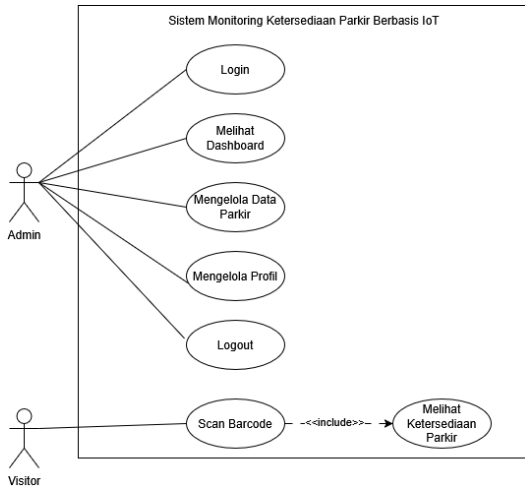
1. Pengumpulan Kebutuhan

Pada tahap ini penulis melakukan observasi langsung di Mal ITC Depok dengan melihat area

parkir lalu dilanjutkan dengan wawancara ke pengelola parkir juga pengunjung yang membawa kendaraan.

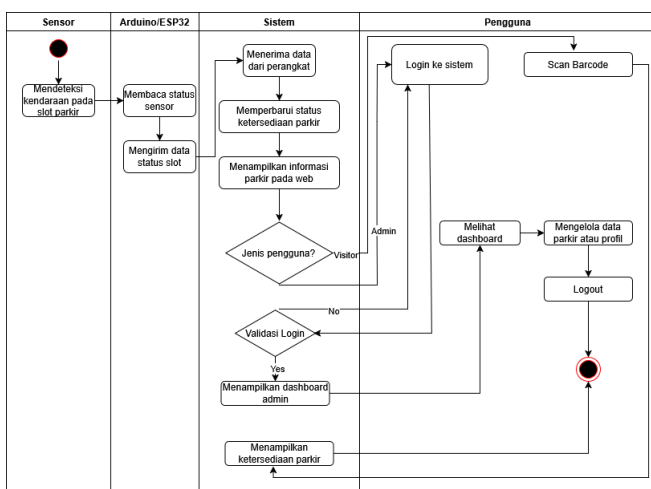
2. Desain Cepat

Pada tahap desain cepat, penelitian ini menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) untuk memodelkan kebutuhan fungsional, alur aktivitas, komunikasi antar komponen, dan struktur utama sistem. Diagram UML yang penulis gunakan meliputi use case diagram, activity diagram, sequence diagram, dan class diagram.



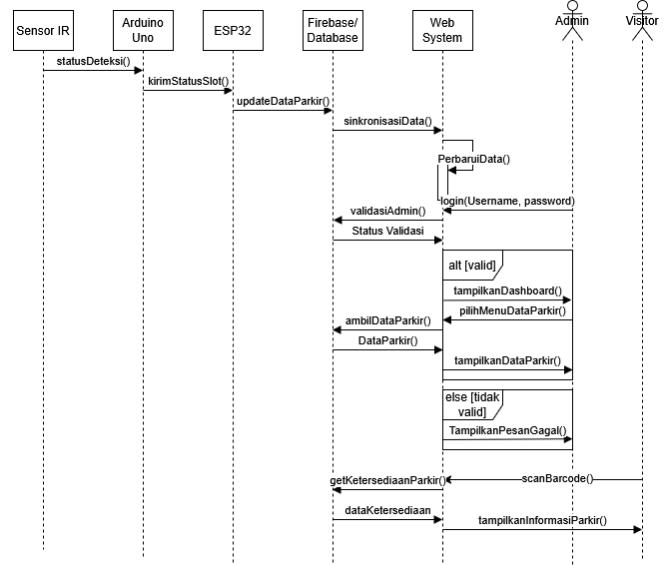
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Monitoring Ketersediaan Parkir Berbasis IoT

Use case diagram ini menggambarkan dua aktor utama, yaitu admin dan visitor. Admin memiliki peran dalam proses login, melihat dashboard, mengelola data parkir, mengatur profil, serta melakukan logout. Sementara itu, visitor berinteraksi dengan sistem melalui pemindaian barcode untuk mengetahui ketersediaan slot parkir.



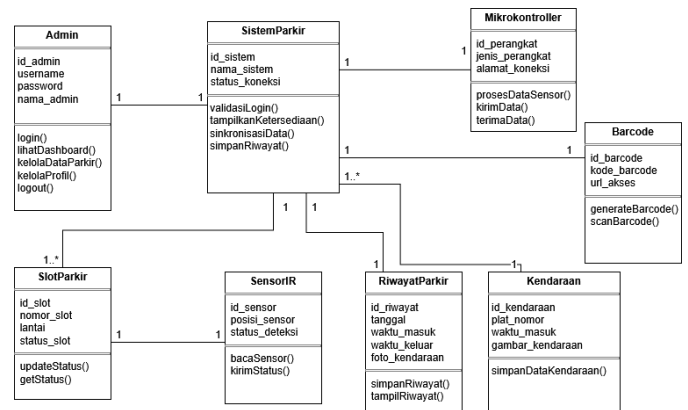
Gambar 2. Activity Diagram Utama Sistem Monitoring Parkir

Activity diagram utama memperlihatkan alur kerja sistem yang dimulai dari deteksi kendaraan oleh sensor, dilanjutkan dengan pembacaan status melalui Arduino/ESP32, kemudian pembaruan data pada sistem, hingga akhirnya informasi dapat diakses oleh admin maupun visitor.



Gambar 3. Sequence Diagram Utama Komunikasi Data Sistem

Sequence diagram menggambarkan urutan komunikasi data antara sensor IR, Arduino Uno, ESP32, Firebase/database, sistem web, dan pengguna dalam proses monitoring parkir yang berlangsung secara near real-time.



Gambar 4. Class Diagram Sederhana Sistem Monitoring Parkir

Class diagram yang dibuat menggambarkan struktur utama sistem, yang terdiri atas entitas admin, sistem parkir, slot parkir, sensor IR, mikrokontroler, riwayat parkir, kendaraan, serta barcode.

Penelitian ini dibatasi pada *prototype* sistem parkir mobil berskala kecil dengan enam slot yang terbagi ke dalam dua lantai, masing-masing lantai memiliki tiga slot. Pengujian dilakukan di lingkungan indoor dengan kondisi pencahayaan

normal. Objek yang dideteksi berupa kendaraan pada skala *prototype*, sehingga penelitian ini belum mencakup implementasi di area parkir outdoor, kondisi pencahayaan ekstrem, maupun jenis kendaraan lain di luar skenario *prototype*. Sensor inframerah FC-51 digunakan untuk mendeteksi objek pada jarak dekat, sedangkan kamera USB dimanfaatkan untuk menangkap citra kendaraan pada jarak 10–15 cm.

3. Pembangunan Prototype

Pada tahap ini penulis melakukan perakitan perangkat keras, pembuatan aplikasi berbasis web yang terintegrasi dengan *Firestore*.

Prototype yang diuji terdiri atas enam slot parkir yang terbagi ke dalam dua lantai, masing-masing lantai memiliki tiga slot. Setiap slot dilengkapi dengan sensor inframerah FC-51 untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, sedangkan informasi ketersediaan parkir ditampilkan melalui LED, LCD, dan aplikasi web.

4. Evaluasi dan Perbaikan

Pada tahap ini penulis melakukan uji coba fungsional sistem dari alat dan aplikasi yang dibuat juga meminta *usability* sederhana melalui kuisisioner pada pihak pengelola parkir.

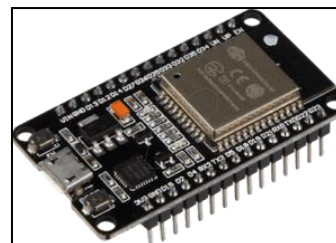
B. Perangkat Penelitian

Gambar 5 memberikan tampilan perangkat yang digunakan yaitu *Arduino Uno R3* sebagai pengendali utama pada sensor. Gambar 6 memberikan tampilan ESP 32 untuk komunikasi antara perangkat dengan database *Firestore* melalui *WiFi*. Penggunaan *Arduino Uno* dan *ESP32* secara bersamaan dipilih adalah untuk membagi fungsi perangkat secara lebih stabil pada *prototype*. *Arduino Uno* digunakan sebagai pengendali utama untuk pembacaan sensor, LED, LCD, dan push button, sedangkan *ESP32* digunakan sebagai modul komunikasi karena memiliki konektivitas *WiFi* bawaan untuk mengirimkan data ke *Firestore* dan aplikasi web. Pemisahan fungsi ini dipilih agar proses pengendalian perangkat keras dan sinkronisasi data dapat berjalan lebih terstruktur pada sistem *prototype*.

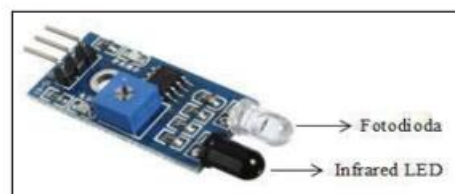
Gambar 7 memberikan tampilan sensor *infrared* FC-51. Sensor *infrared* FC-51 dipasang pada setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan objek kendaraan pada area deteksi masing-masing slot. Sensor diarahkan ke area slot parkir pada *prototype* dan dihubungkan ke *Arduino Uno* sebagai pengendali pembacaan data. Penyesuaian sensitivitas sensor dilakukan pada tahap perakitan hingga pembacaan objek dapat berlangsung stabil. Berdasarkan hasil pengujian *prototype* yang dilakukan, sensor bekerja efektif pada jarak sekitar 2 cm dalam kondisi pencahayaan indoor normal. Gambar 8 memberikan tampilan LED indikator merah dan hijau untuk mendeteksi keberadaan mobil. Gambar 9 memberikan tampilan LCD 16x2 untuk ketersediaan parkir. Gambar 10 memberikan tampilan kamera USB yang akan melakukan pengambilan foto kendaraan.



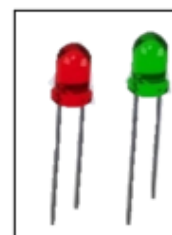
Gambar 5. Arduino Uno R3



Gambar 6. Esp 32



Gambar 7. Sensor *Infrared* Fc-51



Gambar 8. Led Indikator Merah Dan Hijau



Gambar 9. LCD



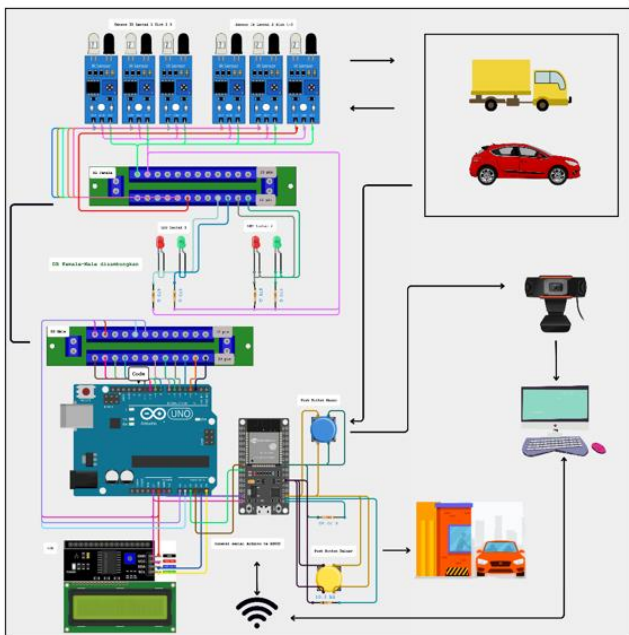
Gambar 10. Kamera USB

C. Arsitektur Sistem

Gambar 11 menampilkan hasil visual arsitektur sistem yang telah dirancang. Sistem ini bekerja melalui integrasi beberapa komponen perangkat keras dan akan ditampilkan dalam aplikasi web yang telah dibuat. Cara

kerjanya adalah sensor *infrared* FC-51 yang dipasang pada setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, hasil deteksi akan dikirimkan ke pusat pengendali utama yaitu *Arduino Uno R3* untuk perangkat input (sensor) dan output seperti LED indikator merah/hijau dan LCD. LED indikator akan dipasang sama seperti sensor *infrared* untuk menampilkan status ketersediaan (merah = sudah terisi, hijau = kosong/ belum terisi kendaraan) serta menampilkan ringkasan jumlah slot kosong/terisi pada LCD 16x2.

Arduino Uno dihubungkan dengan *ESP32* yang memiliki modul WiFi terintegrasi untuk mengirimkan data ke *Firestore* secara *near real-time*. *Firestore* berfungsi menyimpan dan menyinkronkan data status slot parkir, data sensor, serta trigger tombol. Sementara itu, citra kendaraan yang ditangkap kamera USB disimpan pada tabel riwayat di basis data aplikasi (*MySQL*) sebagai pencatatan kendaraan yang masuk ke area parkir. Informasi kondisi parkir kemudian dapat diakses melalui aplikasi web, yang dibangun menggunakan *PHP* pada sisi server dan framework *Bootstrap* pada sisi klien. *Prototype* juga dilengkapi dengan kamera USB untuk verifikasi tambahan serta push button yang memungkinkan pengujian manual terhadap sensor dan kamera selama percobaan.



Gambar 11. Arsitektur Sistem

D. Rancangan Pengujian

Rancangan pengujian sistem pada penelitian ini akan dilakukan dengan tiga tahapan.

1. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk memastikan seluruh perangkat bekerja sesuai peran masing-masing. Pada tahap ini, sensor inframerah diuji untuk mendeteksi kendaraan, LED indikator menampilkan ketersediaan slot, LCD menunjukkan jumlah slot yang terisi maupun

kosong, dan kamera USB merekam citra kendaraan saat masuk atau keluar area parkir. Fokus pengujian diarahkan pada evaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi objek pada jarak efektif *prototype* serta keterhubungan data dengan sistem monitoring. Sementara itu, pengujian dalam kondisi yang lebih beragam, seperti variasi intensitas cahaya dan perbedaan jarak yang lebih luas, belum menjadi cakupan penelitian ini dan diposisikan sebagai arah pengembangan lanjutan.

2. Uji Aplikasi Web

Pada uji ini dilakukan untuk memastikan integrasi data dengan informasi yang diberikan apakah sinkron secara *near real-time*. Uji ini akan meliputi pengujian pada kesesuaian data dari sensor dengan informasi yang akan ditampilkan pada aplikasi *web*, kompatibilitas akses user di berbagai perangkat atau platform browser yang digunakan, serta waktu yang diperlukan untuk menerima respon dari perubahan status sensor hingga muncul di *web monitoring*.

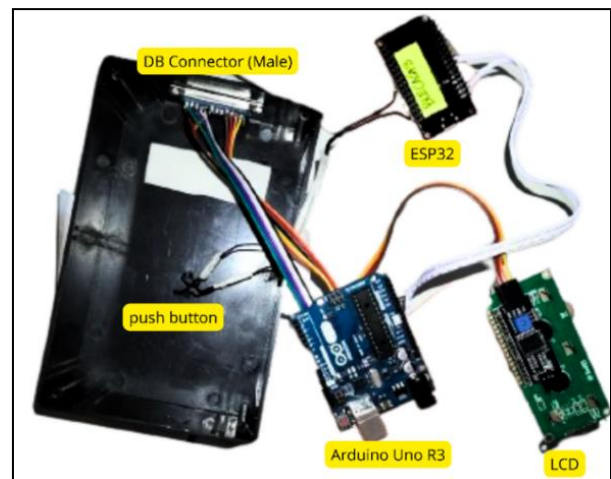
3. Uji Penerimaan Pengguna

Pada uji ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui respon dari pengelola dengan memberikan kuesioner dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan. Simulasi ini akan meliputi beberapa poin diantaranya: aspek kemudahan penggunaan, aspek kecepatan informasi dan efektivitas sistem yang dibuat dalam membantu menemukan slot parkir kosong. Hasil dari kuesioner diharapkan dapat memberikan gambaran awal apakah yang dibuat ini layak untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

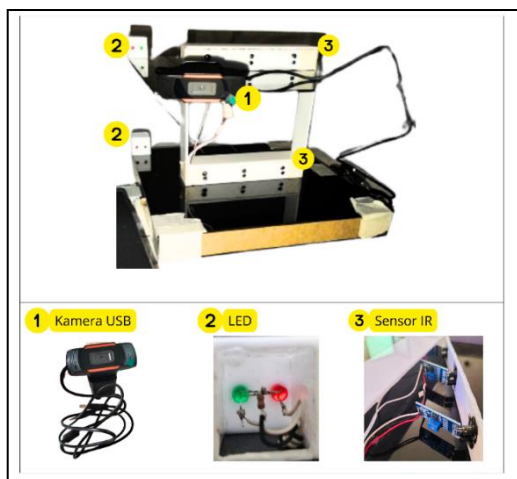
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Fungsional

Sebelum dilakukan pengujian fungsional, penulis telah merancang *prototype* sistem parkir yang komprehensif. Gambar 12 menunjukkan rangkaian pengendali utama yang berisi *Arduino Uno* dan *ESP32*. Gambar 13 menunjukkan rancangan sistem parkir yang berisi sensor *Infrared*, LED dan kamera.



Gambar 12. Rangkaian Pengendali Utama

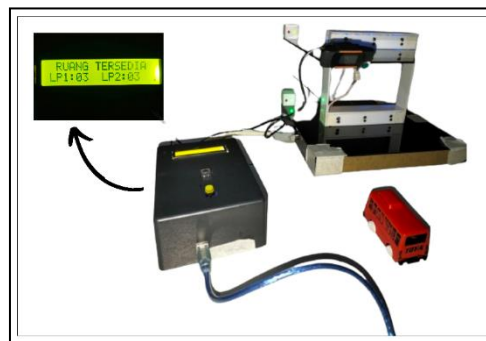


Gambar 13. Rancangan Sistem Parkir Dengan Sensor IR, LED, Dan Kamera

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, sensor infrared FC-51 mampu mendeteksi kendaraan pada jarak efektif sekitar ± 2 cm sesuai kebutuhan *prototype* (Gambar 14. Pengujian sensor Infrared). Pada artikel ini, pengujian sensor difokuskan pada pembuktian fungsi *prototype*. Evaluasi yang lebih luas, seperti pengujian pada variasi intensitas cahaya, beberapa rentang jarak, serta perhitungan akurasi dan error secara kuantitatif, belum menjadi cakupan utama penelitian ini dan diposisikan sebagai pengembangan lanjutan. Hasil respon sensor *infrared* akan diproses oleh *Arduino Uno* yang akan ditampilkan dalam LED Indikator (serta informasi teks di LCD yang akan menampilkan jumlah total slot parkir (Gambar 15 Menunjukkan visualisasi *prototype* Hasil Uji Fungsional). Kamera USB yang terhubung dengan sistem parkir juga berfungsi dengan baik dan sesuai kebutuhan. Kamera mampu menangkap gambar kendaraan dengan resolusi yang jelas, sehingga gambar hasil tangkapan dapat diproses dan disimpan dalam database sebagai sebuah bukti tambahan.



Gambar 14. Pengujian Sensor Infrared



Gambar 15. Hasil Uji Fungsional Ketersediaan Parkir

Tabel 1. Menunjukkan hasil uji fungsional yang telah dilakukan.

TABEL I
HASIL UJI FUNGSIONAL SISTEM PARKIR BERBASIS IOT

No	Pengujian	Hasil	Status
1	Sensor IR	Mampu mendeteksi objek dengan jarak 2 cm. Butuh waktu ± 3 detik untuk dapat diterima oleh Firebase.	Berhasil mendeteksi
2	Lampu LED	LED hijau menyala saat slot kosong. LED merah menyala saat slot terisi penuh.	Berhasil menyala
3	LCD	Layar LCD menampilkan jumlah ketersediaan slot parkir setelah mendapat respon sensor, dengan waktu pembaruan ± 4 detik.	Berhasil menampilkan informasi
4	Push Button Masuk dan Kamera	Saat tombol masuk ditekan, Firebase menerima perintah ± 4 detik kemudian. Kamera berhasil menangkap objek dengan jelas pada jarak 10–15 cm.	Berhasil menangkap gambar
5	Push Button Keluar	Saat tombol keluar ditekan, notifikasi muncul di web admin setelah ± 3 detik. Admin menginput ID mobil, hasil input tersimpan sebagai history parkir keluar.	History parkir mobil tersimpan

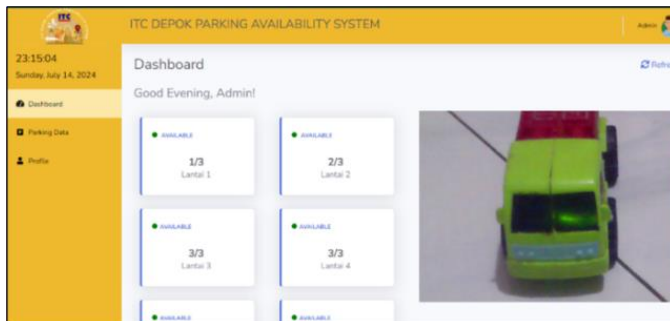
Pada artikel ini, pengujian sensor difokuskan pada pembuktian fungsi *prototype* pada jarak efektif sekitar 2 cm. Cakupan evaluasi yang lebih luas, seperti uji pada variasi intensitas cahaya, beberapa rentang jarak, serta analisis akurasi dan error secara kuantitatif, belum menjadi fokus utama penelitian ini, melainkan diposisikan sebagai arah pengembangan lanjutan.

B. Hasil Pengujian Aplikasi Web

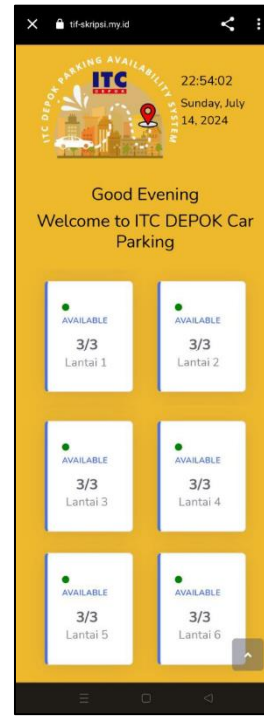
Aplikasi yang dibangun menggunakan PHP dan database Firebase mampu menampilkan informasi ketersediaan slot parkir secara near real-time setelah diakses oleh pengelola maupun pengunjung. Gambar 16

menampilkan antarmuka informasi slot parkir dan gambar kendaraan dari sisi admin, sedangkan Gambar 17 menunjukkan tampilan web yang dapat diakses oleh pengunjung. Hasil pengujian integrasi menunjukkan bahwa data dari sensor berhasil dikirimkan ke Firebase dan ditampilkan kembali pada aplikasi web dengan waktu respons pada rentang 3–4 detik. Berdasarkan beberapa skenario pengujian fungsional, diperoleh nilai minimum 3 detik, maksimum 4 detik, dan rata-rata sekitar 3,5 detik. Dengan demikian, performa sistem pada penelitian ini lebih tepat dikategorikan sebagai *near real-time*, bukan *real-time* murni.

Pengujian aplikasi web dilakukan menggunakan browser Google Chrome pada perangkat laptop dengan koneksi WiFi HUAWEI-Mmg2 berkecepatan sekitar 23 Mbps. Pembaruan data pada halaman web dilakukan melalui refresh halaman untuk memastikan sinkronisasi data dari Firebase ke aplikasi web ketika terjadi perubahan status sensor atau saat koneksi jaringan mengalami gangguan. Pada skala *prototype*, mekanisme ini dinilai cukup memadai untuk mendukung kebutuhan monitoring parkir. Meskipun demikian, waktu respons sistem pada penelitian ini masih lebih baik dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Khotmuniza dkk. (2020), yang melaporkan delay pengiriman data dari sensor ke server selama 5 detik [15]. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh kondisi jaringan WiFi yang digunakan selama proses pengujian.



Gambar 16. Menampilkan informasi slot parkir (Admin)



Gambar 17. Menampilkan informasi slot parkir (Pengunjung)

C. Hasil Uji Penerimaan Pengguna

Tabel 2 menampilkan kesimpulan hasil kuesioner yang telah disebar. Aspek yang menjadi penilaian meliputi kemudahan dalam penggunaan sistem parkir, kecepatan akses informasi dan efektivitas sistem dengan hasil kuesioner menunjukkan respon yang positif dari mayoritas responden (lebih dari 90%).

Uji penerimaan pengguna melibatkan 11 responden dari pihak pengelola parkir dengan menggunakan skala Likert 1–5. Hasil rekapitulasi menunjukkan skor minimum 34, maksimum 40, rata-rata 37,5, dan simpangan baku 2,73, yang mengindikasikan bahwa sistem memperoleh penerimaan pengguna pada kategori positif. Temuan ini memperkuat hasil persentase setuju dan sangat setuju pada setiap butir penilaian

TABEL II

RINGKASAN HASIL KUESINER PENGGUNA

No	Pertanyaan	Persentase Setuju & Sangat Setuju
1	Kemudahan akses informasi melalui LCD dan LED indikator	90,91%
2	Kemudahan akses informasi ketersediaan slot parkir melalui aplikasi web	90,90%
3	Sistem bekerja secara <i>near real-time</i>	100%
4	Efektivitas sistem membantu menemukan slot parkir kosong	100%
5	Kemudahan pengelolaan sistem parkir secara keseluruhan	100%
6	Penilaian keseluruhan efektivitas sistem monitoring parkir	100%

D. Diskusi

Hasil keseluruhan dari pengujian yang dilakukan menunjukkan sistem parkir berbasis IoT yang dibuat mampu memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara *near real-time* kepada pengelola maupun

pengunjung. Keunggulan dari implementasi sistem ini ada pada integrasi banyak perangkat dan komponen seperti: sensor *infrared* fc-51, LED indikator, Kamera, LCD, *database* firebase dan aplikasi *monitoring* berbasis *web*. Penelitian ini lebih kaya fitur dikarenakan tidak hanya menampilkan informasi slot parkir, tapi juga menyimpan data gambar kendaraan.

Pada penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh [2] yang hanya melakukan pengujian dengan ESP32 maka penelitian ini menambahkan integrasi dengan kamera sebagai alat identifikasi visual untuk kendaraan yang parkir. Dari sisi kecepatan penelitian ini mempunyai waktu respon 3-4 detik, lebih cepat 1 detik dari temuan [15] yang mencapai 5 detik. Keunikan yang lain dari penelitian ini adalah fitur penyimpanan data gambar kendaraan yang masih jarang diterapkan pada penelitian yang sejenis. Hal ini tidak hanya meningkatkan akurasi pada sistem *monitoring* yang dibuat, tapi juga meningkatkan keamanan dan manajemen data parkir yang lebih baik. Dengan segala capaian yang didapatkan, walaupun masih dalam tahap *prototype* sistem ini dapat diimplementasikan lebih nyata dalam skala yang luas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian yang penulis lakukan berhasil merancang sebuah *prototype* sistem monitoring informasi ketersediaan slot parkir berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan banyak komponen serta aplikasi web yang terhubung dengan Firebase. Hasil pengujian mampu menampilkan informasi slot parkir secara *near real-time* dengan delay waktu respon di range 3-4 detik. Sistem yang dibuat diterima dengan baik oleh pengguna dengan mayoritas responden memberikan respon positif (>90%) menyatakan sistem mudah digunakan, membantu dalam mencari slot parkir kosong dan efektif. Penyimpanan data visual kendaraan juga menjadi keunggulan dari sistem ini, sekaligus menjadi bukti bahwa tujuan penelitian tercapai dengan baik.

Meskipun Sistem telah berjalan dengan baik dan sesuai rancangan, masih terdapat ruang untuk melakukan pengembangan. Pertama, Optimasi komunikasi data agar waktu respon bisa lebih cepat dengan meningkatkan stabilitas koneksi WIFI. Kedua, melakukan integrasi dengan sistem parkir komersial untuk tahap lanjutan agar penelitian ini bisa diaplikasikan di dunia nyata. Ketiga, aplikasi yang dibuat agar bisa dikembangkan ke aplikasi mobile agar lebih mudah diakses oleh pengunjung

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Komarudin, A. Haidir, H. Destiana, Y. I. Maulana, And M. Maisyaroh, "Metode Topsis Untuk Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Mall Terbaik Di Kota Depok," *Bina Insa. Ict J.*, Vol. 8, No. 2, P. 197, 2021, Doi: 10.51211/Biict.V8i2.1628.
- [2] C. E. Savitri And N. Paramytha, "Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Esp32," *J. Ampere*, Vol. 7, No. 2, P. 135, 2022, Doi: 10.31851/Ampere.V7i2.9199.
- [3] I. A. Rozaq And N. Y. Dwi, "Pengembangan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot) Untuk Pengelolaan Sampah Logam Dan Non-Logam," *Jeecom J. Electr. Eng. Comput.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 250–257, 2023, Doi: 10.33650/Jeecom.V5i2.6908.
- [4] M. W. S. Ramchandra And Mrs. Bhosale Nayana Vijaykumar, "Iot Based Smart Parking Management System," *Int. J. Multidiscip. Res.*, Vol. 7, No. 4, Pp. 1–9, 2025, Doi: <https://doi.org/10.36948/Ijfmr.2025.V07i04.53610>.
- [5] A. R. Fariz, M. Hannats, H. Ichsan, And H. Fitriyah, "Sistem Monitoring Lahan Parkir Kendaraan Pada Yayasan Teratai Putih Global Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Mqtt Berbasis Aplikasi Mobile," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 7, No. 3, Pp. 1281–1287, 2023, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12434>
- [6] B. Nugroho, M. S. Mahfudz, A. Andriyadi, And D. Yulawati, "Sistem Otomatisasi Pajak Parkir Kendaraan Bermotor Menggunakan Raspberry Pi Dan Image Processing," *Explor. J. Sist. Inf. Dan Telemat.*, Vol. 14, No. 2, P. 148, 2023, Doi: 10.36448/Jsit.V14i2.3322.
- [7] H. Jusuf, M. L. Ichsan Ma'ruf, And I. Kusuma, "Perancangan Prototype Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet Of Things," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, Vol. 11, No. 3, P. 807, 2022, Doi: 10.35889/Jutisi.V11i3.1017.
- [8] A. Rahmatillah, J. Informatika, I. Vitra, P. J. Informatika, K. Dwi, And I. J. Informatika, "Moparking: Sistem Monitoring Parkiran Mobil Berbasis Iot," Pp. 1–50, 2022.
- [9] S. Yudha, Y. Rahmanto, And S. Styawati, "Implementasi Teknologi Berbasis Web Untuk Efisiensi Waktu Pencarian Lahan Parkir," *Malcom Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 614–622, 2024, Doi: 10.57152/Malcom.V4i2.1269.
- [10] I. M. P. Alisa, "Sistem Monitoring Tempat Parkir Melalui Web Berbasis Internet Of Things," Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2024. [Online]. Available: <https://repository.uajy.ac.id/id/eprint/32716>
- [11] I. F. Ashari, "Parking System Optimization Based On Iot Using Face And Vehicle Plat Recognition Via Amazon Web Service And Esp-32 Cam," *Comput. Eng. Appl. J.*, Vol. 11, No. 2, Pp. 137–153, 2022, Doi: 10.18495/Comengapp.V11i2.409.

- [12] I. N. W. R. S. Rizqi Samkayana, "Implementasi Firebase Realtime Database Pada Smart Cat Feeder Berbasis Mikrokontroler Esp32," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, Vol. 13, No. 3, 2025, Doi: 10.23960/Jitet.V13i3.7198.
- [13] P. Kustanto, R. Bram Khalil, And A. Noe'man, "Penerapan Metode Prototype Dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif," *J. Students' Res. Comput. Sci.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 83–94, 2024, Doi: 10.31599/6x0dfz47.
- [14] I. G. B. W. Atmaja, K. N. A. Kusuma, A. A. E. Wirayuda, I. K. Widianara, N. Premadhipa, And G. S. Mahendra, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Pengaduan Masyarakat Buleleng Berbasis Website," *Resi J. Ris. Sist. Inf.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 56–65, 2023, Doi: 10.32795/Resi.V1i2.3553.
- [15] M. I. Khotmuniza, J. Sahertian, And ..., "Sistem Informasi Lahan Parkir Berbasis Arduino Dan Internet Of Things," *Pros. ...*, Pp. 229–236, 2020, [Online]. Available: [Http://Repository.Unpkediri.Ac.Id/Id/Eprint/2002%0ahttp://Repository.Unpkediri.Ac.Id/2002/2/Rama_55201_16103020078_Similarity.Pdf](http://Repository.Unpkediri.Ac.Id/Id/Eprint/2002%0ahttp://Repository.Unpkediri.Ac.Id/2002/2/Rama_55201_16103020078_Similarity.Pdf)