

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING PARKIR CERDAS SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN PLATFORM IoT DAN DATABASE FIREBASE

Disusun Oleh:

Yan Stephen Christian Immanuel H. / 105222010 /

yan.stephen49@gmail.com

Nurul Humam Mutarobbi / 105222020 / nur.humam04@gmail.com



Laporan penelitian ini adalah sebagai bentuk
Ujian Akhir Semester (UAS)
untuk mata kuliah Mikrokontroller dan Internet of
Things (IoT)

July 2025

DAFTAR ISI

<i>I. ABSTRAK</i>	<i>3</i>
<i>II. PENDAHULUAN</i>	<i>3</i>
Latar Belakang	3
Tujuan dan Manfaat	4
<i>III. METODE PENGEMBANGAN</i>	<i>5</i>
Garis Besar Pendekatan Penelitian	5
Skema Rangkaian Elektronik	5
Skema Rangkaian Alat	6
Metode dan Tahapan Pembuatan	6
Indikator Keberhasilan.....	7
Spesifikasi Penggunaan Sensor	7
Perancangan Perangkat Keras.....	8
Perancangan Software	9
<i>IV. HASIL DAN ANALISIS.....</i>	<i>11</i>
Tampilan Dashboard Web	11
Tampilan Database Firebase.....	11
Tampilan Halaman Statistik	12
Analisis Performa	12
<i>V. KESIMPULAN DAN SARAN</i>	<i>13</i>
Kesimpulan.....	13
Saran	13
<i>VI. REFERENSI</i>	<i>14</i>
<i>LAMPIRAN.....</i>	<i>14</i>

I. ABSTRAK

Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi seringkali menyebabkan kesulitan dalam menemukan slot parkir yang tersedia, sehingga menimbulkan inefisiensi waktu. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sebuah sistem parkir cerdas berbasis *Internet of Things* (IoT). Proyek ini mengimplementasikan purwarupa sistem monitoring sistem parkir secara real-time menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai sensor seperti MFRC522 (RFID) untuk autentikasi pengguna, sensor inframerah untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi pergerakan kendaraan di gerbang. Data dari sensor diproses dan digunakan untuk mengontrol aktuator berupa motor servo sebagai palang pintu serta LED RGB dan LCD 20x4 sebagai indikator status. Seluruh data riwayat parkir, termasuk waktu masuk, keluar, dan durasi, dikirimkan melalui koneksi wifi ke cloud database Firebase. Selain itu, sistem ini juga menyajikan dashboard monitoring berbasis web yang dapat diakses secara lokal untuk menampilkan status ketersediaan slot, jumlah pengunjung, dan riwayat parkir secara real-time, lengkap dengan halaman statistik visual, hasil dari proyek ini adalah sebuah sistem fungsional yang mampu meningkatkan efisiensi manajemen parkir melalui teknologi IoT.

II. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di era modern dengan mobilitas yang tinggi, lahan parkir telah menjadi fasilitas vital di berbagai pusat keramaian seperti pusat perbelanjaan, perkantoran, dan universitas. Namun, proses pencarian slot parkir yang kosong seringkali menjadi masalah yang memakan waktu dan menyebabkan frustrasi bagi pengendara, serta mengakibatkan penumpukan kendaraan dan pemborosan bahan bakar. Manajemen parkir konvensional yang masih mengandalkan tenaga manusia seringkali kurang efisien dalam memberikan informasi ketersediaan slot secara cepat dan akurat [1].

Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk permasalahan ini. IoT memungkinkan objek-objek fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui internet, membuka peluang untuk menciptakan sistem yang cerdas dan otomatis [2]. Dengan mengintegrasikan sensor, mikrokontroller, dan konektivitas internet, kita dapat membangun sebuah sistem parkir cerdas (*smart parking*) yang mampu memonitor ketersediaan slot parkir secara real-time.

Oleh karena itu, proyek ini mengusulkan sebuah solusi sistem IoT untuk monitoring parkir. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi status setiap slot parkir (terisi atau kosong), mengelola akses masuk dan keluar kendaraan menggunakan teknologi RFID, dan menyajikan seluruh informasi tersebut kepada pengguna melalui dashboard web yang intuitif, pendekatan serupa dalam membangun prototipe *smart parking* juga telah dilakukan menggunakan platform seperti Blynk [3]. Data historis dari sistem juga disimpan dalam cloud database untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pengembangan proyek ini adalah untuk mewujudkan sebuah purwarupa sistem monitoring parkir cerdas yang fungsional berbasis mikrokontroller ESP32. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi ketersediaan slot parkir secara real-time dengan memanfaatkan sensor inframerah. Selain itu, sistem juga menerapkan autentikasi pengguna menggunakan teknologi RFID guna mengontrol akses masuk dan keluar kendaraan. Seluruh data riwayat parkir akan dicatat dan disimpan melalui integrasi dengan cloud database Firebase, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk antarmuka monitoring berbasis web secara real-time.

Manfaat yang diharapkan dari implementasi ini mencakup berbagai pihak. Bagi pengguna, sistem dapat mempermudah dan mempercepat proses pencarian slot parkir yang kosong, sehingga berkontribusi dalam penghematan waktu. Bagi pengelola parkir, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dalam manajemen lahan parkir, mengurangi kebutuhan intervensi manual, serta menyediakan data historis yang dapat digunakan untuk analisis pola penggunaan parkir. Ke depannya, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur-

fitur tambahan seperti sistem pembayaran otomatis, reservasi slot parkir, dan integrasi dengan aplikasi navigasi dalam kerangka kota cerdas (smart city).

III. METODE PENGEMBANGAN

Garis Besar Pendekatan Penelitian

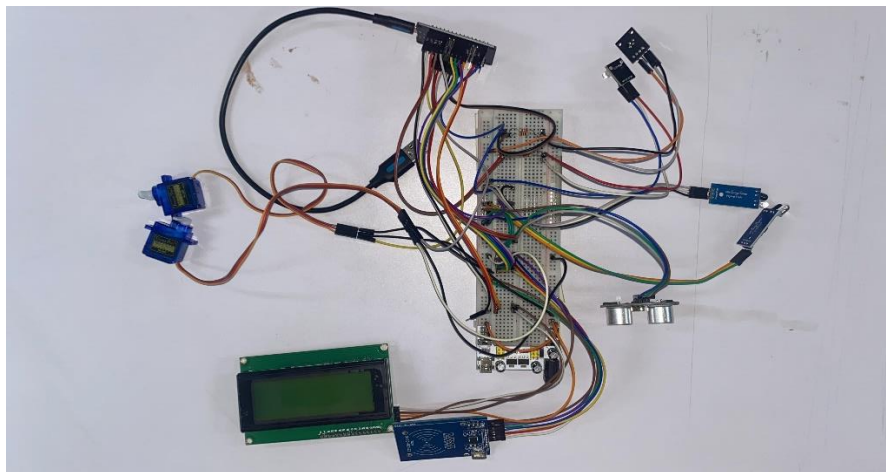
Proyek ini menggunakan pendekatan pengembangan purwarupa (*prototyping*). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan perancangan, implementasi, dan pengujian sistem secara iteratif untuk mencapai fungsionalitas yang diinginkan. Garis besar proyek ini adalah membangun sebuah sistem *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi secara end-to-end, mulai dari akuisisi data melalui sensor fisik, pemrosesan data secara local pada mikrokontroller, interaksi dengan pengguna melalui aktuator, hingga penyimpanan dan isualisasi data melalui platform cloud dan web server. Fokus utama adalah pada integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk menciptakan solusi fungsional dalam mengatasi permasalahan manajemen parkir konvensional.

Skema Rangkaian Elektronik

Skema rangkaian elektronik dirancang dengan cermat untuk memastikan setiap komponen mendapatkan koneksi dan gaya yang sesuai dari ESP32. Komunikasi dengan modul MFRC522 RFID menggunakan antarmuka SPI (Serial peripheral Interface) yang membutuhkan empat pin (SCK, MOSI, MISO, SDA) ditambahkan satu pin untuk RST. Untuk efisiensi pin, LCD 20x4 dihubungkan melalui modul antarmuka I2C, yang hanya memerlukan dua pin data (SDA di pin 21 dan SCL di pin 22). Sensor-sensor (IR dan Ultraasonik), RGB, dan motor servo dihubungkan ke pin-pin GPIO digital. Mengingat motor servo dan beberapa komponen lain membutuhkan arus yang lebih besar dari yang dapat disediakan oleh pin ESP32 secara aman, sebuah modul catu daya eksternal (MB102) digunakan. Modul ini menyediakan jalur daya 5v yang stabil. Sangat penting untuk menghubungkan ground (GND) dari catu daya eksternal ke pin GND ESP32 untuk menyamakan level tegangan referensi dan memastikan sinyal digital dapat dibaca dengan benar oleh semua komponen.

Skema Rangkaian Alat

Skema rangkaian alat secara fisik diwujudkan dengan menarik semua komponen pada sebuah breadboard. Breadboard berfungsi sebagai platform untuk membuat koneksi sementara tanpa perlu menyolder, sehingga memudahkan proses perancangan dan perbaikan. Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan pin-pin dari setiap sensor dan aktuator ke pin GPIO yang sesuai pada ESP32, serta untuk mendistribusikan jalur daya (VCC) dan ground (GND) dari modul catu daya ke setiap komponen yang membutuhkannya. Hasil akhir dari perakitan ini adalah sebuah purwarupa yang padat dan fungsional, dimana semua interkoneksi elektronik yang dijelaskan dalam skema rangkaian elektronik telah terwujud secara fisik, siap untuk diuji dan didemonstrasikan.



Gambar 3.1 Rangkaian Alat

Metode dan Tahapan Pembuatan

Proses pembuatan sistem parkir cerdas ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah perakitan perangkat keras, dimana semua komponen seperti mikrokontroler ESP32, sensor-sensor (RFID, IR, Ultrasonik), dan aktuator (Servo, LCD, RGB) dirangkai pada *breadboard* sesuai dengan skema elektronik yang telah dirancang. Tahap kedua adalah pengembangan perangkat lunak menggunakan bahasa MicroPython. Proses ini dimulai dengan inisialisasi setiap komponen dan pustaka yang diperlukan. Selanjutnya, dilakukan konfigurasi koneksi WIFI agar ESP32 dapat terhubung ke internet untuk komunikasi dengan Firebase. Inti dari perangkat lunak adalah sebuah loop utama (*while true*) yang secara kontinu menjalankan beberapa fungsi: membaca status

sensor IR untuk memonitor slot parkir, memeriksa pembacaan dari sensor RFID, dan memperbarui tampilan pada LCD serta *dashboard* web. Logika pecabangan diimplementasikan untuk menangani dua skenario utama pada pembacaan RFID: jika UID belum ada dalam sistem, maka proses masuk dijalankan (servo membuka, waktu masuk dicatat), jika UID terdeteksi sudah ada, maka proses keluar dijalankan (servo membuka, durasi dihitung, dan data dikirim ke firebase). Untuk memastikan sistem tetap responsif, web server dijalankan pada thread terpisah menggunakan modul `.thread`, sehingga tidak mengganggu proses pembacaan sensor dan aktuator pada loop utama.

Indikator Keberhasilan

Keberhasilan proyek ini diukur berdasarkan beberapa indikator fungsional dan performa. Diantaranya:

1. Sistem harus mampu membaca UID dari kartu RFID secara akurat dan konsisten untuk proses autentikasi.
2. Sensor inframerah harus dapat mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot dengan benar, yang tercermin pada perubahan warna RGB dan pembaruan status di *dashboard*.
3. Motor servo harus merespons dengan tepat untuk membuka dan menutup palang gerbang sesuai dengan alur kerja masuk dan keluar.
4. Sistem harus berhasil mengirimkan data riwayat parkir (UID terenkripsi, waktu masuk, waktu keluar, dan durasi) ke Firebase-Realtime Database tanpa kegagalan saat koneksi internet tersedia.
5. *Dashboard* web lokal harus dapat menampilkan informasi status slot, jumlah pengunjung, dan tabel riwayat secara real-time dan akurat, serta menyajikan grafik statistik dengan benar.

Spesifikasi Penggunaan Sensor

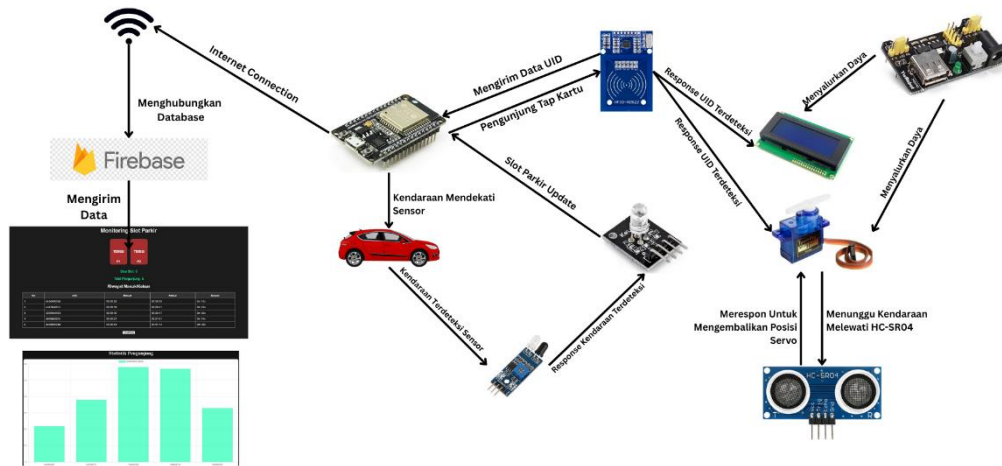
Setiap sensor dalam proyek ini memiliki peran krusial. MFRC522 RFID Reader beroperasi pada frekuensi 13.56 MHz dan digunakan sebagai gerbang autentikasi utama. Sensor ini membaca *Unique Identifier* (UID) sepanjang 4 byte dari kartu RFID yang ditempelkan oleh pengguna. UID ini kemudian menjadi dasar bagi sistem untuk membedakan antara proses masuk dan keluar. Sensor inframerah

(IR) berfungsi sebagai detektor keberadaan objek. Sensor ini terdiri dari pemancar (IR LED) dan penerima (photodiode). Ketika tidak ada halangan, penerima menangkap sinyal dari pemancar. Namun, saat sebuah kendaraan menempati slot parkir, sinyal terhalang, menyebabkan output pin sensor berubah menjadi LOW. Logika `not ir.value()` dalam kode digunakan untuk menafsirkan kondisi ini sebagai "slot terisi". Terakhir, sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan sebagai detektor pergerakan masuk. Sensor ini bekerja dengan prinsip sonar, mengukur jarak berdasarkan waktu tempuh gelombang suara. Dalam kode, jika jarak yang terdeteksi kurang dari 4cm, sistem menyimpulkan bahwa kendaraan telah melewati palang, sehingga memicu servo untuk menutup kembali.

Perancangan Perangkat Keras

Perancangan sistem perangkat keras ini berpusat pada ESP32 sebagai unit pemrosesan utama yang mengoordinasikan seluruh komponen. Seperti diilustrasikan pada gambar 3.2, arsitektur perangkat keras menunjukkan alur interaksi dua arah. ESP32 tidak hanya menerima data dari sensor (RFID, IR, Ultrasonik) tetapi juga mengirimkan perintah ke aktuator (Servo, LCD). Selain itu, ESP32 berperan sebagai jembatan ke dunia digital melalui koneksi internet, yang memungkinkannya untuk mengirim data ke database Firebase dan menyajikan *dashboard* web. Setiap komponen dipilih untuk menjalankan fungsi spesifik. RFID untuk identifikasi, sensor IR dan Ultrasonik untuk persepsi lingkungan, servo untuk aksi fisik, serta LCD dan LED untuk antarmuka pengguna lokal.

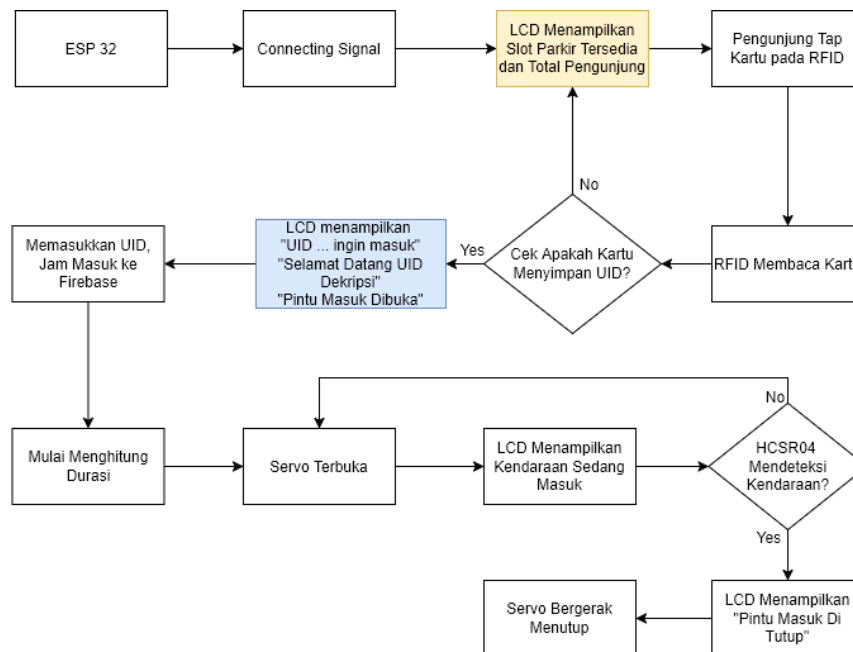
UI Hardware Smart Parking System



Gambar 3.2 Diagram Block Sistem

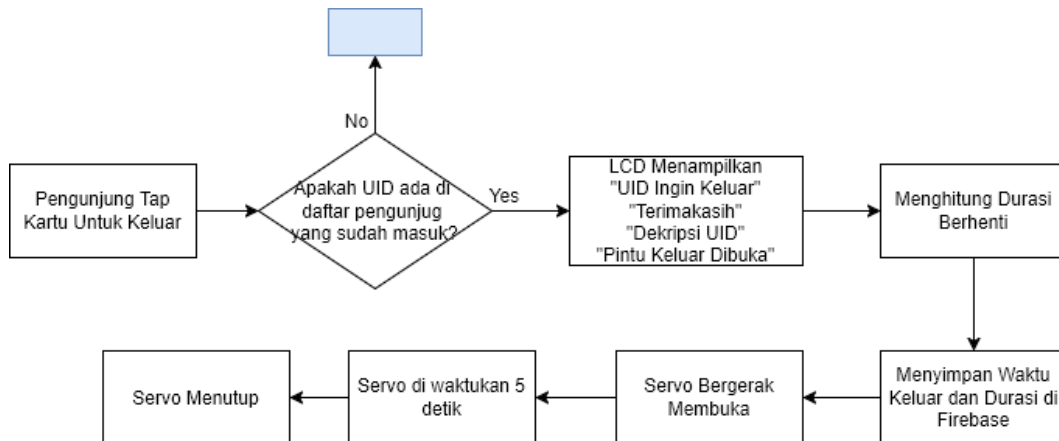
Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak didasarkan pada empat alur kerja utama divisualisasikan dalam diagram alir. Alur pertama (gambar 3.3) adalah proses masuk gerbang. Ketika RFID membaca kartu yang UID nya belum tercatat, sistem akan menampilkan pesan selamat datang di LCD, membuka servo, dan mulai menghitung durasi parkir. Palang akan menutup setelah sensor Ultrasonik mendeteksi kendaraan telah lewat.



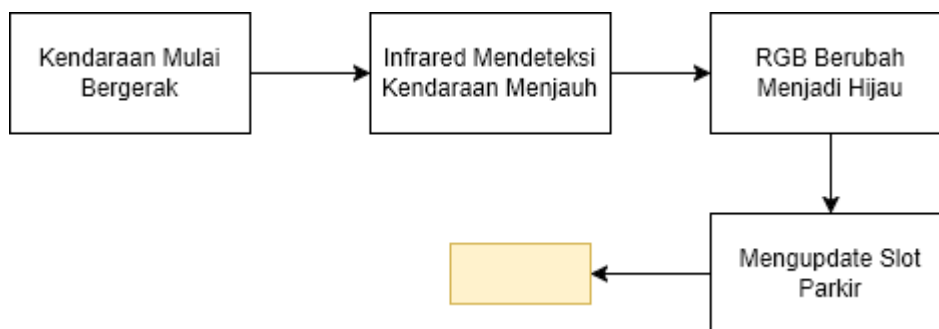
Gambar 3.3 Flowchart Kendaraan Masuk

Alur kedua (gambar 3.4) adalah proses keluar gerbang. Ketika RFID membaca kartu yang UID-nya sudah tercatat, sistem akan menampilkan pesan terimakasih, membuka gerbang, menghentikan perhitungan durasi, dan menirirkan seluruh data sesi parkir ke Firebase.



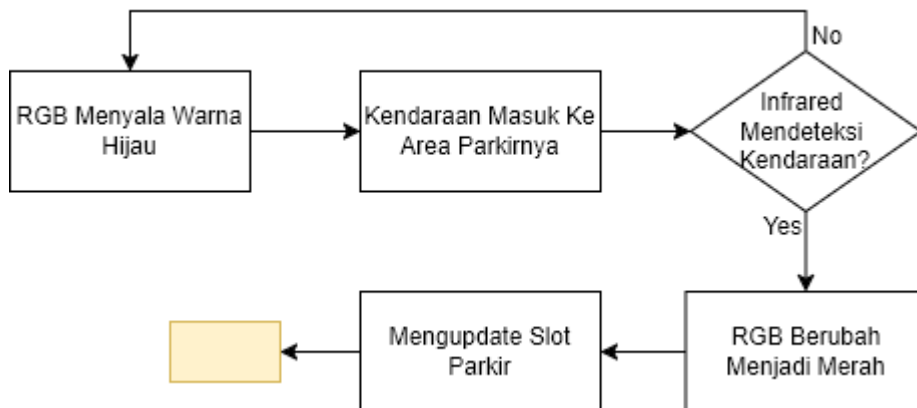
Gambar 3.4 Flowchart Kendaraan Keluar

Alur ketiga (gambar 3.5) adalah proses kendaraan memasuki slot parkir. Saat sensor IR disebuah slot mendeteksi halangan/kendaraan, perangkat lunak akan mengubah status slot tersebut menjadi "terisi" dan menyalakan LED RGB menjadi merah.



Gambar 3.5 Flowchart Masuk Slot Parkir

Alur keempat (gambar 3.6) adalah proses kendaraan meninggalkan slot, dimana sensor IR tidak lagi mendeteksi halangan, sehingga status slot diperbarui menjadi "kosong" dan LED RGB berubahmenjadi hijau.



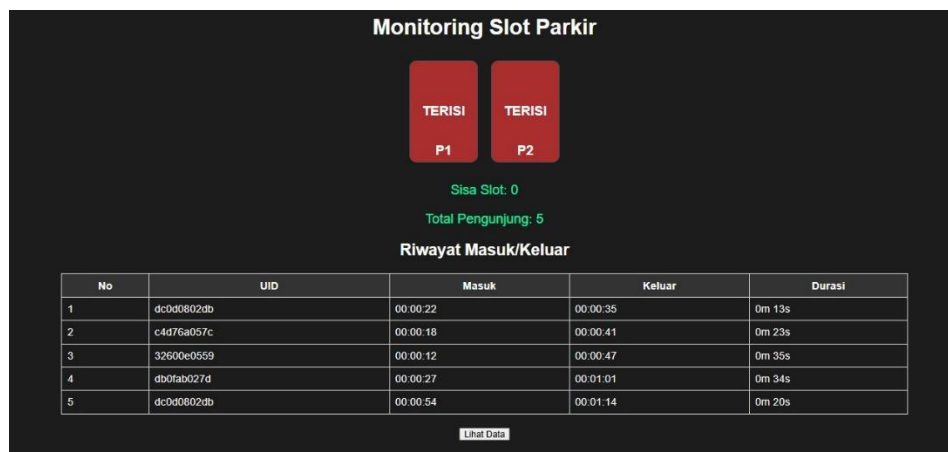
Gambar 3.6 Flowchart Keluar Slot Parkir

IV. HASIL DAN ANALISIS

Sistem yang dirancang telah berhasil diimplementasikan dan diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Tampilan Dashboard Web

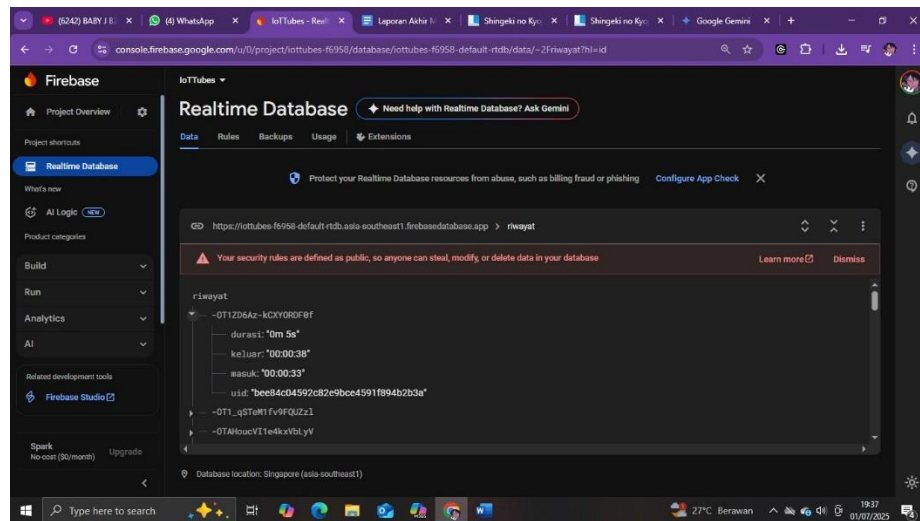
Dashboard utama berhasil menampilkan status parkir secara *real-time* seperti yang terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tampilan Dashboard Monitoring Web

Tampilan Database Firebase

Data riwayat berhasil dan disimpan di Firebase *real-time* database. Strukturnya terlihat pada gambar 4.2.

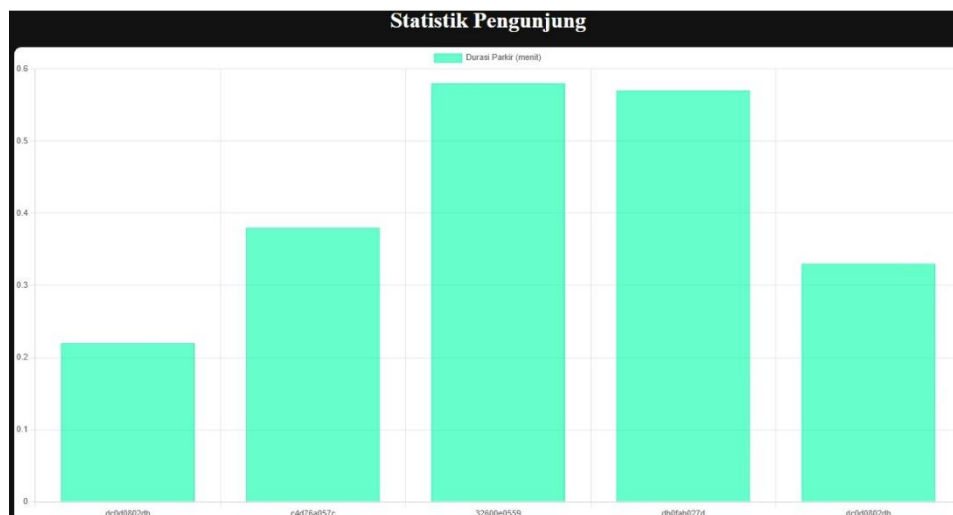


Gambar 4.2 Tampilan Struktur Data di Firebase

Key **durasi** **keluar** **masuk** **uid** perlu dicatat, data **uid** yang disimpan disini adalah dalam bentuk terenkripsi sebagai tindakan pengamanan data.

Tampilan Halaman Statistik

Halaman statistik yang dapat diakses dari *dashboard* utama berhasil memvisualisasikan data durasi parkir dalam bentuk diagram batang, seperti ditunjuk pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Statistik Durasi Parkir Pengunjung

Analisis Performa

Sistem menunjukkan respons yang cepat. Waktu tunda antara kejadian fisik (mobil masuk/keluar) dengan pembaruan status di LCD dan *dashboard* web

sangat minimal, dibawah 1-2 detik (tergantung latensi jaringan). Pengiriman data ke Firebase juga berjalan lancar selama koneksi WIFI stabil. Penggunaan ESP32 terbukti memadai untuk menangani semua tugas secara bersamaan, termasuk menjalankan *web server* di *thread* terpisah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring parkir cerdas berbasis IoT berhasil diimplementasikan dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP3, berbagai sensor, serta aktuator. Sistem ini mampu menyajikan informasi ketersediaan slot parkir secara *real-time* secara akurat melalui tampilan LCD maupun *dashboard* web. Integrasi dengan pencatatan data riwayat parkir dapat tersimpan dan diakses pada dimana saja sesuai dengan ip yang dikirimkan. Selain itu, visualisasi data melalui dashboard web dan grafik statistik memberikan nilai tambah yang signifikan dalam memudahkan proses monitoring dan analisis bagi pengelola parkir. Laporan ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat diterapkan secara praktis untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari seperti manajemen parkir, dengan menggabungkan komponen perangkat keras, perangkat lunak embedded, serta layanan cloud secara terpadu.

Saran

Untuk pengembangan sistem ke depan, terdapat beberapa peningkatan yang dapat dilakukan guna memperluas fungsi dan skalabilitas sistem. Pertama, integrasi sistem pembayaran non-tunai yang terhubung dengan durasi parkir akan menambah kenyamanan pengguna dalam melakukan transaksi. Kedua, perancangan sistem yang lebih skalabel perlu dipertimbangkan agar mampu diterapkan pada puluhan hingga ratusan slot parkir, misalnya dengan menggunakan arsitektur master-slave. Ketiga, pengembangan aplikasi mobile dapat menjadi solusi agar pengguna dapat memantau ketersediaan slot dan riwayat parkir secara langsung melalui perangkat ponsel. Terakhir, aspek keamanan sistem harus ditingkatkan, khususnya dalam hal

koneksi nirkabel dan validasi data, guna mencegah terjadinya akses yang tidak sah dan menjaga integritas sistem secara keseluruhan.

VI. REFERENSI

- [1] Luthfi, H. Ekki, K. Mohammad, R. (20220. Perancangan Sistem Palang Parkir Otomatis dan Pendeteksi Slot Parkir Berbasis IoT. *E-Proceeding of Engineering*. Vol 09. No 2.
- [2] Elakya, R. Juhi, S. Pola, A. Namith. (2019). Smart Parking System Using IoT. *International Journal of Engineering and Advanced Technology* (IJEAT). Vol 09. Issue 1.
- [3] Widho, R. P. Bkti, Y. Agus, S. (2022). Prototype Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things. *Journal Teknologi Industri*. Vol 11. No 2.

LAMPIRAN

Link Github Code: https://github.com/YanStephen29/Project-IoT/tree/main/Proses_Week-6/Source%20Code

Link Drive Demo:

<https://drive.google.com/file/d/1NciCJsLkzYr0hsvt9k8sW5FSHcZKgtE4/view?usp=drivesdk>