

**RANCANG BANGUN SISTEM PARKIR MAHASISWA MENGGUNAKAN
NFC UNTUK PENGELOLAAN AKSES KENDARAAN SEPEDA
MOTOR DI KAMPUS UMSU**

DISUSUN OLEH

IJLAL FADHIL NAINGGOLAN

2109020019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

2025

**RANCANG BANGUN SISTEM PARKIR MAHASISWA MENGGUNAKAN
NFC UNTUK PENGELOLAAN AKSES KENDARAAN SEPEDA
MOTOR DI KAMPUS UMSU**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi
Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Oleh :

IJLAL FADHIL NAINGGOLAN

2109020019



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM PARKIR
MAHASISWA MENGGUNAKAN NFC UNTUK
PENGELOLAAN AKSES KENDARAAN SEPEDA
MOTOR DIKAMPUS UMSU

Nama Mahasiswa : IJLAL FADHIL NAINGGOLAN

NPM : 2109020019

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117088902

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khoirizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

RANCANG BANGUN SISTEM PARKIR MAHASISWAMENGGUNAKAN NFC UNTUK PENGELOLAAN AKSES KENDARAAN SEPEDA MOTOR DIKAMPUS UMSU

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 29 September 2025

Yang membuat pernyataan



Ijlal Fadhil Nainggolan

NPM. 2109020019

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Ijlal Fadhil Nainggolan
NPM	: 2109020019
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN SISTEM PARKIR MAHASISWA MENGGUNAKAN
NFC UNTUK PENGELOLAAN AKSES KENDARAAN SEPEDA MOTOR
DIKAMPUS UMSU**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 29 September 2025

Yang membuat pernyataan



Ijlal Fadhil Nainggolan

NPM 2109020019

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ijlal Fadhil Nainggolan
Tempat dan Tanggal Lahir : Padangsidempuan, 22 Januari 2003
Alamat Rumah : Jl. Sutan Soripada Mulia Gg. Melati No. 11
Telepon/Faks/HP : 081265783380
E-mail : ijlalnainggolan01@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN 200121 Padangsidempuan
TAMAT: 2015
SMP : SMP N 1 Padangsidempuan
TAMAT: 2018
SMA : SMA N 2 Padangsidempuan
TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Parkir Mahasiswa Menggunakan NFC untuk Pengelolaan Akses Kendaraan Sepeda Motor di Kampus UMSU". Proposal ini disusun sebagai bagian dari syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulisan proposal ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta kekuatan kepada penulis sehingga proposal ini dapat disusun dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara beserta jajaran yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis untuk menimba ilmu di kampus tercinta ini.
3. Bapak Dekan Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU beserta seluruh staf akademik yang telah memberikan ilmu, motivasi, serta lingkungan belajar yang kondusif selama masa studi.
4. Bapak/Ibu Dosen Pengajar di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi yang telah membimbing, memberikan wawasan, serta mendukung penulis dalam memahami ilmu teknologi informasi secara menyeluruh.
5. Bapak Mahardika Abdi Prawira, S.Kom., M.Kom Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan yang membangun, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan proposal ini.

6. Ayah saya, Pardamean Nainggolan, dan ibu saya, Ermiwati Harahap, serta saudara saya Riska Yulinda dan Faathira Salwa. Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada ayah dan ibu tercinta, Pardamean Nainggolan dan Ermiwati Harahap, serta kedua saudara penulis, Riska Yulinda dan Faathira Salwa, yang telah menjadi sosok paling penting dalam hidup penulis. Doa-doa mereka yang tulus, dukungan moral dan material yang terus mengalir tanpa henti, serta semangat yang selalu mereka tanamkan menjadi kekuatan utama penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Meskipun dalam berbagai keterbatasan dan kesibukan, mereka tidak pernah lelah mendorong dan memotivasi penulis untuk terus berjuang mencapai impian. Semoga setiap langkah dan pencapaian ini dapat menjadi kebanggaan serta persembahan kecil untuk membalas cinta dan pengorbanan mereka yang tak terukur.

7. Seluruh keluarga besar Harahap

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada keluarga besar Harahap yang telah menjadi bagian penting dalam proses kehidupan penulis. Dukungan moral, semangat, dan doa yang selalu diberikan menjadi kekuatan tersendiri. Semoga segala kebaikan dan doa dari keluarga besar ini menjadi berkah dalam setiap langkah penulis ke depan.

8. Para bocah dalam lingkaran "BOTOL"

Kepada para bocah-bocah yang tergabung dalam lingkaran pertemanan BOTOL, terima kasih atas semua canda, tawa, semangat, dan energi positif yang telah menemani perjalanan panjang perkuliahan ini. Persahabatan kalian telah memberi warna dalam hari-hari penulis, serta menjadi penguat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga silaturahmi ini terus terjaga hingga masa depan.

9. Teman-teman kontrakan

Terima kasih kepada seluruh teman kontrakan yang telah menjadi bagian dari keseharian penulis selama menempuh pendidikan. Suasana kekeluargaan, saling

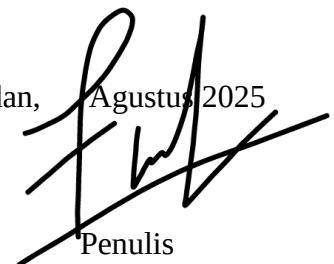
pengertian, serta kerja sama yang terjalin di dalam kontrakan telah memberikan rasa nyaman dan kebersamaan yang luar biasa. Dukungan kalian menjadi penyemangat di tengah lelah dan kejenuhan selama menyusun tugas akhir ini.

10. Diri sendiri

Terakhir namun tidak kalah penting, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas segala ketekunan, kesabaran, dan usaha yang telah dilakukan. Menjalani proses skripsi bukanlah hal mudah, namun penulis mampu bertahan, belajar dari setiap kesalahan, dan terus melangkah maju meski seringkali dilanda rasa lelah dan ragu. Semoga pencapaian ini menjadi batu loncatan untuk meraih hal-hal yang lebih besar di masa depan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam proposal ini, baik dari segi teknis maupun penulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang.

Medan, Agustus 2025



Penulis

**Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan NFC
Untuk Pengelolaan Akses Kendaraan Sepeda
Motor Di Kampus UMSU**

ABSTRAK

Sistem parkir yang masih bersifat manual seringkali menjadi penyebab terjadinya antrean panjang, kesalahan pencatatan, serta lemahnya pengawasan terhadap kendaraan yang keluar-masuk area kampus. Hal ini menimbulkan ketidaknyamanan baik bagi mahasiswa maupun pihak keamanan kampus. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem parkir otomatis berbasis teknologi *Near Field Communication* (NFC) dan *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengelola akses kendaraan secara otomatis dan real-time. Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai otak pengendali, dilengkapi dengan modul NFC RC522, sensor ultrasonik, dan servo motor untuk mengatur palang parkir. Data pengguna dan waktu akses disimpan secara otomatis ke dalam *database Firebase* yang dapat dipantau oleh pihak kampus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kartu NFC dengan cepat, membuka palang secara otomatis, serta mencatat log akses kendaraan dengan baik. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi modern dalam pengelolaan parkir kampus yang lebih efisien, aman, dan praktis.

Kata Kunci: Sistem Parkir Otomatis, NFC, IoT, ESP32, *Firebase*

Design and construction of a parking system using NFC to manage motorcycle access on the UMSU campus

ABSTRACT

The manual parking system often results in long queues, registration errors, and weak monitoring of vehicles entering and exiting campus areas. This creates inconvenience for both students and campus security. Therefore, this research designed an automated parking system based on Near Field Communication (NFC) and Internet of Things (IoT) technology capable of managing vehicle access automatically and in real-time. The system uses an ESP32 microcontroller as the control center, equipped with an RC522 NFC module, ultrasonic sensors, and servo motors to control the parking barrier. User data and access times are automatically stored in a Firebase database, which can be monitored by campus officials. Test results show that the system can quickly read NFC cards, automatically open the barrier, and effectively log vehicle access. This system is expected to become a modern solution for more efficient, safe, and practical campus parking management.

Keywords: Automated Parking System, NFC, IoT, ESP32, Firebase

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Teknologi NFC (Near Field Commucation)	8
2.3 Internet of Things (IoT)	10
2.4 Sistem Parkir Otomatis	11
2.5 Mikrokontroller.....	12
2.6 Sensor Dan Aktuator.....	13
2.7 Basis Data Dan Server	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	16
3.3 Analisis Kebutuhan.....	17

3.4 Metode Perancangan	17
3.5 Sistem yang Dirancang	17
3.6 Data Penelitian	17
3.7 Diagram Sistem Alat.....	19
3.8 Alat dan Bahan.....	20
3.9 Perancangan Alat Mikrokontroller.....	21
3.10 Perancangan Perangkat Lunak	23
3.11 Flowchart Alur Sistem	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Analisis Sistem Parkir Sebelumnya	28
4.2 Skematik Wiring Sistem Smart Parking	28
4.3 Perancangan Sistem Parkir Menggunakan Teknologi NFC.....	32
4.4 Pengujian Sistem yang Telah Dibuat	32
4.4.1 Pengujian Kartu NFC.....	32
4.4.2 Pengujian Servo Motor	32
4.4.3 Pengujian Pengiriman Data ke Database	33
4.5 Tampilan Website untuk Admin Kampus.....	33
4.6 Kelebihan Sistem Parkir yang Dibuat	33
4.7 Kekurangan atau Keterbatasan Sistem.....	34
4.8 Evaluasi.....	34
4.9 Dokumentasi Sistem	35
4.10 Tabel Pengujian Sistem.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat Dan Bahan.....	21
Tabel 4.1 Tabel Pengujian.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NFC.....	9
Gambar 2.2 IoT.....	10
Gambar 2.3 Sistem Parkir.....	12
Gambar 2.4 Mikrokontroller.....	12
Gambar 2.5 Sensor dan Aktuator.....	14
Gambar 2.6 Basis Data	15
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Alat.....	19
Gambar 3. 2 Perancangan Alat	21
Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Lunak.....	23
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem	26
Gambar 4.1 Skematik Wiring	29
Gambar 4.2 Tampilan Firebase.....	35
Gambar 4.3 Tampilan LCD	36
Gambar 4.4 Tampilan Website	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam lingkungan kampus yang memiliki jumlah mahasiswa yang tinggi dan aktivitas kendaraan yang padat, masalah perparkiran menjadi salah satu tantangan yang harus segera ditangani. Permasalahan parkir di lingkungan kampus merupakan hal krusial yang perlu segera dicarikan solusinya. Menurut (Winarsih & Mahendra, 2022), sistem parkir harus mampu memberikan kepraktisan, keamanan, dan kenyamanan bagi pengemudi kendaraan, khususnya dalam konteks efisiensi penggunaan lahan yang terbatas. Mereka merancang sistem parkir otomatis menggunakan RFID dan mikrokontroler AT89S51 yang memungkinkan kendaraan diparkir secara otomatis di tempat yang telah ditentukan, hanya dengan menempelkan kartu RFID. Dengan sistem ini, pengemudi tidak perlu lagi mencari tempat parkir secara manual karena lokasi parkir telah ditentukan oleh sistem, dan semua proses dilakukan dengan bantuan sensor dan motor penggerak. Konsep otomatisasi ini sangat penting untuk mengatasi keterbatasan ruang serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan parkir di area publik seperti kampus.

Di sisi lain, studi oleh (Trengginas et al., 2022) menyoroti bahwa sistem parkir manual masih sering menimbulkan masalah, seperti penumpukan kendaraan, keamanan yang minim, dan tidak adanya data real-time terkait siapa pemilik kendaraan yang sedang parkir. Mereka menekankan pentingnya integrasi Internet of Things (IoT) dan RFID dalam sistem parkir kampus sebagai upaya untuk menciptakan sistem yang otomatis, terintegrasi, dan mampu menyimpan data kendaraan secara langsung ke server. Bagus Lantip Trengginas dan rekan (2022) mengangkat permasalahan parkir manual di kampus Universitas Buana Perjuangan (UBP) Karawang, yang masih menggunakan kartu parkir yang dibuat secara manual oleh petugas. Hal ini menyebabkan penumpukan kendaraan, antrean panjang, dan kurangnya keamanan karena tidak adanya data terintegrasi yang dapat digunakan untuk

memantau kendaraan. Sebagai solusinya, mereka merancang sistem parkir otomatis berbasis IoT dengan menggunakan RFID dan NodeMCU yang dapat mengatur pembukaan palang parkir serta menyimpan data kendaraan ke dalam database secara real-time. Sistem ini juga memungkinkan penggunaan e-KTP sebagai kartu akses bagi tamu atau pengguna umum. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi RFID dan IoT dalam sistem parkir kampus dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan, mengurangi kesalahan pencatatan, dan memberikan keamanan yang lebih baik.

Sejalan dengan itu, (Zein, 2023) menegaskan bahwa pengelolaan parkir yang buruk dapat memberikan citra negatif di mata pengguna jasa parkir, terutama ketika sistem tidak mampu memberikan kelancaran dan rasa aman. Untuk itu, teknologi RFID hadir sebagai solusi modern yang mampu menjawab kebutuhan akan sistem parkir yang aman, efisien, dan cepat dalam proses identifikasi. Oleh karena itu, ia mengembangkan prototipe sistem parkir menggunakan teknologi RFID dan Arduino Uno sebagai solusi otomatisasi untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna. Dalam sistem yang dikembangkan, RFID digunakan sebagai alat identifikasi pengguna parkir, sedangkan Arduino Uno mengontrol pembukaan palang parkir secara otomatis melalui motor servo. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan RFID dalam sistem parkir memberikan efisiensi waktu, mengurangi antrean kendaraan, serta memastikan hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat masuk ke area parkir. Dengan pendekatan ini, sistem parkir tidak hanya lebih cepat, tetapi juga lebih aman dan terkendali.

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, berbagai aspek kehidupan mulai bertransformasi ke arah sistem digital dan otomatis. Salah satu kebutuhan penting dalam lingkungan kampus adalah sistem manajemen parkir yang efisien dan aman. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) sebagai institusi pendidikan tinggi yang terus berkembang, memiliki populasi mahasiswa yang tinggi serta intensitas kendaraan roda dua yang cukup padat setiap harinya. Hal ini menuntut adanya sistem parkir yang tidak hanya praktis, tetapi juga mampu memberikan jaminan keamanan serta

kemudahan akses bagi penggunanya. Sistem parkir yang saat ini diterapkan di lingkungan kampus UMSU masih bersifat semi-manual, di mana mahasiswa diwajibkan menunjukkan STNK atau KTM kepada petugas keamanan ketika keluar dari area kampus. Proses ini kerap kali menyebabkan antrean panjang, kurang efisien, serta berisiko tinggi terhadap pemalsuan data atau kehilangan dokumen. Selain itu, dalam beberapa kasus, mahasiswa yang tidak membawa STNK maupun KTM akan mengalami kesulitan untuk keluar dari area kampus, sehingga mengganggu kenyamanan dan kelancaran aktivitas. Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem otomatisasi parkir yang modern dan aman. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah dengan menggunakan teknologi NFC (Near Field Communication).

Teknologi ini memungkinkan pertukaran data dalam jarak dekat dan dapat diintegrasikan pada kartu KTM atau smartphone mahasiswa. Dengan sistem ini, proses keluar-masuk kendaraan dapat dilakukan hanya dengan menempelkan kartu atau perangkat yang sudah terdaftar ke pembaca NFC di gerbang parkir. Integrasi NFC dengan sistem berbasis IoT (Internet of Things) juga memungkinkan data kendaraan dan pemiliknya tercatat secara otomatis dan real-time. Hal ini akan sangat membantu pihak kampus dalam melakukan pengawasan, pengelolaan data, serta peningkatan keamanan di area parkir. Jika terjadi kehilangan kendaraan, data log dari sistem dapat dijadikan acuan dalam proses penelusuran. Selain itu, sistem ini juga dapat dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan tamu atau mahasiswa yang belum memiliki kartu NFC dengan menyediakan guest access. Dengan demikian, sistem parkir yang dibangun akan menjadi lebih fleksibel, terintegrasi, dan adaptif terhadap berbagai skenario di lingkungan kampus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana merancang sistem parkir mahasiswa menggunakan teknologi NFC dan IoT di Kampus UMSU?
- b. Bagaimana cara sistem parkir tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan akses kendaraan mahasiswa?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan utama, maka batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem hanya difokuskan pada kendaraan roda dua (sepeda motor) milik mahasiswa UMSU.
- b. Teknologi yang digunakan adalah NFC berbasis kartu dengan dukungan IoT.
- c. Sistem ini hanya mengatur proses keluar-masuk kendaraan di area gerbang parkir kampus.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Untuk merancang sistem parkir mahasiswa menggunakan teknologi NFC dan IoT di Kampus UMSU.
- b. Untuk menghasilkan sistem parkir yang mampu meningkatkan efisiensi dan keamanan akses kendaraan mahasiswa melalui proses otomatisasi dan pencatatan digital.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Untuk Kampus

1. Sistem parkir otomatis berbasis NFC ini membantu kampus dalam mengelola akses kendaraan secara digital dan real-time, sehingga pengawasan terhadap kendaraan yang keluar-masuk menjadi lebih efektif.
2. Data kendaraan yang tercatat secara otomatis dapat digunakan sebagai perencanaan kapasitas parkir, serta dokumentasi keamanan.
3. Sistem ini juga mendukung transformasi digital kampus menuju konsep Smart Campus, yang mengedepankan efisiensi, akurasi data, dan teknologi terintegrasi.

b. Untuk Mahasiswa

1. Memberikan kemudahan dalam akses masuk dan keluar area parkir kampus tanpa perlu menunjukkan STNK atau KTM secara manual.
2. Mempercepat proses parkir karena verifikasi dilakukan secara otomatis menggunakan NFC, sehingga mengurangi antrean kendaraan.
3. Meningkatkan rasa aman dan kenyamanan, karena data kendaraan terekam di database yang dapat dilacak bila terjadi masalah seperti kehilangan kendaraan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Tria Ananda Suryani, Lindawati, dan Mohammad Fadhli (2024) dalam penelitiannya mengembangkan prototipe sistem *smart parking* berbasis Internet of Things dengan fitur integrasi *parking lock* menggunakan QR Code sebagai metode autentikasi pengguna. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya jumlah kendaraan roda empat di kota-kota besar yang menyebabkan berbagai persoalan pengelolaan parkir, seperti kehilangan tiket parkir konvensional, kurangnya informasi real-time, serta tidak optimalnya pengelolaan lahan parkir. Sistem yang mereka bangun memanfaatkan sensor IR obstacle untuk mendeteksi keberadaan kendaraan secara akurat dan real-time, serta QR Code untuk verifikasi identitas pengguna yang telah melakukan pemesanan slot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi 100% dalam deteksi slot parkir dan pemindaian QR Code dengan rata-rata kecepatan 2,88 detik. Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan IoT dan QR Code dapat menjadi solusi efektif untuk menciptakan sistem parkir cerdas yang efisien, aman, dan nyaman, khususnya di area publik seperti pusat perbelanjaan dan kampus. (SURYANI et al., 2024)

Bagas Lantip Trengginas bersama tim penelitiannya dari Universitas Buana Perjuangan Karawang mengembangkan sistem parkir otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang menggabungkan teknologi RFID dan e-KTP sebagai alat autentikasi. Mereka merancang sebuah sistem yang memungkinkan pengguna hanya cukup menempelkan e-KTP atau kartu RFID pada pemindai, yang kemudian akan diidentifikasi dan dicocokkan dengan data yang ada pada database. Jika terverifikasi, maka sistem akan mengaktifkan servo motor untuk membuka palang parkir, dan informasi lokasi parkir ditampilkan pada LCD 16x2. Sistem ini dibangun dengan Arduino Mega 2560, sensor jarak ultrasonik, serta koneksi jaringan internet untuk pengelolaan data secara real-time. Menurut para peneliti,

pendekatan ini memberikan sejumlah keunggulan, antara lain efisiensi waktu, pengurangan antrean, serta pencatatan identitas kendaraan secara digital. Mereka juga menambahkan fitur perhitungan fuzzy logic yang digunakan untuk menentukan ketersediaan dan pengalokasian tempat parkir secara otomatis. Hal ini membuat sistem lebih cerdas dalam menyesuaikan kondisi aktual di lapangan, terutama pada jam sibuk atau ketika kapasitas parkir mulai terbatas. Dari hasil pengujian, sistem dapat bekerja dengan akurasi lebih dari 95% dan respons yang stabil terhadap berbagai skenario uji. Mereka menekankan bahwa sistem ini cocok diterapkan pada institusi pendidikan atau perkantoran yang membutuhkan manajemen parkir yang aman dan efisien. Meskipun sistem ini menggunakan RFID, pendekatan dan arsitekturnya sangat mungkin dikembangkan menggunakan teknologi NFC, yang memiliki keunggulan dalam hal keamanan data dan kemudahan integrasi dengan perangkat mobile. (Trengginas et al., 2022)

Menurut (Winarsih & Mahendra, 2022) dalam penelitiannya yang berjudul “Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler AT89S51”, sistem parkir otomatis dirancang untuk memberikan solusi terhadap masalah keterbatasan lahan dan efisiensi parkir di lingkungan padat kendaraan. Dalam penelitiannya, mereka menggunakan RFID sebagai alat identifikasi kendaraan, di mana kartu RFID digunakan oleh pengguna untuk memicu sistem otomatisasi parkir. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler AT89S51 sebagai pusat kendali yang bertugas membaca ID kartu, menentukan ketersediaan slot parkir, dan mengatur gerakan motor penggerak pallet parkir secara otomatis melalui rangkaian driver dan gearbox motor DC. Mereka menyebutkan bahwa sistem ini dilengkapi dengan berbagai sensor photointerruptor yang berfungsi sebagai pendeteksi posisi kendaraan serta limit switch, untuk membatasi gerakan motor di setiap sumbu X, Y, dan Z. Sistem ini juga disempurnakan dengan indikator LED dan buzzer yang memberikan umpan balik kepada pengguna saat kendaraan telah berhasil terparkir atau saat proses pengambilan kendaraan dilakukan. (Winarsih & Mahendra, 2022)

Berdasarkan hasil kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi berbasis NFC, RFID, dan IoT dalam sistem parkir telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan kendaraan. Berbagai metode dan pendekatan seperti penggunaan sensor ultrasonik, verifikasi berbasis cloud, hingga logika fuzzy telah berhasil memberikan kontribusi positif terhadap sistem parkir otomatis yang lebih modern. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada implementasi RFID atau QR Code, yang memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas penggunaan dan keamanan data. Melalui penelitian ini, penulis berinisiatif untuk mengembangkan sistem parkir otomatis berbasis NFC yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan cloud database, dengan fokus pada penerapan di lingkungan kampus. Pemilihan NFC sebagai teknologi utama didasarkan pada keunggulannya yang lebih aman dan nyaman dibanding RFID biasa, karena bisa langsung diintegrasikan ke dalam kartu KTM atau smartphone mahasiswa. Sistem ini tidak hanya mendukung efisiensi akses kendaraan, tetapi juga memungkinkan pencatatan data secara otomatis dan real-time melalui jaringan internet. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem parkir yang dirancang dapat menjadi solusi terhadap permasalahan antrean, kehilangan dokumen, serta keterbatasan pemantauan yang masih terjadi pada sistem parkir manual. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang pengembangan sistem akses kendaraan kampus berbasis identitas digital yang lebih terstandarisasi dan adaptif terhadap perkembangan teknologi ke depan.

2.2 Teknologi NFC (Near Field Commucation)

NFC adalah teknologi komunikasi nirkabel jarak pendek yang memungkinkan pertukaran data antara dua perangkat yang berdekatan, biasanya kurang dari 10 cm. NFC banyak digunakan pada sistem pembayaran digital, identifikasi, dan akses kontrol karena praktis, cepat, dan aman. Dalam penelitian ini, NFC digunakan sebagai alat identifikasi mahasiswa saat keluar-masuk gerbang parkir kampus. Dalam konteks sistem parkir

otomatis berbasis IoT, penggunaan NFC sangat relevan karena memungkinkan integrasi data kendaraan dan identitas pengguna secara langsung ke dalam sistem berbasis cloud. Hal ini memungkinkan pencatatan aktivitas masuk dan keluar kendaraan secara real-time serta mempermudah proses monitoring oleh pihak pengelola parkir. Dibandingkan dengan RFID yang lebih banyak digunakan pada jarak menengah, NFC menawarkan solusi yang lebih presisi, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengelolaan parkir di lingkungan kampus. Penggunaan NFC juga sangat relevan dengan konsep Internet of Things (IoT), karena dapat dikombinasikan dengan sistem berbasis cloud untuk menyimpan, menganalisis, dan mengelola data secara otomatis dan real-time. Ini sangat membantu pihak kampus dalam memantau keluar-masuk kendaraan mahasiswa, mengevaluasi data penggunaan parkir, serta meningkatkan keamanan area kampus secara keseluruhan. Integrasi ini juga memungkinkan pengembangan sistem lanjutan seperti deteksi pelanggaran akses, sistem peringatan dini jika kendaraan dicurigai hilang, hingga integrasi ke sistem keuangan kampus jika nantinya parkir diterapkan sistem berbayar.



Gambar 2.1 NFC

2.3 Internet of Things (IoT)

IoT merupakan konsep penghubungan perangkat elektronik melalui internet untuk saling bertukar data. Dalam sistem parkir ini, IoT berfungsi untuk mengirimkan data dari perangkat pembaca NFC ke server secara real-time agar dapat dicatat dan dianalisis secara langsung. Dalam konteks sistem parkir otomatis berbasis NFC, IoT berperan penting dalam menghubungkan modul NFC reader, mikrokontroler ESP32, serta sistem basis data berbasis cloud. Ketika kartu NFC dibaca, data dikirim secara otomatis melalui koneksi internet ke server, yang kemudian memverifikasi identitas pengguna. Jika valid, sistem akan memberi perintah ke perangkat aktuator (misalnya servo motor) untuk membuka atau menutup palang parkir. IoT juga memberikan kemudahan pemeliharaan sistem karena administrator dapat mengakses dashboard monitoring dari mana saja selama terhubung ke internet. Sistem dapat dikonfigurasi untuk mengirimkan notifikasi jika terjadi gangguan seperti koneksi gagal, komponen rusak, atau akses tidak sah. Hal ini memberikan nilai tambah dalam hal keamanan, efisiensi operasional, dan kemudahan pengelolaan. Secara keseluruhan, penerapan IoT dalam sistem parkir berbasis NFC ini menjadikan proses manajemen akses kendaraan menjadi lebih cerdas, cepat, aman, dan transparan. IoT bukan hanya memungkinkan otomatisasi, tetapi juga menghadirkan peluang integrasi dan analisis data jangka panjang yang bermanfaat bagi pengambilan keputusan pengelola kampus atau instansi yang bersangkutan



Gambar 2.2 IoT

2.4 Sistem Parkir Otomatis

Sistem parkir otomatis adalah sistem yang dirancang untuk mengatur keluar-masuk kendaraan tanpa intervensi manusia secara langsung. Sistem ini meningkatkan efisiensi dan keamanan, serta meminimalkan antrean dan penyalahgunaan akses parkir.

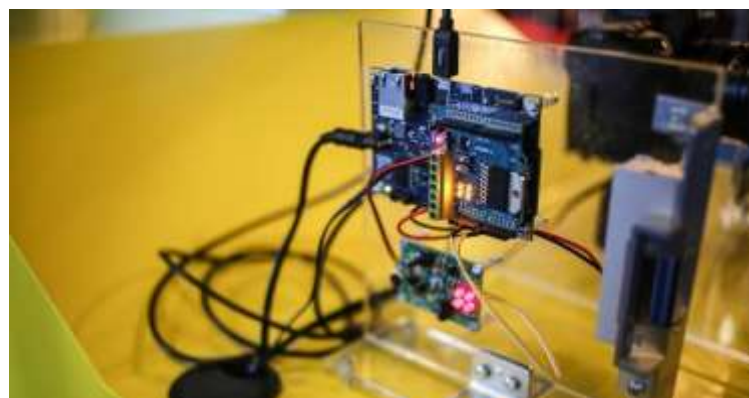
Dalam konteks implementasi di lingkungan kampus, sistem parkir otomatis sangat dibutuhkan karena dapat membantu mengatur lalu lintas kendaraan mahasiswa yang padat, mencatat data kendaraan secara digital, dan menghindari praktik penyalahgunaan area parkir. Sistem ini juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan kampus, misalnya dengan memberikan akses berbeda bagi dosen, mahasiswa, atau tamu melalui tingkat otorisasi tertentu. Lebih lanjut, sistem ini juga berpotensi untuk diintegrasikan dengan sistem keuangan kampus, misalnya untuk penerapan tarif parkir berbasis digital. Pengguna dapat dikenakan biaya parkir yang terintegrasi dengan sistem informasi akademik, dan pembayaran bisa dilakukan secara non-tunai melalui aplikasi atau sistem e-wallet. Selain aspek keuangan, sistem ini juga bisa menjadi bagian dari sistem keamanan kampus, misalnya dengan mencatat nomor plat kendaraan atau dihubungkan ke CCTV dan sistem peringatan dini. Dengan perkembangan teknologi yang semakin cepat, sistem parkir otomatis di kampus tidak hanya menjadi solusi praktis, tetapi juga menjadi bagian dari transformasi digital dalam manajemen fasilitas pendidikan. Sistem ini tidak hanya memudahkan pengguna, tetapi juga membantu pihak pengelola dalam menjaga keamanan, meningkatkan efisiensi, dan mengoptimalkan penggunaan lahan parkir.



Gambar 2.3 Sistem Parkir

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler seperti ESP32 digunakan sebagai otak dari sistem, yang menghubungkan sensor, pembaca NFC, dan koneksi ke internet. ESP32 mendukung Wi-Fi dan Bluetooth, menjadikannya ideal untuk proyek berbasis IoT. Dalam konteks sistem parkir otomatis, mikrokontroler digunakan untuk membaca data dari NFC reader, mencocokkan ID dengan data yang tersimpan, kemudian mengirimkan sinyal ke servo motor untuk membuka atau menutup palang parkir. Selain itu, mikrokontroler juga dapat menampilkan status sistem melalui LCD, serta mengirimkan log data ke server melalui koneksi internet secara real-time. Fungsinya yang multifungsi, hemat daya, dan mudah diprogram membuat mikrokontroler menjadi komponen kunci dalam pengembangan sistem otomatisasi modern, termasuk dalam skala kecil seperti proyek kampus maupun skala besar seperti parkir publik dan komersial.



Gambar 2.4 Mikrokontroler

2.6 Sensor Dan Aktuator

Dalam sistem otomatis berbasis IoT seperti parkir digital ini, sensor dan aktuator merupakan komponen penting yang bertanggung jawab terhadap interaksi antara sistem dengan lingkungan fisik. Sensor berfungsi sebagai perangkat input yang bertugas mendeteksi kondisi atau peristiwa tertentu di lingkungan sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Sementara itu, aktuator berfungsi sebagai perangkat output yang akan merespons instruksi dari mikrokontroler untuk melakukan tindakan fisik yang nyata, seperti menggerakkan palang atau memberikan notifikasi suara. Dalam penelitian ini, sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04, yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek (dalam hal ini kendaraan) berdasarkan jarak. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dari pin “trig”, kemudian menerima pantulan gelombang tersebut melalui pin “echo”. Berdasarkan waktu tempuh gelombang tersebut, mikrokontroler dapat menghitung jarak antara sensor dan objek di depannya. Apabila jarak tersebut sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan, maka sistem menganggap bahwa ada kendaraan di depan palang. Kehadiran sensor ini sangat krusial karena bertugas menyaring validasi akses kendaraan. Tidak hanya cukup dengan kartu NFC yang valid, sistem juga harus memastikan bahwa kendaraan memang benar-benar berada di lokasi yang seharusnya. Hal ini penting untuk mencegah penyalahgunaan akses, seperti pengguna yang hanya menempelkan kartu tanpa membawa kendaraan atau tindakan iseng yang dapat merusak efisiensi sistem. Sensor juga berguna untuk mengatur waktu buka/tutup palang, serta memastikan bahwa kendaraan telah benar-benar lewat sebelum palang ditutup kembali.

Sensor dalam sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan sensor infrared, kamera deteksi plat nomor (ANPR), atau sensor berat, tergantung skala dan kompleksitas sistem. Penggunaan sensor ultrasonik pada tahap awal ini dinilai cukup akurat, ekonomis, dan mudah diprogram, sehingga ideal untuk prototipe sistem parkir

otomatis kampus. Sementara itu, aktuator adalah bagian dari sistem yang menjalankan perintah fisik berdasarkan keputusan dari mikrokontroler. Secara keseluruhan, kombinasi antara sensor dan aktuator dalam sistem ini menjadikan sistem parkir otomatis lebih cerdas dan adaptif, karena mampu mendeteksi keadaan di lingkungan nyata dan memberikan respons yang sesuai. Komponen ini juga menjadikan sistem mampu beroperasi secara mandiri tanpa pengawasan manual, sehingga sangat mendukung otomatisasi layanan di kampus modern.



Gambar 2.5 Sensor dan Aktuator

2.7 Basis Data Dan Server

Sistem menggunakan database untuk menyimpan informasi mahasiswa dan kendaraan. Server juga memungkinkan pemantauan dan pelaporan akses kendaraan secara digital. Dalam konteks sistem parkir otomatis, basis data digunakan untuk menyimpan informasi identitas pengguna seperti nomor induk mahasiswa (NIM), ID kartu NFC, data kendaraan, waktu masuk dan keluar, serta log aktivitas akses kendaraan. Data ini bersifat dinamis dan perlu disimpan secara aman agar dapat diakses kapan saja, terutama untuk keperluan verifikasi, pemantauan, dan pelacakan jika terjadi insiden seperti kehilangan kendaraan.



Gambar 2.6 Basis Data

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), namun hanya digunakan sebagai objek penelitian. Artinya, lokasi kampus UMSU dipilih sebagai contoh penerapan sistem, sementara perangkat keras dan sistem yang dirancang tidak langsung dipasang di lokasi kampus secara nyata. Alat dan sistem yang dibangun hanya berupa prototype atau miniatur yang menyerupai gerbang parkir kampus secara skematik dan fungsional. Pembuatan prototype dilakukan di kos di mana peneliti merancang, merakit, dan menguji alat dalam skala kecil. Penelitian ini berlangsung selama bulan Juni hingga Agustus 2025, yang mencakup tahap studi literatur, desain perangkat keras dan lunak, implementasi sistem, serta pengujian dan analisis hasil.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang akurat dan relevan dalam mendukung rancangan sistem, peneliti menggunakan dua metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Observasi: Peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi dan proses parkir mahasiswa di kampus UMSU. Hal ini meliputi sistem keluar-masuk kendaraan, proses pemeriksaan oleh petugas, serta hambatan-hambatan yang terjadi di lapangan seperti antrian atau keterlambatan validasi identitas.
- b. Studi Literatur: Peneliti mengkaji berbagai referensi dari jurnal ilmiah, skripsi sebelumnya, artikel teknologi, dan dokumentasi pengembangan sistem parkir otomatis berbasis IoT dan NFC. Tujuannya untuk memperkuat landasan teori dan mengetahui pendekatan teknologi yang relevan dengan kebutuhan sistem.

3.3 Analisis Kebutuhan

Agar sistem yang dibangun sesuai dengan tujuan, penulis terlebih dahulu menganalisis kebutuhan sebagai berikut:

1. Perangkat Keras: ESP32, Modul NFC RC522, Kartu NFC, Sensor Ultrasonik, Servo Motor, LCD *Display*, *Power Supply*
2. Perangkat Lunak: Arduino IDE, Firebase, Aplikasi monitoring berbasis web untuk admin

3.4 Metode Perancangan

Dalam membangun sistem ini, penulis menggunakan pendekatan prototyping. Metode ini dipilih agar sistem bisa dikembangkan secara bertahap dan langsung diuji pada pengguna. Setiap tahapan dimulai dari desain rangkaian, penulisan program, uji coba, dan revisi berdasarkan hasil pengujian.

3.5 Sistem yang Dirancang

Sistem bekerja dengan prinsip pembacaan UID dari kartu NFC, lalu memverifikasi data dengan database Firebase. Jika kartu valid dan sensor mendeteksi kendaraan, maka palang parkir akan terbuka otomatis. Informasi seperti waktu akses dan nama pengguna langsung disimpan ke dalam database.

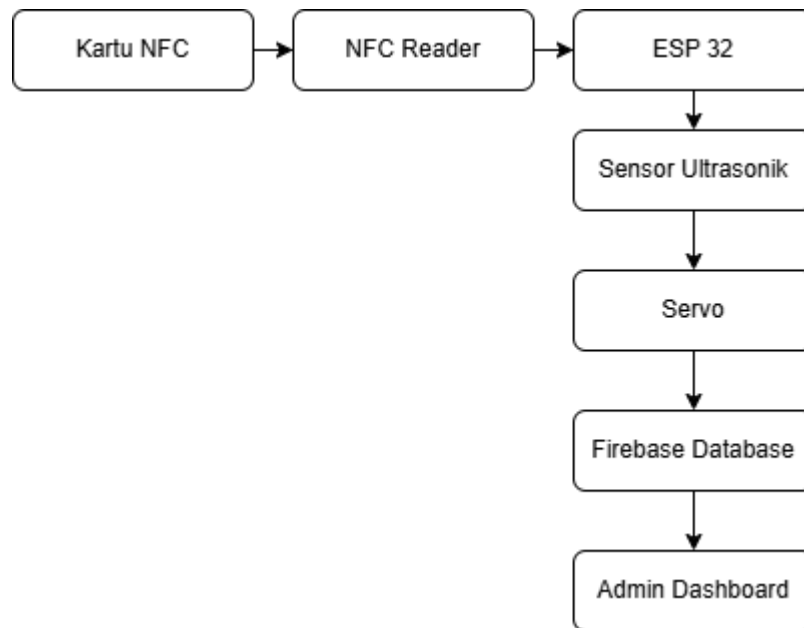
3.6 Data Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, data yang dikumpulkan terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu data primer dan data sekunder, yang keduanya berperan penting dalam merancang dan menguji sistem parkir otomatis berbasis NFC dan IoT di lingkungan kampus. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil observasi lapangan, serta uji coba langsung terhadap alat yang dirancang. Data ini mencakup informasi terkait frekuensi kendaraan mahasiswa yang keluar masuk kampus setiap hari, kendala yang dihadapi pada sistem parkir manual yang ada saat ini, serta respon pengguna terhadap prototipe sistem. Selain itu, data primer juga diperoleh dari hasil pengujian sistem seperti waktu rata-rata

validasi NFC, keberhasilan pembacaan kartu, dan respons aktuator (servo palang parkir) terhadap perintah dari mikrokontroler.

Data sekunder diperoleh dari studi pustaka, jurnal ilmiah, laporan penelitian terdahulu, serta dokumentasi kampus yang berkaitan dengan pengelolaan parkir dan jumlah kendaraan mahasiswa. Beberapa literatur penting yang digunakan antara lain membahas tentang teknologi NFC, mikrokontroler ESP32, sistem otomatisasi parkir berbasis IoT, serta pengelolaan database cloud seperti Firebase. Data sekunder ini menjadi dasar teoritis dalam merancang sistem serta membandingkan efektivitas pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini dengan sistem serupa di penelitian terdahulu. Seluruh data yang diperoleh dianalisis untuk memahami karakteristik sistem parkir yang ideal di lingkungan kampus, kemudian dijadikan dasar dalam tahap perancangan alat. Data tersebut juga digunakan dalam proses verifikasi dan validasi sistem, untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan benar-benar mampu menyelesaikan permasalahan yang ada, seperti antrean kendaraan, ketergantungan pada dokumen fisik, dan kurangnya pencatatan akses kendaraan secara digital. Dengan penggabungan antara data primer dan sekunder, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga relevan dengan kebutuhan pengguna dan siap untuk diimplementasikan secara nyata di kampus.

3.7 Diagram Sistem Alat



Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Alat

- a. Kartu NFC Kartu ini digunakan sebagai media identitas pengguna. Setiap mahasiswa memiliki kartu dengan UID (Unique Identifier) yang berbeda. Saat kartu didekatkan ke NFC reader, UID akan dikirim ke sistem sebagai input utama.
- b. NFC Reader (RC522) Berfungsi untuk membaca UID dari kartu NFC. Modul ini terhubung langsung ke mikrokontroler ESP32 dan hanya bekerja dalam jarak pendek, yang membuatnya lebih aman dari pembacaan tidak sah.
- c. Mikrokontroler ESP32 Komponen utama sistem yang mengendalikan logika kerja seluruh perangkat. ESP32 memproses data dari NFC reader, mengakses database online (Firestore), mengendalikan aktuator, dan mencatat log aktivitas.
- d. Sensor Ultrasonik Berfungsi untuk mendeteksi apakah terdapat kendaraan di depan palang parkir. Informasi ini penting agar palang hanya terbuka jika ada kendaraan yang benar-benar menunggu akses.
- e. Firestore (Basis Data Cloud) Database online tempat menyimpan data pengguna, UID NFC, dan catatan log akses. Firestore dipilih karena mendukung komunikasi real-time dan integrasi langsung dengan ESP32 melalui Wi-Fi.

- f. Servo motor untuk membuka atau menutup palang. LCD display untuk menampilkan status akses..
- g. Dashboard Admin (Monitoring) Antarmuka untuk memantau log akses kendaraan yang terekam di Firebase. Fitur ini memudahkan pihak kampus untuk melakukan pengecekan dan kontrol keamanan secara digital.

3.8 Alat dan Bahan

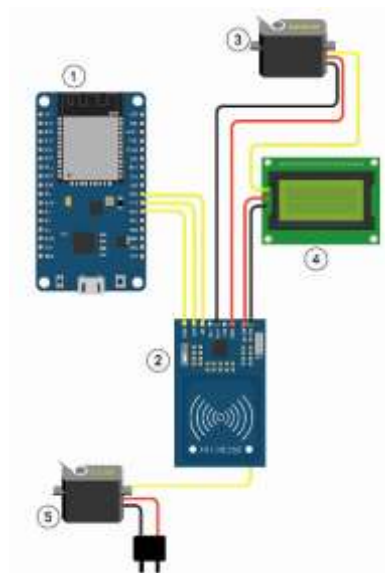
Alat dan bahan yang digunakan meliputi:

No	Gambar	Nama Alat/Bahan	Fungsi
1		ESP32	Mikrokontroler utama untuk mengendalikan sistem
2		Modul NFC RC522	Membaca Kartu NFC
3		Kartu NFC	Identitas Mahasiswa
4		Servo Motor	Menggerakkan palang pintu
5		LCD	Menampilkan informasi status
6		Breadboard/Kabel Jumper	Perakitan sistem

7		Sensor Ultrasonik	Untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di depan palang
8		Firestore	Penyimpanan data akses parkir
9		Power Supply	Memberikan daya

Tabel 3. 1 Alat Dan Bahan

3.9 Perancangan Alat Mikrokontroller



Gambar 3. 2 Perancangan Alat

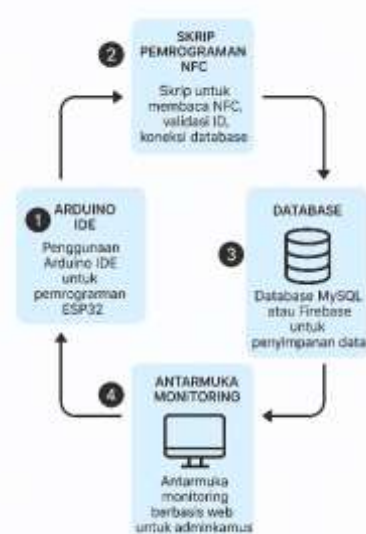
1. ESP32 merupakan mikrokontroler utama dalam sistem ini dan berfungsi sebagai pusat kendali (control unit) seluruh komponen elektronik. Modul ini dipilih karena memiliki dua keunggulan utama: kapasitas pemrosesan yang lebih cepat

dibandingkan Arduino Uno, serta sudah dilengkapi dengan modul Wi-Fi bawaan yang memungkinkan konektivitas internet tanpa perangkat tambahan. Dalam sistem parkir ini, ESP32 bertugas membaca data dari NFC reader, menerima input dari sensor ultrasonik, memproses logika validasi UID, mengakses database Firebase secara real-time, dan mengaktifkan aktuator (servo, LCD, buzzer) berdasarkan hasil keputusan logika. Keunggulan lainnya adalah ESP32 memiliki banyak pin digital dan analog, yang sangat cocok untuk sistem terintegrasi seperti parkir otomatis berbasis IoT.

2. NFC Reader (RC522) – Membaca ID dari Kartu atau Smartphone
RC522 merupakan modul pembaca NFC berbasis SPI yang mampu membaca UID dari kartu atau perangkat yang memiliki fitur NFC, seperti smartphone. Komponen ini sangat penting karena berfungsi sebagai alat input utama yang digunakan oleh mahasiswa untuk mengakses area parkir. Ketika kartu ditempelkan ke pembaca, RC522 akan mengirim UID dalam bentuk data biner ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut. Modul ini juga memiliki jarak pembacaan yang pendek (sekitar 2–5 cm), sehingga lebih aman dari kemungkinan pembacaan tidak sah (unauthorized scanning), menjadikannya cocok untuk sistem autentikasi.
3. Servo Motor – Menggerakkan Palang Parkir
Servo motor (SG90 atau sejenisnya) digunakan untuk membuka dan menutup palang parkir secara otomatis. Motor ini dikendalikan langsung oleh ESP32 berdasarkan hasil verifikasi UID dan deteksi kendaraan. Servo dipilih karena mampu bergerak dengan presisi pada sudut tertentu, sehingga cocok digunakan dalam simulasi sistem palang. Dalam implementasinya, servo akan membuka palang ke sudut 90 derajat ketika akses diterima, lalu menutup kembali setelah beberapa detik. Penggunaan servo memudahkan replikasi sistem fisik palang seperti yang digunakan di lingkungan kampus atau gedung parkir umum.

4. LCD atau LED Indicator – Menampilkan Status Akses LCD 16x2 (dengan modul I2C) digunakan sebagai media output visual untuk menampilkan status sistem, seperti "Akses Diterima", "Akses Ditolak", "Tidak Ada Kendaraan", atau "Koneksi Gagal". LCD ini sangat membantu pengguna dalam mengetahui respon sistem secara langsung. Alternatifnya, jika digunakan LED indikator, maka sistem dapat menampilkan status dengan lampu hijau (akses diberikan) dan lampu merah (akses ditolak). Fungsi tampilan ini bersifat informatif sekaligus meningkatkan interaksi antara sistem dan pengguna.
5. Power Supply – Memberi Daya pada Sistem Seluruh sistem memerlukan catu daya yang stabil agar dapat berfungsi dengan baik. Power supply dapat berupa adaptor 5V, kabel USB, atau power bank jika digunakan secara mobile. ESP32 dan semua komponen pendukung seperti servo, NFC reader, LCD, dan sensor membutuhkan tegangan 3.3V hingga 5V tergantung jenisnya. Pengaturan power supply yang tepat juga membantu menjaga kestabilan sistem, mencegah reset otomatis pada ESP32, dan memastikan bahwa servo tidak kehilangan tenaga saat membuka palang.

3.10 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Lunak

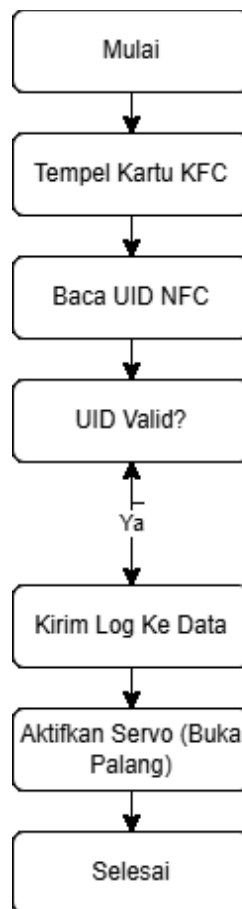
1. Penggunaan Arduino IDE untuk Pemrograman ESP32 Arduino IDE merupakan salah satu platform pengembangan perangkat lunak yang sangat populer dan mudah digunakan untuk pemrograman mikrokontroler, termasuk ESP32. Dengan menggunakan Arduino IDE, pengembang dapat menulis kode dalam bahasa pemrograman C/C++ yang sederhana dan intuitif. ESP32 sendiri adalah modul mikrokontroler yang powerful dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga sangat cocok untuk aplikasi IoT seperti sistem monitoring dan pengenalan identitas menggunakan NFC. Melalui Arduino IDE, pengguna dapat dengan mudah mengatur konfigurasi board ESP32, mengimpor berbagai library pendukung seperti library NFC, Wi-Fi, dan MQTT, serta melakukan proses upload program langsung ke ESP32. Selain itu, Arduino IDE menyediakan fitur serial monitor yang berguna untuk debugging dan pengujian kode secara real-time.
2. Skrip untuk Membaca NFC, Validasi ID, dan Koneksi Database Pada proyek yang melibatkan pembacaan NFC, skrip yang dibuat di Arduino IDE berfungsi untuk mengaktifkan sensor NFC yang terhubung dengan ESP32. Ketika sebuah kartu NFC didekatkan ke sensor, ESP32 akan membaca data ID unik yang tertanam pada kartu tersebut. Setelah data ID berhasil dibaca, sistem akan melakukan proses validasi untuk memastikan apakah ID tersebut terdaftar atau berhak mendapatkan akses. Proses validasi dapat dilakukan dengan dua metode utama. Pertama, ESP32 dapat langsung melakukan query ke database yang tersimpan secara online, misalnya MySQL atau Firebase, melalui koneksi Wi-Fi. Dalam hal ini, ESP32 akan mengirimkan data ID ke server database menggunakan protokol HTTP atau MQTT, kemudian menunggu respon validasi dari server. Kedua, ESP32 dapat menyimpan data ID valid secara lokal dalam memori untuk validasi offline, kemudian menyinkronkan data ke database secara berkala.
3. Koneksi database yang digunakan dalam sistem ini bisa menggunakan MySQL sebagai database relasional yang dikelola pada server kampus, atau menggunakan

Firestore yang merupakan layanan cloud database berbasis NoSQL yang mudah diintegrasikan dengan aplikasi IoT. Firestore juga menyediakan fitur real-time database yang sangat membantu dalam monitoring data secara langsung. Database MySQL atau Firestore untuk Penyimpanan Data Dalam sistem pengelolaan data kartu NFC, database berperan sangat penting sebagai pusat penyimpanan data identitas dan rekam jejak akses. MySQL adalah salah satu pilihan populer karena kemampuannya untuk menyimpan data secara terstruktur dalam tabel-tabel yang mudah diakses dan dikelola menggunakan query SQL. MySQL biasanya di-host pada server kampus yang memiliki kontrol penuh terhadap keamanan dan akses data. Alternatif lain adalah Firestore, yang merupakan platform backend cloud milik Google. Firestore memudahkan pengembang dalam menyimpan dan mengambil data secara real-time melalui API yang sederhana. Keunggulan Firestore adalah kemampuannya dalam menyinkronkan data secara langsung ke berbagai perangkat klien, sehingga sangat cocok untuk aplikasi monitoring berbasis web dan mobile. Penggunaan database yang tepat akan memastikan bahwa data kartu NFC tersimpan dengan aman, dapat diakses dengan cepat, dan dapat dimonitor secara efisien oleh pihak administrasi kampus.

4. Antarmuka Monitoring Berbasis Web untuk Admin Kampus Agar sistem pengenalan kartu NFC dapat dioperasikan dengan baik, dibutuhkan antarmuka monitoring yang user-friendly untuk admin kampus. Antarmuka ini biasanya berupa aplikasi web yang dapat diakses melalui browser komputer atau perangkat mobile. Dengan antarmuka berbasis web, admin dapat memantau status akses, melihat daftar ID yang valid, memantau log aktivitas pengguna, serta mengelola data kartu secara mudah. Antarmuka web juga dapat menampilkan notifikasi secara real-time apabila ada percobaan akses yang tidak sah atau kondisi darurat lainnya. Penggunaan teknologi web modern seperti HTML, CSS, JavaScript, dan framework seperti React atau Vue.js akan membuat tampilan monitoring menjadi

interaktif dan responsif. Selain itu, antarmuka monitoring web dapat diintegrasikan dengan database backend sehingga data yang ditampilkan selalu up-to-date, memungkinkan admin kampus untuk melakukan pengambilan keputusan dengan cepat dan tepat.

3.11 Flowchart Alur Sistem



Gambar 3. 4 Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan alur logika yang dijalankan oleh sistem parkir otomatis dari awal hingga akhir proses. Diagram ini menjadi pedoman dalam implementasi baik pada aspek perangkat keras maupun perangkat lunak karena mencerminkan pengambilan keputusan dan tindakan sistem berdasarkan input tertentu. Alur sistem dimulai dari kondisi standby, di mana mikrokontroler ESP32 telah menyambung ke jaringan Wi-Fi dan siap menerima input dari pengguna. Ketika kartu NFC ditempelkan, UID dibaca oleh modul NFC reader dan dikirim ke Firebase untuk divalidasi. Jika UID

tidak ditemukan di database, maka sistem akan langsung menolak akses, menampilkan pesan "Akses Ditolak" di LCD, Namun, apabila UID ditemukan dan valid, sistem tidak langsung membuka palang. Sistem terlebih dahulu akan memeriksa apakah ada kendaraan di depan palang melalui sensor ultrasonik. Jika tidak ada kendaraan yang terdeteksi, maka proses dibatalkan dan sistem menampilkan pesan "Tidak Ada Kendaraan". Ini bertujuan untuk mencegah akses yang tidak diperlukan, misalnya oleh pengguna iseng atau kesalahan sistem. Jika kendaraan terdeteksi dan UID valid, sistem akan melanjutkan dengan membuka palang melalui servo motor. Selain itu, sistem akan mencatat informasi log berupa UID, waktu, dan status ke Firebase. Notifikasi visual ditampilkan melalui LCD dan buzzer aktif sebagai umpan balik kepada pengguna. Setelah beberapa detik, palang akan menutup kembali dan sistem kembali ke posisi standby, siap untuk melayani pengguna berikutnya.

BAB IV

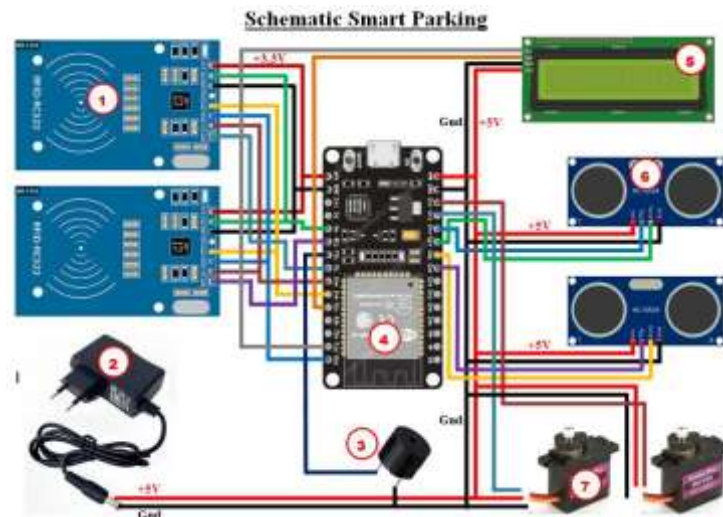
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Sistem Parkir Sebelumnya

Pada sistem parkir sebelumnya di Kampus UMSU, mahasiswa yang membawa kendaraan sepeda motor harus menunjukkan kartu identitas seperti KTM (Kartu Tanda Mahasiswa) atau bahkan STNK (Surat Tanda Nomor Kendaraan) kepada petugas parkir. Proses ini dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu lebih lama, apalagi ketika mahasiswa sedang banyak atau saat jam sibuk seperti waktu masuk kelas pagi. Hal ini membuat antrean kendaraan sering terjadi di pintu masuk maupun pintu keluar parkir kampus. Selain itu, sistem ini juga menyulitkan petugas jika harus mencatat data kendaraan secara manual karena tidak semua kendaraan tercatat dengan rapi. Masalah lain yang sering terjadi adalah rawannya penyalahgunaan. Mahasiswa bisa saja meminjamkan KTM kepada orang lain, sehingga sulit untuk memastikan apakah benar yang masuk adalah pemilik kendaraan yang terdaftar. Karena itulah, sistem manual ini dianggap sudah tidak efisien dan perlu dilakukan inovasi menggunakan teknologi yang lebih canggih.

4.2 Skematik Wiring Sistem Smart Parking

Pada tahap implementasi perangkat keras, sistem parkir berbasis NFC dan IoT ini dirancang dengan memperhatikan koneksi antarkomponen utama yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Skematik wiring sistem ditunjukkan pada Gambar , yang memperlihatkan hubungan antara pembaca NFC, sensor, aktuator, dan modul penampil.



Gambar 4.1 Skematik Wiring

1. RFID RC522 (Reader Masuk dan Keluar)

Dalam sistem ini digunakan dua unit modul RFID RC522 yang masing-masing ditempatkan di gerbang masuk dan keluar. Modul RFID ini berfungsi untuk membaca UID kartu NFC milik mahasiswa. Koneksi modul RC522 dengan ESP32 dilakukan melalui jalur komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface), yang terdiri atas pin SDA, SCK, MOSI, MISO, dan RST. Data hasil pembacaan UID kemudian dikirim ke ESP32 untuk proses validasi dengan database Firebase.

2. Power Supply (Adaptor 5V DC)

Seluruh rangkaian sistem mendapatkan catu daya dari adaptor 5V DC. Tegangan ini didistribusikan ke berbagai komponen, seperti LCD, sensor ultrasonik, buzzer, dan servo motor. Jalur +5V digunakan untuk memberikan tegangan kerja, sedangkan jalur GND digunakan sebagai referensi ground bersama agar sinyal antarkomponen tetap stabil.

3. Buzzer

Sebuah buzzer terhubung dengan salah satu pin digital pada ESP32. Komponen ini berfungsi sebagai indikator bunyi yang memberikan notifikasi setiap kali kartu NFC ditempelkan. Jika kartu valid, buzzer berbunyi singkat sebagai tanda izin

masuk atau keluar. Sebaliknya, jika kartu tidak valid, buzzer akan berbunyi dengan pola berbeda untuk memberi peringatan kepada pengguna.

4. ESP32 (Mikrokontroler Utama)

ESP32 bertindak sebagai pusat kendali seluruh sistem. Modul ini menerima input dari RFID reader dan sensor ultrasonik, kemudian memproses data tersebut untuk memutuskan apakah palang parkir perlu dibuka atau tetap ditutup. ESP32 juga bertugas mengirimkan data hasil pembacaan UID beserta waktu masuk/keluar ke Firebase, serta mengatur tampilan informasi ke LCD. Keunggulan ESP32 adalah adanya dukungan Wi-Fi sehingga sistem dapat terhubung langsung ke jaringan internet untuk mengakses database real-time.

5. LCD I2C 16x2

Sebuah LCD 16x2 dengan modul I2C digunakan untuk menampilkan informasi status secara langsung kepada pengguna. LCD ini menampilkan pesan seperti “Akses Diterima”, “Akses Ditolak”, Nama Mahasiswa, serta Status Masuk/Keluar”. Komunikasi dengan ESP32 menggunakan jalur SDA dan SCL, sehingga lebih sederhana karena hanya membutuhkan dua kabel data.

6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Terdapat dua buah sensor ultrasonik yang dipasang pada jalur masuk dan keluar. Fungsinya adalah mendeteksi keberadaan kendaraan di dekat palang parkir. Data ini penting untuk memastikan bahwa kartu NFC benar-benar digunakan oleh kendaraan yang ada di lokasi, bukan hanya ditempelkan tanpa kendaraan. Sensor ultrasonik akan memberikan sinyal kepada ESP32 untuk menggerakkan servo hanya ketika kendaraan terdeteksi.

7. Servo Motor (Pintu Masuk dan Keluar)

Sistem dilengkapi dengan dua buah servo motor yang masing-masing berfungsi sebagai palang pintu masuk dan pintu keluar. Ketika kartu NFC berhasil divalidasi,

servo akan bergerak membuka palang selama beberapa detik. Setelah kendaraan terdeteksi melewati sensor ultrasonik, servo kembali menutup palang untuk mencegah akses berikutnya tanpa validasi.

Alur Kerja Berdasarkan Skematik Wiring

Secara keseluruhan, alur kerja sistem dari wiring ini adalah sebagai berikut:

- a. Mahasiswa menempelkan kartu NFC pada reader RC522.
- b. Data UID kartu dikirim ke ESP32 untuk dicek ke database Firebase.
- c. Jika kartu terdaftar dan kendaraan terdeteksi oleh sensor ultrasonik, ESP32 memerintahkan servo membuka palang.
- d. Buzzer berbunyi singkat dan LCD menampilkan pesan “Akses Diterima” beserta identitas mahasiswa.
- e. Data waktu masuk/keluar tersimpan otomatis di Firebase dan dapat dilihat melalui dashboard web admin.
- f. Setelah kendaraan melewati sensor, servo menutup kembali palang.
- g. Jika kartu tidak valid, servo tetap tertutup, buzzer berbunyi dengan pola peringatan, dan LCD menampilkan pesan “Akses Ditolak”.
- h. Dengan skematik wiring ini, seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi sehingga sistem parkir berjalan otomatis, cepat, dan terhubung dengan database real-time.

4.3 Perancangan Sistem Parkir Menggunakan Teknologi NFC

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibuatlah sistem parkir yang lebih modern dengan memanfaatkan teknologi NFC (Near Field Communication). Sistem ini memungkinkan mahasiswa hanya cukup menempelkan kartu NFC yang sudah terdaftar ke alat pembaca (reader), dan secara otomatis palang parkir akan terbuka. Di dalam sistem ini, penulis menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama karena ESP32 memiliki koneksi Wi-Fi yang mendukung pengiriman data ke server online. Selain ESP32, digunakan juga modul NFC RC522 untuk membaca kartu NFC milik mahasiswa dan servo motor untuk membuka dan menutup palang parkir. Semua data yang berkaitan dengan waktu masuk dan keluar mahasiswa akan dikirim ke database MySQL secara otomatis melalui jaringan internet. Proses ini berjalan cepat, praktis, dan lebih tertata karena semua data akan tersimpan dalam bentuk digital dan bisa diakses kapan saja oleh pihak kampus melalui website yang telah disediakan.

4.4 Pengujian Sistem yang Telah Dibuat

4.4.1 Pengujian Kartu NFC

Pengujian pertama dilakukan pada kartu NFC yang digunakan oleh mahasiswa. Kartu ini sebelumnya sudah didaftarkan ke dalam sistem. Hasilnya, kartu dapat dikenali dalam waktu kurang dari satu detik. Sistem juga dapat membedakan antara kartu yang valid (terdaftar) dan kartu yang tidak terdaftar. Hal ini sangat penting untuk memastikan hanya mahasiswa yang memang terdaftar yang dapat mengakses area parkir.

4.4.2 Pengujian Servo Motor

Setelah kartu NFC dikenali, maka ESP32 akan mengirimkan perintah ke servo motor untuk membuka palang parkir. Servo motor akan membuka palang selama 5 detik, cukup untuk satu kendaraan masuk, kemudian palang akan tertutup kembali secara otomatis. Dalam pengujian yang dilakukan sebanyak 2 kali

simulasi, sistem dapat membuka dan menutup palang tanpa mengalami kendala atau error.

4.4.3 Pengujian Pengiriman Data ke Database

Pengujian juga dilakukan untuk memastikan apakah data seperti ID mahasiswa, waktu masuk, dan waktu keluar benar-benar tersimpan di dalam database. Setelah dilakukan pengujian, ternyata semua data berhasil dikirim dan tersimpan dengan baik tanpa adanya keterlambatan atau data yang hilang. Admin kampus juga dapat melihat data tersebut melalui tampilan website yang telah dirancang.

4.5 Tampilan Website untuk Admin Kampus

Website yang dibuat berfungsi sebagai alat bantu bagi admin kampus dalam melihat data parkir mahasiswa. Di dalamnya terdapat fitur pencarian berdasarkan nama mahasiswa, NIM, tanggal, dan waktu parkir. Tampilan website dibuat sesederhana mungkin agar mudah digunakan oleh siapa saja, termasuk staf kampus yang belum terbiasa menggunakan teknologi. Website yang dibuat berfungsi sebagai alat bantu bagi admin kampus dalam melihat data parkir mahasiswa. Di dalamnya terdapat data berdasarkan nama mahasiswa, NIM, tanggal, dan waktu parkir. Tampilan website dibuat sesederhana mungkin agar mudah digunakan oleh siapa saja, termasuk staf kampus yang belum terbiasa menggunakan teknologi.

4.6 Kelebihan Sistem Parkir yang Dibuat

a. Praktis dan Cepat

Mahasiswa tidak perlu lagi menunjukkan KTM atau STNK secara manual. Cukup menempelkan kartu NFC ke alat pembaca, dan palang terbuka otomatis. Ini tentu mempercepat proses keluar-masuk kendaraan.

b. Data Tersimpan

Secara Otomatis dan Aman Semua data langsung tersimpan di database online. Admin tidak perlu lagi mencatat secara manual, sehingga lebih rapi dan minim kesalahan.

c. Mengurangi Beban Kerja Petugas Parkir

Petugas hanya perlu mengawasi sistem, tidak lagi harus mencatat satu per satu kendaraan yang masuk dan keluar.

d. Bisa Dikembangkan Lebih Lanjut

Sistem ini bisa diperluas dengan menambahkan fitur-fitur baru, seperti aplikasi mobile, notifikasi otomatis, dan sebagainya.

4.7 Kekurangan atau Keterbatasan Sistem

a. Hanya Bisa Digunakan Mahasiswa yang Memiliki Kartu NFC

Mahasiswa yang belum memiliki kartu NFC tidak bisa menggunakan sistem ini, sehingga perlu waktu untuk mendistribusikan kartu ke seluruh mahasiswa.

b. Bergantung pada Koneksi Internet

Jika koneksi internet sedang bermasalah, maka pengiriman data ke server akan terhambat. Oleh karena itu, jaringan Wi-Fi harus selalu stabil.

c. Belum Mendukung Akses Alternatif

Saat ini hanya menggunakan kartu NFC. Sistem belum mendukung alternatif seperti scan QR Code atau pemindai dari HP mahasiswa.

4.8 Evaluasi

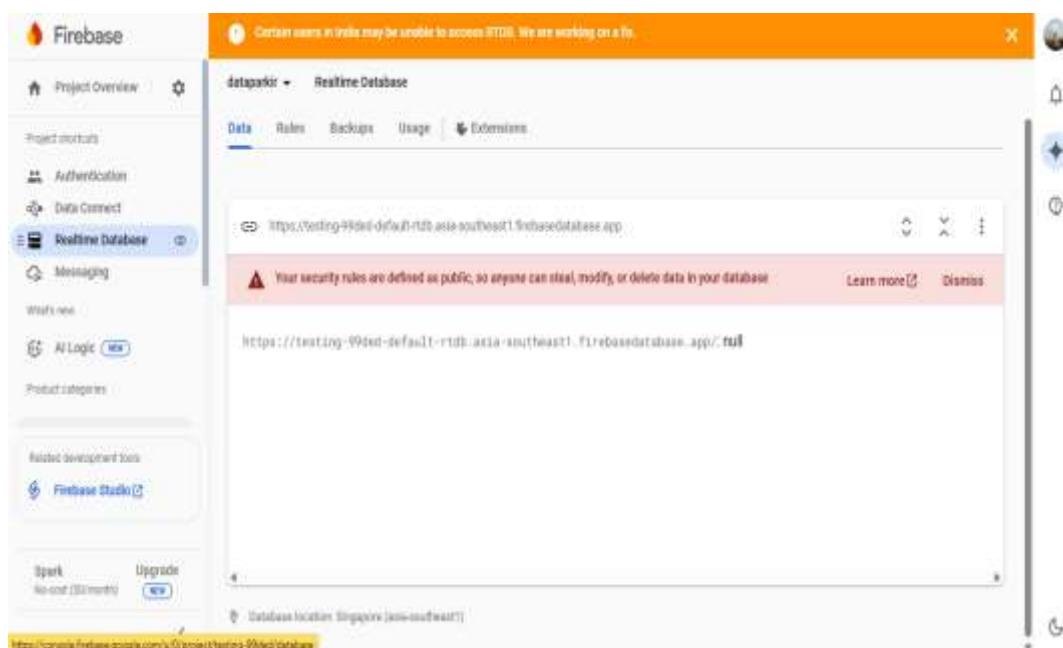
Evaluasi terhadap sistem menunjukkan bahwa desain awal mampu menjawab permasalahan utama dalam pengelolaan parkir manual. Walau masih berupa prototype, sistem berhasil mengintegrasikan berbagai komponen secara harmonis. Beberapa kelemahan seperti keterbatasan dukungan multi-reader dan belum adanya fitur backup data dapat menjadi fokus pengembangan selanjutnya. Sistem juga dapat diadaptasi untuk

mendukung sistem pembayaran digital atau integrasi dengan CCTV dan pengenalan plat nomor.

4.9 Dokumentasi Sistem

Sebagai bagian dari proses implementasi dan pengujian sistem parkir otomatis berbasis NFC, penulis juga melakukan dokumentasi menyeluruh terhadap hasil yang telah diperoleh. Dokumentasi ini mencakup tampilan dari tiga komponen utama sistem, yaitu Firebase Realtime Database, LCD display, dan halaman web yang digunakan oleh admin untuk memantau aktivitas parkir secara real-time.

Pertama, tampilan struktur data yang tersimpan di Firebase menunjukkan bahwa setiap aktivitas kendaraan, baik saat masuk maupun keluar, dapat dicatat secara otomatis. Data yang tersimpan mencakup UID kartu, nama pengguna, waktu akses, dan status aktivitas seperti "Masuk" atau "Keluar". Informasi ini tersusun secara sistematis dan dapat diakses kapan saja melalui platform Firebase. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi antara perangkat ESP32 dan database cloud berjalan lancar dan responsif, yang memungkinkan pencatatan aktivitas secara real-time tanpa adanya keterlambatan atau kehilangan data.



4.2 Tampilan Firebase

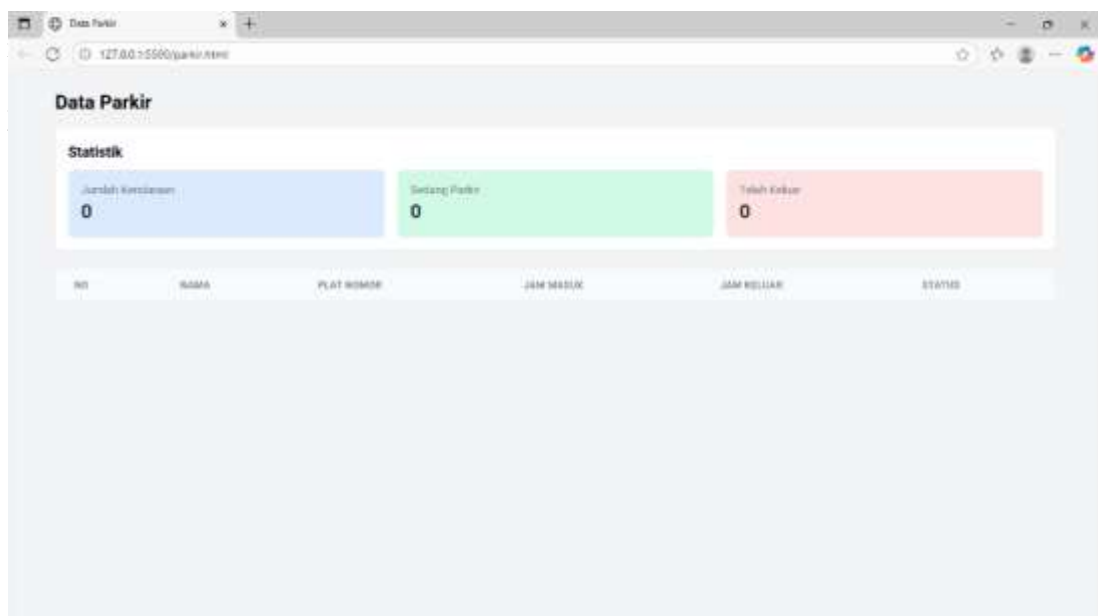
Selanjutnya, sistem ini juga dilengkapi dengan LCD I2C yang menampilkan informasi terkait kapasitas parkir. Dalam dokumentasi tampilan LCD, terlihat bahwa informasi jumlah kendaraan yang sedang parkir ditampilkan dalam format sederhana, seperti "Parkir: 0/2". Informasi ini sangat berguna bagi pengguna atau petugas parkir untuk mengetahui berapa jumlah kendaraan yang saat ini berada di dalam area parkir, dan berapa slot parkir yang masih tersedia. Penggunaan LCD juga bertujuan untuk memberikan notifikasi visual langsung kepada pengguna tanpa harus membuka aplikasi atau website.



4.3Tampilan LCD

Selain itu, sistem ini mendukung pemantauan melalui website lokal yang dapat diakses melalui jaringan IP lokal. Website ini berfungsi sebagai dashboard monitoring bagi admin kampus, yang menyajikan data statistik secara visual. Tampilan pada halaman web menampilkan jumlah total kendaraan yang telah tercatat, jumlah kendaraan yang sedang parkir, serta jumlah kendaraan yang telah keluar. Tidak hanya itu, informasi detail seperti nama pengguna, nomor plat kendaraan, waktu masuk dan keluar, serta status kendaraan juga disusun dalam tabel dinamis yang mudah dibaca dan dicari berdasarkan kebutuhan.

Antarmuka dari website ini dirancang sederhana dan ramah pengguna agar bisa digunakan oleh siapa pun tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Dengan adanya dokumentasi visual dan digital ini, sistem parkir yang dikembangkan tidak hanya dapat diuji dari sisi fungsionalitas, tetapi juga dapat dievaluasi dari segi tampilan dan kemudahan penggunaan. Dokumentasi ini juga menjadi bukti nyata bahwa sistem dapat berjalan dengan stabil dan konsisten dalam mengelola data parkir mahasiswa secara otomatis dan efisien. Secara keseluruhan, dokumentasi ini memperkuat bukti bahwa sistem parkir berbasis NFC dan IoT yang dirancang telah berhasil diimplementasikan dengan baik, dan mampu



4.4 Tampilan Website

4.10 Tabel Pengujian Sistem

Sebagai bagian dari tahap pengujian, dilakukan simulasi penggunaan sistem parkir berbasis NFC sebanyak lima kali percobaan dengan kondisi yang sama. Setiap percobaan bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen sistem—mulai dari pembacaan kartu NFC, kendali servo palang, pengiriman data ke Firebase, hingga tampilan informasi di LCD dan website—dapat berjalan dengan lancar tanpa gangguan.

Berikut adalah tabel hasil pengujian:

No	Deskripsi Pengujian	Hasil Pembacaan NFC	Pergerakan Servo	Pengiriman Data Ke Firebase	Tampilan LCD & Website	Status
1	Kartu NFC terdaftar digunakan untuk masuk	Terbaca	Palang Terbuka	Terkirim Dengan Benar	Informasi Masuk Tampil	Berhasil
2	Kartu NFC terdaftar digunakan untuk keluar	Terbaca	Palang Terbuka	Terkirim Dengan Benar	Informasi Keluar Tampil	Berhasil

3	Kartu NFC terdaftar digunakan untuk masuk kembali	Terbaca	Palang Terbuka	Terkirim Dengan Benar	Informasi Masuk Tampil	Berhasil
4	Kartu NFC terdaftar digunakan untuk keluar kembali	Terbaca	Palang Terbuka	Terkirim Dengan Benar	Informasi Keluar Tampil	Berhasil

4.3 Tabel Pengujian

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Tidak ditemukan error atau keterlambatan dalam proses pembacaan kartu, pengendalian palang, maupun pengiriman data ke server. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sistem telah siap untuk diimplementasikan pada skala penggunaan sebenarnya di lingkungan parkir kampus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sistem parkir berbasis NFC ini terbukti sangat membantu dalam mempermudah dan mempercepat proses keluar masuk kendaraan mahasiswa di Kampus UMSU. Mahasiswa tidak lagi perlu menunjukkan KTM atau STNK secara manual, cukup dengan menempelkan kartu NFC untuk mengakses area parkir.
- b. Dengan memanfaatkan teknologi ESP32 yang terintegrasi dengan kartu NFC, sistem ini menghadirkan metode parkir yang lebih modern, praktis, dan efisien dibandingkan sistem parkir konvensional. Proses autentikasi berjalan otomatis dan lebih akurat.
- c. Sistem mampu mencatat data secara otomatis ke dalam database Firebase secara real-time, sehingga data menjadi lebih tertata, mudah dicari, dan sangat cocok untuk mendukung kebutuhan dokumentasi dan pelaporan kampus secara berkala.
- d. Antarmuka website yang telah dibuat juga terbukti sangat membantu admin kampus dalam memantau dan mengelola aktivitas parkir secara langsung. Kemudahan penggunaan dan fitur pencarian data yang tersedia membuat sistem ini dapat dikembangkan lebih luas lagi, misalnya untuk kebutuhan analisis atau integrasi ke sistem informasi kampus.

5.2 Saran

Agar sistem ini lebih sempurna dan bisa digunakan secara luas di lingkungan kampus, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

- a. Distribusi Kartu NFC ke Semua Mahasiswa
- b. Diharapkan kampus bisa membagikan kartu NFC kepada seluruh mahasiswa agar mereka bisa menggunakan sistem ini tanpa terkecuali.
- c. Menambahkan Akses Melalui Aplikasi HP
- d. Akan lebih baik jika sistem juga bisa dibuka melalui aplikasi di smartphone, agar mahasiswa yang lupa membawa kartu tetap bisa masuk dengan login dari HP mereka.
- e. Menambahkan Kamera Pengawas (CCTV)
- f. Dengan adanya kamera di pintu masuk dan keluar, maka aktivitas parkir akan lebih aman dan bisa dilihat kembali jika terjadi masalah.
- g. Memberikan Pelatihan kepada Petugas
- h. Petugas parkir dan staf kampus perlu dilatih untuk memahami cara kerja sistem ini, sehingga mereka bisa mengoperasikannya dengan benar dan tidak bingung jika ada kendala.
- i. Melakukan Pengembangan Sistem Secara Bertahap
- j. Sistem yang sudah berjalan baik ini masih bisa dikembangkan lebih jauh lagi, misalnya dengan menambahkan sensor untuk mendeteksi jumlah slot parkir yang kosong atau penuh secara real-time.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., & Rohmah, R. N. (2020). Pemanfaatan Dua Mikrokontroller Platform IoT dalam Pengembangan Sistem Parkir. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 122–127. <https://doi.org/10.23917/emitor.v20i02.11023>
- Alfikri, H., & Rianto, K. D. I. (2024). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Parkir Masjid. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 11(4), 1907–1920. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i4.1323>
- Dewa, A. A., & Samsugi, S. (2024). *Application of RFID Technology in Automatic Parking Management to Enhance User Comfort in Parking Penerapan Teknologi RFID dalam Pengelolaan Parkir Otomatis untuk Peningkatan Kenyamanan Pengguna Parkir*. 4(October), 1477–1484.
- Limantara, A. D., Purnomo, Y. C. S., & Mudjanarko, S. W. (2017). Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet of Things (Iot) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(2), 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek
- Masyarik, Y. E., Kurnianto, D., & Zen, N. A. (2022). Rancang Bangun Purwarupa Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID dan Sensor IR Proximity. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 14(November), 55–60. <https://doi.org/10.30630/eji.14.2.300>
- Nfc, B. O. N. (2024). *PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING RUANGAN KULIAH BERBASIS NFC DAN IOT (STUDI KASUS UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA)*. 17(2), 50–59.
- Raharjo, S. E., Setia Budi, A., & Widasari, E. R. (2022). Prototipe Sistem Keamanan Parkir berbasis Teknologi RFID. *Jurnal Pengembangan Teknologi*

- Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(3), 1175–1185. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Sayed, F. (2021). Smart Parking System using IoT and Cloud. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(VI), 853–856. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.35084>
- Septriyaningrum, I. A., Nugrahadi, D. T., & Ridwan, I. (2016). Perancangan Dan Pengembangan Prototype Sistem Parkir. *Klik - Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 3(2), 146. <https://doi.org/10.20527/klik.v3i2.59>
- SURYANI, T. A., LINDAWATI, L., & FADHLI, M. (2024). Pengembangan Prototipe Sistem Smart Parking dengan Integrasi Parking Lock berbasis Internet of Things. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 12(3), 731. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v12i3.731>
- Trengginas, B., Handayani, H., & ... (2022). Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis pada Kampus UBP Berbasis IoT. *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, III, 268–283. <http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/view/449%0Ahttps://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/download/449/363>
- Winarsih, I., & Mahendra, R. (2022). *Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler AT 89S51*. 8(2), 21–36.
- Zein, A. (2023). Pengelolaan Sistem Parkir Dengan Menggunakan Long Range RFID Reader Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmu Komputer JIK*, 6(2), 32–37.

