

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM KONTROL PARKIR
ROTASI VERTIKAL OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

OLEH:

IDRIS M LUMBAN GAOL

19.812.0048



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 5/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)5/2/25

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi adalah salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM KONTROL
PARKIR ROTASI VERTIKAL OTOMATIS BERBASIS
INTERNET OF THINGS

Nama : Idris M Lumban Gaol

NPM : 19.812.0048

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing



(Fadhillah Azmi, S.Pd., M.Kom)

Pembimbing



(Rizki Satria, M.T, IPM)
Ket. Prodi Teknik Elektro



(Priatno, S.T, M.T.)
Dekan

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian tertentu dalam skripsi ini saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari dipertemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Juni 2024



Idris M Lumban Gaol

198120048

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : IDRIS M LUMBAN GAOL

NPM : 198120048

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Nonenklusif (Non-enclusiv Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya dengan judul :

“Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things*”

Dengan Hak Bebas Royalti Nonenklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 13 Juni 2024



Idris M Lumban Gaol

198120048

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan, pengetahuan, dan kesempatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah “Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things*”. Skripsi ini disusun guna menyelesaikan program pendidikan Strata 1 program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun material dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, yang selalu memanjatkan do'a dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Eng., Supriatno, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area
5. Ibu Fadhillah Azmi, S.Pd., M.Kom, selaku dosen pembimbing skripsi saya, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan Skripsi hingga selesai.
6. Seluruh staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro.
7. Rekan-rekan kelas terkhususnya buat Teknik Elektro angkatan 2019 yang telah banyak memberikan kenangan manis dan persahabatan yang baik.
8. Teman-teman sekontrakan atas kebersamaan dan dukungan mengerjakan Skripsi ini.

Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun bagi dunia usaha. Akhirnya kembali penulis ucapkan Terima Kasih semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, sehingga dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.



ABSTRAK

Penelitian ini didasari oleh penggunaan kendaraan roda empat yang sudah semakin meningkat yang mengakibatkan sulitnya lahan parkir diakses dikarenakan daya tampung yang masih minim sehingga menimbulkan parkir liar seperti memarkirkan kendaraan dibahu jalan yang mengakibatkan terganggunya kegiatan lalu lintas yang dapat menimbulkan kemacetan. Sistem parkir vertikal merupakan satu jenis sistem parkir dimana sistem parkir ini akan memudahkan pengendara untuk memarkirkan kendaraannya karna parkir ini didesain seperti bangunan bertingkat namun sistem parkirnya didesain dengan sistem kontrol parkir rotasi vertikal dimana kendaraan akan disusun secara bertingkat sesuai dengan konstruksi sistem parkir. Sistem parkir ini akan menjadi lebih efisien karna penggunaannya lebih hemat dan parkir ini dirangkum menjadi sebuah sistem mikrokontroler. Sistem parkir ini dirancang berbasis *Internet Of Things* sehingga parkir ini dapat diakses dan dimonitoring dari *smartphone* dan dari jarak jauh.

Sistem parkir ini merupakan salah satu solusi untuk mengurangi praktik parkir liar dengan kebutuhan lahan yang terbatas. Teknologi IoT digunakan sebagai sistem akses lahan parkir dan Mikrokontrol Arduino Uno sebagai pengontrol sistem kendali rotasi pada parkir rotasi vertikal. Esp8266 digunakan sebagai modul yang akan dihubungkan ke aplikasi sebagai akses memarkirkan kendaraan melalui penggunaan *Smartphone*. Motor DC digunakan sebagai pemutar rotasi dan sensor encoder sebagai inialisasi posisi setiap kendaraan. Sistem parkir rotasi vertikal dibuat dalam sebuah model dengan skala 1:60 dan kapasitas 6 buah kendaraan. Sistem parkir ini beroperasi secara otomatis dengan harapan dapat meningkatkan waktu dan efisiensi parkir kendaraan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gangguan berupa tingkah laku manusia saat memarkir kendaraan dan melakukan pengujian terhadap ketahanan operasi sistem parkir vertikal. Dari hasil pengujian kendaraan dengan ketinggian dan bobot berlebih tidak dapat melakukan parkir serta proses parkir dapat dilakukan dalam kurun waktu yang singkat.

Kata Kunci: Parkir Rotasi Vertikal, Esp8266, IoT.

ABSTRACT

This research is based on the increasing use of four-wheeled vehicles, which makes it difficult to access parking lots due to the minimal capacity, giving rise to illegal parking, such as parking vehicles on the side of the road, which results in disruption of traffic activities which can cause congestion. The vertical parking system is a type of parking system where this parking system will make it easier for drivers to park their vehicles because this parking lot is designed like a multi-storey building, but the parking system is designed with a vertical rotation parking control system where vehicles will be arranged in tiers according to the construction of the parking system. This parking system will be more efficient because its use is more economical and this parking lot is summarized into a microcontroller system. This parking system is designed to be based on the Internet of Things so that this parking can be accessed and monitored from smartphones and remotely.

This parking system is one solution to reduce illegal parking practices with limited land requirements. IoT technology is used as a parking lot access system and Arduino Uno Microcontrol as a controller for the rotation control system in vertical rotation parking. Esp8266 is used as a module that will be connected to the application to access vehicle parking through the use of a smartphone. DC motors are used as rotation players and encoder sensors to initialize the position of each vehicle. The vertical rotation parking system is made in a model with a scale of 1:60 and a capacity of 6 vehicles. This parking system operates automatically with the hope of increasing vehicle parking time and efficiency. The test was carried out by providing interference in the form of human behavior when parking the vehicle and testing the operational resistance of the vertical parking system. From the test results, vehicles with excessive height and weight cannot park and the parking process can be done in a short period of time.

Keywords: Vertical Rotation Parking, IoT.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Struktur Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Rancang Bangun Parkiran	5
2.1.1 Definisi Parkiran.....	5
2.1.2 Desain Ruang Parkiran	5
2.2 Arduino	7
2.2.1 Arduino IDE.....	7
2.2.2 Arduino Uno	8
2.2.3 NodemCU ESP8266	9
2.3 Internet Of Things	10
2.4 <i>Motor Stepper</i>	11
2.5 <i>Driver Motor A4988</i>	11
2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	12
2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	13
2.8 <i>Light Emitting Diode (LED)</i>	13
2.9 RFID.....	14
2.10 Adaptor	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.1.1 Tempat penelitian	16

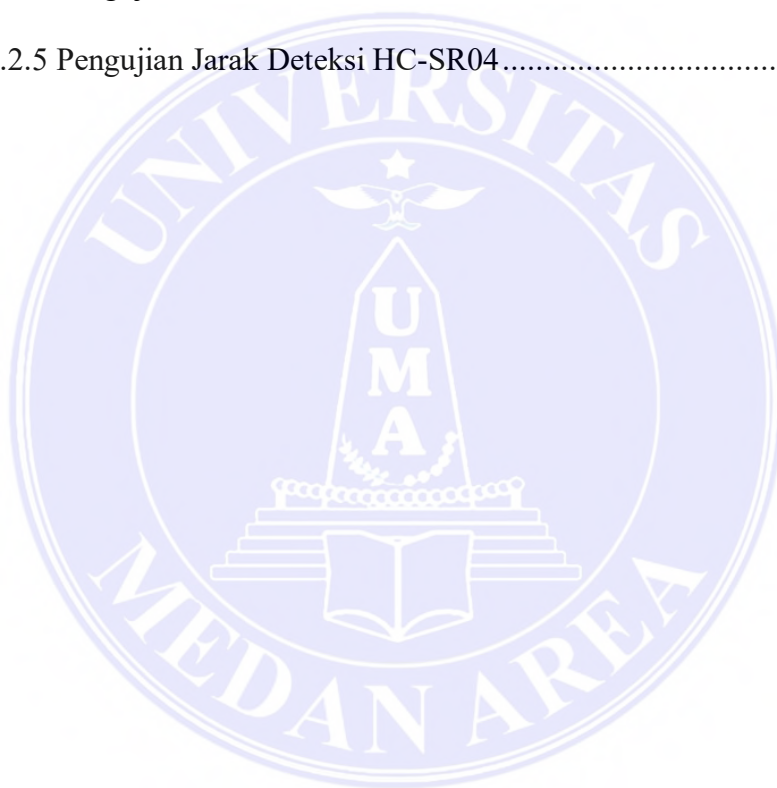
3.1.2 Waktu Penelitian	16
3.2 Desain Mekanis Parkiran Rotasi Vertikal	17
3.2.1 Konstruksi Kerangka Parkiran	17
3.2.2 Konstruksi Slot Parkiran.....	17
3.2.3 Roda Gigi (<i>Sprocket</i>)	18
3.2.4 Rantai.....	19
3.2.5 Segitiga Penopang	19
3.2.6 Desain Mekanis Parkiran Secara Keseluruhan	19
3.3 Rangkaian Sistem Parkiran.....	20
3.3.1 Mikrokontroler	20
3.3.2 Sensor Deteksi Kendaraan	21
3.3.2 <i>Motor Stepper</i>	21
3.3.3 Modul Komunikasi IoT	22
3.3.4 Sumber Energi.....	22
3.3.5 RFID <i>Tag</i> untuk Kendaraan.....	22
3.3.6 RFID <i>Reader</i>	22
3.3.7 Informasi Identitas Kendaraan	23
3.3.8 Otorisasi Akses dan Identifikasi.....	23
3.3.9 Pemantauan Ketersediaan Parkir.....	23
3.3.10 Keamanan dan Kecepatan Proses.....	23
3.4 Flowcart Perangkat Lunak Sistem	25
3.4.1 Prosedur Masuk.....	25
3.4.2 Prosedur Keluar.....	26
3.5 Blok Diagram Sistem	27
3.6 Flowchart Pembuatan Alat	28
3.7 Rangkaian listrik Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis	29
DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Arduino IDE	8
Gambar 2.3 NodemCU ESP8266	10
Gambar 2.4 <i>Internet Of Things</i>	11
Gambar 2.5 <i>Motor Stepper</i>	11
Gambar 2.6 <i>Driver Motor A4988</i>	12
Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR 04	13
Gambar 2.8 <i>Liquid Crystal Display</i>	14
Gambar 2.9 <i>Light Emitting Diode</i>	14
Gambar 2.10 Adaptor 12V	15
Gambar 3.1 Kerangka Parkiran	18
Gambar 3.2 Slot Parkiran	18
Gambar 3.3 Konstruksi parkiran secara keseluruhan	19
Gambar 3.4.1 Prosedur Masuk	23
Gambar 3.4.2 Prosedur Keluar	24
Gambar 3.5 Blok Diagram Sistem.....	25
Gambar 3.6 Flowchart Pembuatan Alat	26
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Komunikasi Serial Arduino Uno dan NodemCU ESP8266	22
Gambar 3.3.2 Skema Rangkaian Sensor Ultra Sonik HC-SR04	22
Gambar 3.3.3 Skema Rangkaian <i>Motor Stepper</i> Nema17	23
Gambar 3.3.7 Skema Rangkaian RFID.....	24
Gambar 3.7: Rangkaian listrik sistem kontrol parkir rotasi vertikal otomatis berbasis <i>internet of things</i>	30
Gambar 4.1.1 Slot Parkiran	30
Gambar 4.1.2 Konstruksi Kerangka Parkiran	31
Gambar 4.1.3 Roda Gigi	31
Gambar 4.1.4 Rantai	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.2 Tabel Waktu Penelitian.....	26
Tabel 4.2.1 Tabel Hasil Data Ultrasonik	32
Tabel 4.2.2 Hasil Data RFID	32
Tabel 4.2.3 Pengujian Tombol.....	33
Tabel 4.2.4 Pengujian Waktu Parkir.....	33
Tabel 4.2.5 Pengujian Jarak Deteksi HC-SR04.....	34



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Parkir adalah suatu keadaan dimana suatu kendaraan yang bersifat sementara ditinggalkan oleh pengemudinya. Sistem parkir akan berjalan dengan baik jika membuat pengguna kendaraan merasa nyaman dan terjamin keamanannya. Para pengguna pun dapat melakukan aktifitas dengan maksimal. Tanpa adanya suatu sistem parkir yang baik dapat menimbulkan berbagai masalah. Seperti halnya parkir yang terdapat di Universitas Bina Darma Palembang. Parkir yang ada di Universitas Bina Darma Palembang masih bersifat manual, sehingga keluar masuk nya kendaraan tidak tercatat dan terkontrol sehingga sangat memungkinkan terjadinya tindak kejahatan pencurian kendaraan bermotor (Alamsa, 2020).

Meningkatnya penggunaan mobil dikota Sorong tidak diseimbangkan dengan penyediaan area parkir yang memadai dan mengakibatkan banyak pengendara yang parkir di sembarang tempat. Sistem perparkiran yang ada hanya memanfaatkan area parkir dan petugas parkir yang mengawasi. Pengendara juga harus berkeliling untuk mencari tempat yang kosong apabila petugas atau pengendara tidak memperhatikan daya tampung area parkir tersebut maka pemilik kendaraan terpaksa harus keluar jika tidak mendapatkan tempat parkir.

Teknologi yang juga terus berkembang seiring zaman khususnya pada bidang mikrokontrol. Teknologi mikrokontroler yang sering digunakan dalam industri yang diprogram sedemikian rupa agar dapat mengontrol peralatan atau mesin secara otomatis untuk menghemat waktu dan tenaga manusia, solusi dari permasalahan perparkiran dapat dibuat dengan cara merancang sistem parkir sederhana dengan menggunakan Arduino MEGA 2560 sebagai mikrokontrol atau processor, LCD untuk menampilkan informasi tersedianya lahan parkir dan LED sebagai indikator untuk memberitahu nomor area parkir yang kosong. Sistem parkir ini juga dapat menggerakkan palang secara otomatis melalui deteksi sensor ultrasonic (PING HC-SR04) agar petugas tidak perlu membukanya secara manual.

Dengan sistem parkir ini para pengendara tidak perlu berkeliling untuk mencari tempat yang kosong (Alimuddin,, 2018).

Seiring meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan penggunaan kendaraan dan transportasi juga semakin meningkat, terutama kendaraan pribadi. Sehingga jumlah produksi kendaraan juga semakin meningkat setiap tahun. Dan salah satu permasalahan masyarakat yang rumahnya berada didaerah padat penduduk adalah kurangnya lahan parkir untuk tempat menyimpan kendaraan khususnya kendaraan roda empat atau mobil. Jumlah kepemilikan mobil pribadi yang semakin meningkat serta tidak diimbangnya dengan ketersediaan lahan parkir yang ada, akibatnya banyak masyarakat yang menyimpan kendaraan miliknya dilahan kosong seperti dilapangan namun tetap menimbulkan rasa tidak aman dalam menyimpan kendaraannya bahkan sampai memarkirkan kendaraan dibahu jalan raya sehingga menimbulkan ketidaknyamanan aktivitas jalan raya.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian dengan judul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things*” yang juga akan menjadi solusi untuk memudahkan lahan parkir yang lebih efisien. Sistem ini dirancang secara bertingkat vertikal yang akan mampu menampung enam mobil. Pengguna dapat mengakses parkir menggunakan RFID dan dapat dipantau melalui *smart phone*. Selain memantau menggunakan *smart phone* juga dapat menampilkan status parkir secara *realtime* sehingga pengguna dapat mengetahui status ketersediaan slot parkir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat “Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things*”
2. Bagaimana metode pengontrolan pada parkir rotasi vertikal
3. Bagaimana metode pemantauan pada parkir rotasi vertikal
4. Bagaimana menguji dan mengevaluasi kinerja sistem parkir rotasi vertikal yang telah dirancang

1.3 Batasan Masalah

Untuk dapat memecahkan masalah yang objektif dan terarah, maka perlu dipertimbangkan keterbatasan ruang lingkup dalam tulisan ini. Batasan pembahasan pada perancangan sistem ini adalah:

1. Prototipe Parkir Pintar Rotasi Vertikal dibuat dalam skala:
Panjang: 20cm
Lebar: 15cm
Tinggi: 50cm
2. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler.
3. Kendaraan yang digunakan adalah kendaraan roda empat
4. Jumlah slot parkir sebanyak enam slot.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dirancang dan dibangunnya alat ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat “Prototipe Sistem Kontrol Parkir Pintar Rotasi Vertikal Berbasis *Internet Of Things* ESP8266” secara *software* dan *hardware* dengan mengaplikasikan Arduino UNO sebagai pengendali seluruh sistem.
2. Sistem pengontrolan parkir rotasi vertikal menggunakan NodemCU ESP8266 yang diaplikasikan dan juga sebagai sistem monitoring.
3. Mengaplikasikan *IoT (Internet Of Things)* sebagai konsep jaringan internet yang menjadi penghubung antar sistem perangkat keras.
4. Pengujian dilakukan dengan memberikan gangguan berupa tingkah laku manusia dan pengujian terhadap ketahanan parkir.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat memudahkan untuk mengakses parkir yang tidak memakan lahan yang berlebihan.
2. Dapat meningkatkan kenyamanan untuk memarkirkan kendaraan yang lebih aman.
3. Dapat mengurangi parkir liar yang semakin marak.
4. Untuk menambah wawasan peneliti dan para pembaca skripsi ini terkait pengetahuan tentang konsep *IoT*.

1.6 Struktur Penulisan

Metode penelitian setiap bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan secara singkat latar belakang penelitian, rumusan penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang dibuat serta komponen-komponen pendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagaimana metodologi penelitian alat dilakukan, bagaimana cara pengambilan data.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Berisi tentang penyajian hasil pengujian perancangan alat, dan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Rancang Bangun Parkiran

2.1.1 Definisi Parkiran

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditnggal oleh pengemudinya. dapat juga diartikan sebagai suatu kegiatan untuk meletakkan atau menyimpan kendaraan disuatu tempat tertentu yang lamanya tergantung kepada selesainya keperluan dari pengendaraan tersebut. Menurut Pasal 1 angka 15 Undang-Undang No. 22 (2009), parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya. Sedangkan definisi lain tentang parkiran adalah keadaan dimana suatu kendaraan berhenti untuk sementara (menurunkan muatan) atau berhenti cukup lama (Nainggolan, 2021).

Dengan meningkatnya tingkat perjalanan maka kebutuhan akan ruang parkir akan dikhawatirkan juga semakin meningkat. Hal ini tidak menutup kemungkinan akan perlunya penambahan lahan yang digunakan untuk parkir. Selain itu kenaikan kepemilikan kendaraan akan menimbulkan peningkatan kapasitas parkir.

2.1.2 Desain Ruang Parkiran

1. Parkir Rotasi Vertikal

Pada Penelitian ini akan dirancang prototipe parkir rotasi vertikal Otomatis Berbasis *Internet of Things* berbasis internet of things. Prototipe ini dibangun secara vertikal dengan jumlah ruang parkir yang mampu menampung enam mobil. Pengguna dapat keluar masuk tempat parkir dengan menggunakan RFID. Masing-masing slot parkir memiliki kode identitas tersendiri yang dapat diatur pada kartu RFID sehingga sistem akan dapat mengenali secara otomatis mobil pengguna yang berlangganan pada parkir tersebut. Ketika hendak parkir, pengguna cukup mengakses dengan menekan tombol parkir untuk memarkirkan mobil tanpa melakukan tindakan lain karena sistem parkir telah

otomatis. Pada saat ada kendaraan yang akan parkir masuk, pengguna hanya perlu masuk ke satu sisi pintu parkir, kemudian sistem secara otomatis akan menempatkan mobil sesuai dengan posisi yang kosong.

2. Perbandingan Parkiran Rotasi Vertikal Dengan Parkir Modular

A. Prinsip Kerja

1. Parkiran Rotasi Vertikal:

Sistem parkiran rotasi vertikal menggunakan mekanisme berputar untuk mengangkat dan menurunkan mobil menggunakan motor. Mobil dimasukkan ke dalam platform parkir dan kemudian dinaikkan atau diturunkan ke posisi parkir secara otomatis.

2. Parkiran Modular:

Parkiran modular menggunakan unit parkir terpisah yang dapat diatur secara independen. Mobil diparkir di unit-unit ini dan unit-unit tersebut dapat dipindahkan secara horizontal untuk membuat atau menghapus ruang parkir.

B. Kapasitas Parkir

1. Parkiran Rotasi Vertikal:

Parkiran rotasi vertikal biasanya memiliki kapasitas parkir yang lebih besar dibandingkan parkiran modular. Hal ini karena parkiran rotasi vertikal dapat memiliki beberapa slot dengan mobil yang diparkir pada setiap slot.

2. Parkiran Modular:

Kapasitas parkir tergantung pada jumlah unit parkir yang disediakan. Kapasitas dapat ditingkatkan atau dikurangi dengan menambahkan atau menghapus unit parkir.

C. Efisiensi Waktu

1. Parkiran Rotasi Vertikal:

Biasanya membutuhkan waktu lebih singkat untuk memarkir dan mengambil mobil karena mobil hanya perlu dinaikkan atau diturunkan ke posisi parkir yang tepat dan pengemudi tinggal diam menunggu hingga kendaraan terparkir sesuai posisi slot.

2. Parkiran Modular:

Proses parkir dan pengambilan mobil lebih lama karena masih membutuhkan pengemudi untuk memarkirkan kendaraan sesuai dengan tempat parkir yang tersedia.

D. Keamanan

1. Parkiran Rotasi Vertikal:

Karena mobil ditempatkan dalam struktur vertikal, ada potensi risiko keamanan seperti kerusakan pada mobil saat diangkat atau diturunkan.

2. Parkiran Modular:

Risiko kerusakan pada mobil lebih rendah karena tidak ada pergerakan vertikal yang signifikan.

E. Biaya

1. Parkiran Rotasi Vertikal:

Biasanya lebih mahal dalam hal biaya instalasi dan perawatan karena memerlukan sistem mekanis yang rumit.

2. Parkiran Modular:

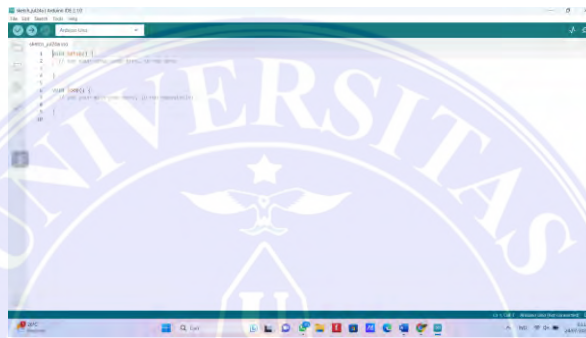
Lebih ekonomis dalam hal biaya instalasi dan perawatan karena unit parkir modular relatif sederhana dan mudah dipindahkan.

2.2 Arduino

2.2.1 Arduino IDE

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui library. Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam Arduino. Processing sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. Software Arduino ini dapat di-install di berbagai *operating system* seperti: LINUX, Mac OS, Windows. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated. Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller* (Alimuddin, 2018).

Bahasa Pemrograman adalah instruksi standar untuk memerintah komputer. Bahasa pemrograman ini merupakan suatu himpunan dari aturan sintaks dan semantik yang dipakai untuk mendefinisikan program komputer (Iqbal dkk., 2018). Arduino pemrograman arduino menggunakan bahasa C yang telah disederhanakan dan mendekati bahasa manusia (Susanto & Ahdan, 2020). Untuk memprogram arduino dilakukan menggunakan *software* khusus yaitu arduino IDE yang dapat difungsikan sebagai tempat menulis kode pemrograman yang disebut *sketch* dan kemudian diupload kedalam board arduino yang telah dihubungkan secara serial USB to komputer (Setiawan, 2021).

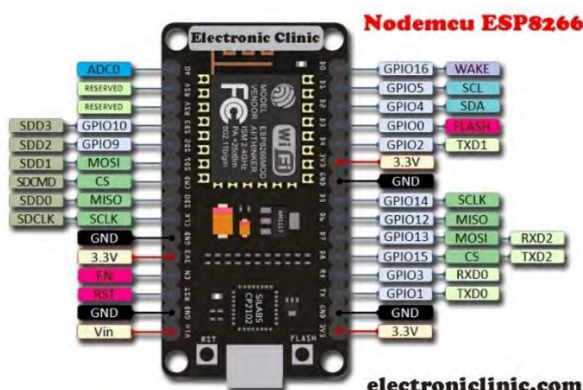


Gambar 2.2 Arduino IDE

Sumber: (Alimuddin, 2018)

2.2.2 *NodemCU* ESP8266

Modul *wireless* ESP8266 merupakan modul *low-cost* Wifi dengan dukungan penuh untuk penggunaan TCP/IP. Modul ini di produksi oleh *Espressif Chinese Manufacturer*. Pada tahun 2014, AI-Thinker manufaktur pihak ketiga dari modul ini mengeluarkan modul ESP-01, modul ini menggunakan *AT-Command* untuk konfigurasinya. Modul *wireless* ESP8266 yang digunakan pada penelitian ini memiliki *firmware* bawaan pabrik yang mendukung perintah *ATCommand* (Rudi & Dinata, 2017).



Gambar 2.2 NodemCU ESP8266

Sumber: (Rudi & Dinata, 2017)

2.3 Internet Of Things

Internet of things (IoT) menjadi minat utama sebagai hasil pengembangan teknologi dan revolusi industri 4.0. Aplikasi IoT telah banyak diimplementasikan di setiap sektor seperti sistem keamanan, monitoring, industri, pertanian, dan kedokteran. Beberapa penelitian telah mengembangkan rumah pintar berbasis *IoT* seperti sistem keamanan rumah menggunakan internet. Sebelumnya pengembangan *IoT* pada bidang kesehatan sudah dilakukan salah satunya pada *journal Development of Smart Infusion Control and Monitoring System (SICoMS) Based Web and Android Application* penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatis infus alat yang dapat memantau kondisi volume infus dan memantau kondisi tetesan yang dilakukan dari jarak jauh menggunakan teknologi web dan aplikasi android (Pratama, 2019).



Gambar 2.3 Internet Of Things

Sumber: (Rudi & Dinata, 2017)

2.4 Motor Stepper

Motor Stepper adalah seperangkat alat elektro mekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis. *Motor stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Untuk menggerakkan *stepper motor* diperlukan pengendali atau *driver motor stepper* yang mengirimkan pulsa-pulsa periodik (Pratama, 2019).



Gambar 2.4: Motor Stepper

Sumber: (Sodiq & Hasbullah, 2018)

2.5 Driver Motor A4988

A4988 adalah *driver microstepping* untuk mengendalikan *motor stepper* bipolar yang memiliki penerjemah *built-in* untuk pengoperasian yang mudah. Ini berarti bahwa kita dapat mengontrol motor stepper hanya dengan 2 pin dari pengontrol sebagai kendali dan mengendalikan putaran as *motor stepper* dalam dua arah, baik berputar searah jarum jam (CW) maupun berputar berlawanan arah jarum jam (CCW). Dengan *driver motor* ini, dapat juga pwm (*pulse with modulation*) yaitu secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda (Hadi, 2018).

IC A4988 merupakan IC *driver* untuk menggerakkan *motor stepper* hanya dengan input 2 pin yaitu pin DIR dan pin STEP serta mempunyai pengaturan 5 *step*: *full step*, *half step*, *quarter step*, *eight step*, *sixteenth step*. Memiliki potensiometer untuk menyesuaikan *output*, *over-temperature thermal shutdown* dan perlindungan *crossover-current*. A4988 bekerja pada tegangan dari 3 hingga 5,5 V dan arus

maksimum per fasa adalah 2A yaitu pada pin VDD & GND. Sedangkan, pin VMOT & GND berfungsi untuk memasok tegangan suplai motor yaitu 8V hingga 35 V. Menurut *datasheet*, suplai motor harus dipasang kapasitor elektrolit sebesar 100uF di dekat pin VMOT untuk meredam laju arus *spike* (Pratama, 2019).



Gambar 2.5: *Driver Motor A4988*

Sumber: (Drajat, 2018)

2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Kelebihan sensor ini ialah hanya membutuhkan 1 sinyal, selain jalur 5V dan ground. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali. Sensor ini memiliki 4 pin yang harus dihubungkan ke mikrokontroler, yaitu pin Vcc, pin ground, pin trigger, dan pin echo. Pin Vcc dihubungkan ke sumber tegangan 5V, pin *ground* dihubungkan ke negatif dari sumber tegangan, sedangkan pin *trigger* dan *echo* dihubungkan pada port digital mikrokontroler (Rudi & Dinata, 2017).



Gambar 2.6: Sesnor Ultrasonik HC-SR 04

Sumber 2.6.2: (Rudi & Dinata, 2017)

2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan suatu peralatan elektronik yang berguna untuk menampilkan output pada sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (*polarizing filter*). Pada sebuah citra dibentuk dengan mengombinasikan kondisi nyala dan mati dari *pixel-pixel* yang menyusun layar sebuah LCD. Biasanya LCD yang dijual dipasaran sudah memiliki *integrated circuit* tersendiri sehingga pemakai dapat mengontrol tampilan LCD dengan mudah dengan menggunakan mikrokontroler untuk mengirimkan data melalui *pin-pin input* yang sudah tersedia (Salamah & Putra, 2019).



Gambar 2.7: Liquid Crystal Display

Sumber: (Rudi & Dinata, 2017)

2.8 *Light Emitting Diode (LED)*

LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*). Selama ini LED banyak digunakan pada perangkat elektronik karena ukuran yang kecil, cara pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah. Salah satu kelebihan LED adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika dioperasikan pada suhu lingkungan yang terlalu tinggi, misal di industri (Suhardi, 2014).



Gambar 2.8: *Light Emitting Diode*

Sumber: (Alimuddin, 2018)

2.9 Radio Frequency Identification (RFID)

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio. Teknologi ini mampu mengidentifikasi berbagai objek secara simultan tanpa diperlukan kontak langsung (atau dalam jarak pendek). RFID dikembangkan sebagai pengganti atau penerus teknologi bercode. RFID bekerja pada HF (*high frequency*) untuk aplikasi jarak dekat (*proximity*) dan bekerja pada UHF (*ultra high frequency*) untuk aplikasi jarak jauh (Okiandri & Syarifuddin, 2021).



Gambar 2.9: *Radio Frequency Identification (RFID)*

Sumber: (Okiandri & Syarifuddin, 2021)

2.10 Adaptor

Adaptor adalah sebuah perangkat elektronik yang di mana mempunyai 2 fungsi yang di mana bisa untuk mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*) dan berfungsi sebagai penurun tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah. Adaptor dapat menurunkan tegangan dari tegangan 220volt AC menjadi tegangan rendah 3volt sampai 12volt DC.

Adaptor *step-down* pada dasarnya menggunakan teknik induksi medan magnet, komponen utamanya adalah kawat email yang di lilit pada teras besi, terdapat 2 lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder, ketika listrik masuk ke lilitan primer maka akan terjadi induksi pada kawat email sehingga akan terjadi gaya medan magnet pada teras besi kemudian akan menginduksi lilitan sekunder (Pratama, 2019).



Gambar 2.10: Adaptor 12V

Sumber: (Pratama, 2019)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

Adapun perancangan dan pembuatan alat Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis Internet Of Things ini dilaksanakan di:

1. Nama Tempat: Rumah Kontrakan
2. Alamat: Jl. Sultan Serdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas Batang Kuis, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

3.1.2 Waktu Penelitian

Tabel 3.1.2 Waktu dan Uraian Kegiatan Penelitian

NO	Nama Kegiatan	Bulan Ke																		
		I				II				III				IV						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Penyediaan alat dan bahan																			
2	Perancangan desain mekanis dan rangkaian																			
3	Pembuatan rangkaian dan desain mekanis																			
4	Pembuatan koding																			
5	Pengujian sistem dan revisi																			
6	Penyusunan laporan skripsi																			

Proses penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 4 bulan dengan uraian sebagai berikut:

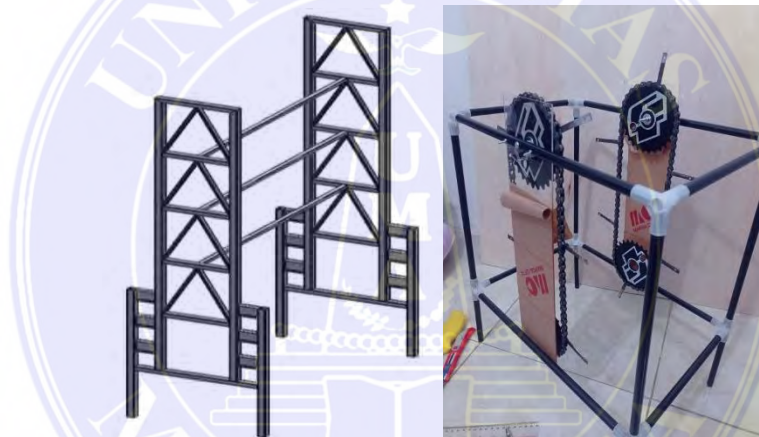
1. Penyediaan alat dan bahan: Selama 2 Minggu
2. Perancangan rangkaian sistem: Selama 2 Minggu
3. Pembuatan rangkaian sistem: Selama 3 Minggu
4. Pembuatan koding: Selama 3 Minggu

5. Pengujian sistem dan revisi: Selama 3 Minggu
6. Penyusunan laporan skripsi: Selama 3 Minggu

3.2 Desain Mekanis Parkiran Rotasi Vertikal

3.2.1 Konstruksi Kerangka Parkiran

Konstruksi kerangka parkiran adalah bagian penting dari Sistem Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet of Things*. Kerangka parkiran berfungsi sebagai struktur utama yang menopang parkiran. Desain dan konstruksi akan menjadi standar pondasi keamanan dan keandalan sistem parkir, serta memungkinkan kapasitas parkir yang efisien. Berikut adalah gambar konstruksi kerangka parkiran:



Gambar 3.1 Kerangka Parkiran

Spesifikasi Kerangka Parkiran:

1. Tinggi Kerangka : 50cm
2. Lebar Kerangka : 15cm
3. Panjang Kerangka: 20cm

3.2.2 Konstruksi Slot Parkiran

Konstruksi slot Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet of Things* juga bagian penting dalam sistem parkir otomatis yang dirancang untuk memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan parkir. Slot parkir ini berfungsi sebagai tempat parkir untuk kendaraan dan dapat berputar secara vertikal untuk

memungkinkan akses yang lebih mudah dan efisien. Berikut adalah gambar desain slot parkir:



Gambar 3.2 Slot Parkiran

Spesifikasi Slot Parkiran:

1. Tinggi Slot Parkiran : 7cm
2. Lebar Slot Parkiran : 6cm
3. Panjang Slot Parkiran : 11cm

Berdasarkan spesifikasi slot parkir maka standar dari kendaraan harus lebih kecil dari slot parkir sehingga spesifikasi kendaraan adalah sebagai berikut:

Spesifikasi Standar kendaraan:

1. Tinggi Mobil : 6cm
2. Lebar Mobil : 5cm
3. Panjang Mobil : 10cm

3.2.3 Roda Gigi (*Sprocket*)

Roda Gigi adalah komponen yang akan mentransmisikan gaya putar pada setiap slot parkir yang dirancang secara bertingkat rotasi vertikal hingga kendaraan dapat diparkirkan secara bertingkat seperti pada gambar 3.5. Berikut adalah gambar 3.3 Roda gigi:



Gambar 3.3 Gambar Rantai (Khudur, 2020)

3.2.4 Rantai

Rantai juga berperan penting sebagai perantara transmisi gaya putar dari roda gigi sehingga dapat didesain secara vertikal dan dapat menampung sebanyak 6 slot parkir dan memiliki daya tahan yang tinggi sehingga rantai sangat efisien untuk digunakan pada rancang bangun ini. Berikut gambar 3.4 Rantai:



Gambar 3.4 Rantai (Khudur, 2020)

3.2.5 Segitiga Penopang

Segitiga penopang didesain untuk dapat menopang setiap slot pada parkir rotasi vertikal dan akan menjadi peranan penting agar setiap slot dapat berotasi dengan baik maka perlu desain segitiga yang fleksibel pada lobang paling atas pada setiap segitiga penopang yang digunakan. Berikut adalah gambar 3.5 Segitiga penopang:



Gambar 3.5 Segitiga Penopang

3.2.6 Desain Mekanis Parkiran Secara Keseluruhan

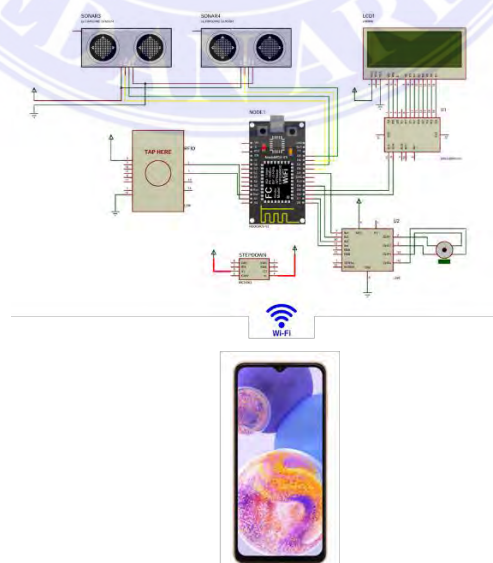
Desain mekanis keseluruhan Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things* merupakan desain yang mencakup seluruh komponen mekanis dari sistem parkir tersebut. Desain ini bertujuan untuk menciptakan sistem parkir otomatis yang berfungsi secara efisien dan aman dalam memarkirkan kendaraan secara vertikal. Berikut adalah Gambar Konstruksi parkir secara keseluruhan:



Gambar 3.6 Konstruksi parkir secara keseluruhan

3.3 Rangkaian Sistem Parkiran

Rangkaian elektronik dalam Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet of Things* adalah inti dari sistem yang memungkinkan pengontrolan, monitoring, dan komunikasi antara komponen-komponen elektronik yang digunakan. Rangkaian ini bertanggung jawab atas operasi otomatis dan terhubungnya sistem ke internet, sehingga memungkinkan akses dan pengontrolan.



Gambar 3.7 Rangkaian Sistem Parkiran

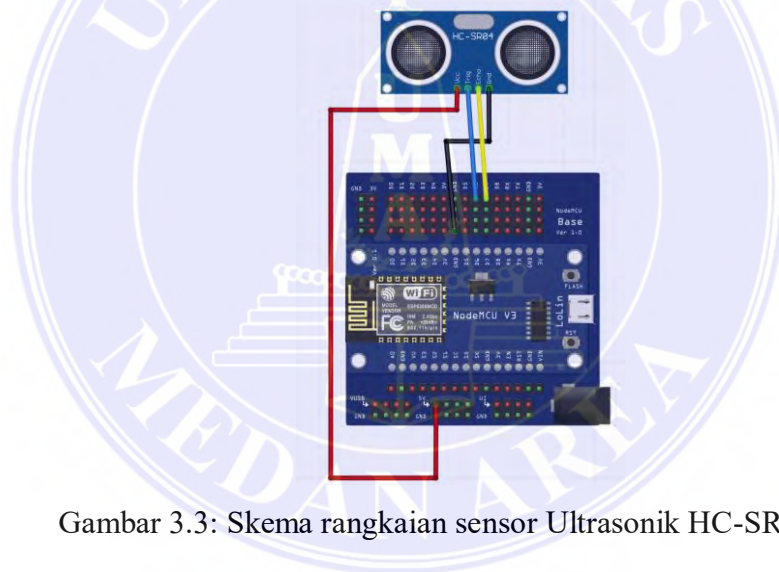
3.3.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler, seperti Arduino Uno adalah otak dari rangkaian elektronik. Ini akan mengontrol operasi keseluruhan sistem parkir berdasarkan data yang diterima dari sensor deteksi kendaraan dan pengendali motor stepper sebagai penggerak rotasi vertikal. Mikrokontroler juga bertugas untuk mengirim dan menerima data melalui modul komunikasi IoT.

3.3.2 Sensor Deteksi Kendaraan

Sensor deteksi kendaraan, seperti sensor Ultrasonik HC-SR 04, akan berfungsi untuk mendeteksi kehadiran kendaraan di setiap slot parkir. Data dari sensor ini akan dikirim ke mikrokontroler untuk menentukan ketersediaan tempat parkir dan mengarahkan kendaraan ke slot parkir dengan posisi parkir yang tepat.

Skema Rangkaian Sensor Ultra Sonik HC-SR04

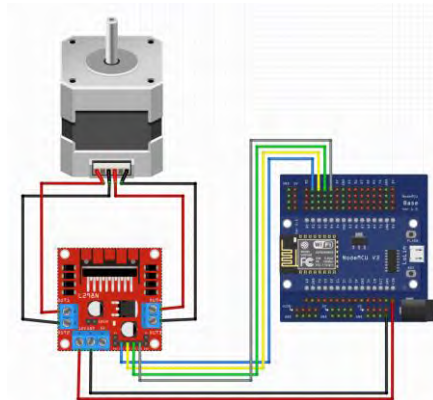


Gambar 3.3: Skema rangkaian sensor Ultrasonik HC-SR04

3.3.3 Motor Stepper

Rangkaian elektronik akan mengendalikan motor stepper yang akan menggerakkan platform parkir secara vertikal. Mikrokontroler akan memberikan instruksi kepada motor stepper untuk menggerakkan platform ke lantai parkir yang diinginkan.

Skema Rangkaian *Motor Stepper Nema17*



Gambar 3.3.3: Skema rangkaian *motor stepper* nema17

3.3.4 Modul Komunikasi IoT

Modul komunikasi IoT, seperti modul Wi-Fi akan digunakan untuk menghubungkan sistem parkir ke internet. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengakses sistem parkir melalui perangkat seluler dan memantau ketersediaan tempat parkir dari jarak jauh.

3.3.5 Sumber Energi

Rangkaian elektronik akan memerlukan suplai energi untuk beroperasi. Ini berasal dari sumber listrik rumahan menggunakan adaptor.

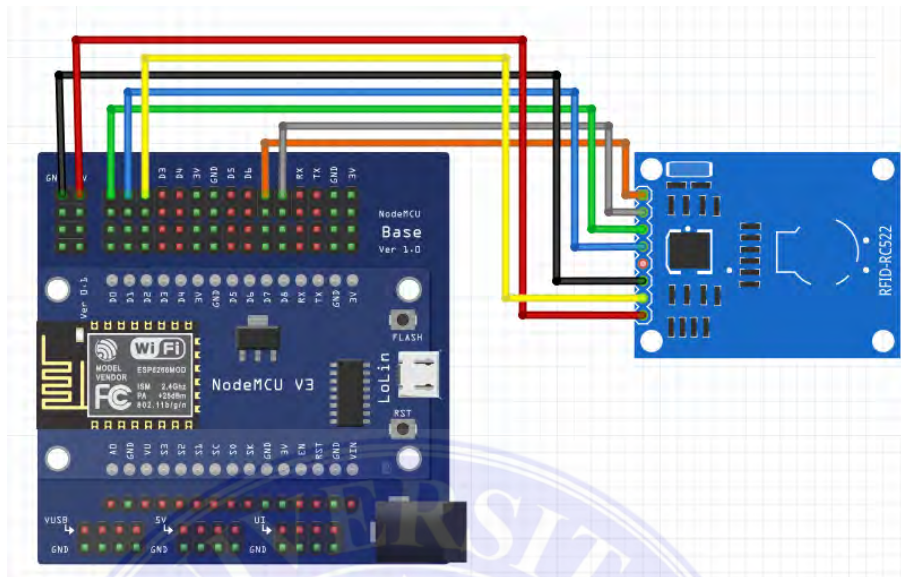
3.3.6 RFID Tag untuk Kendaraan

Setiap kendaraan yang ingin memanfaatkan sistem parkir ini akan diberikan sebuah RFID tag. RFID tag ini berbentuk kartu yang dilengkapi dengan chip RFID. Chip RFID pada tag ini berisi informasi yang berhubungan dengan kendaraan tertentu.

3.3.7 RFID Reader

Di area pintu masuk dan keluar sistem parkir, akan dipasang pembaca RFID. Pembaca ini berfungsi untuk membaca data dari RFID tag yang diberikan yang sesuai dengan informasi kendaraan saat melewati pintu masuk dan keluar.

Skema Rangkaian RFID



Gambar 3.3.7: Sketsa rangkaian RFID

3.3.8 Informasi Identitas Kendaraan

Data dari RFID tag yang terbaca oleh pembaca RFID akan dikirimkan ke sistem komputer yang mengelola database identitas kendaraan. Database ini akan berisi informasi tentang nomor identifikasi kendaraan dan status tempat parkir (kosong atau terisi).

3.3.9 Otorisasi Akses dan Identifikasi

Setiap kali kendaraan mencoba memasuki atau meninggalkan area parkir, pembaca RFID akan membaca data dari RFID tag dan mengirimkannya ke sistem. Sistem akan melakukan verifikasi dan otorisasi berdasarkan data yang diterima dari RFID tag. Jika kendaraan memiliki izin untuk memasuki area parkir dan tempat parkir tersedia, sistem akan memberikan akses untuk memarkirkan kendaraan.

3.3.10 Pemantauan Ketersediaan Parkir

Penggunaan RFID dalam sistem parkir memungkinkan pemantauan real-time tentang ketersediaan tempat parkir. Saat kendaraan memasuki atau meninggalkan area parkir, sistem akan mengupdate status tempat parkir di database sehingga pengguna lain dapat melihat ketersediaan tempat parkir sebelum memasuki area parkir.

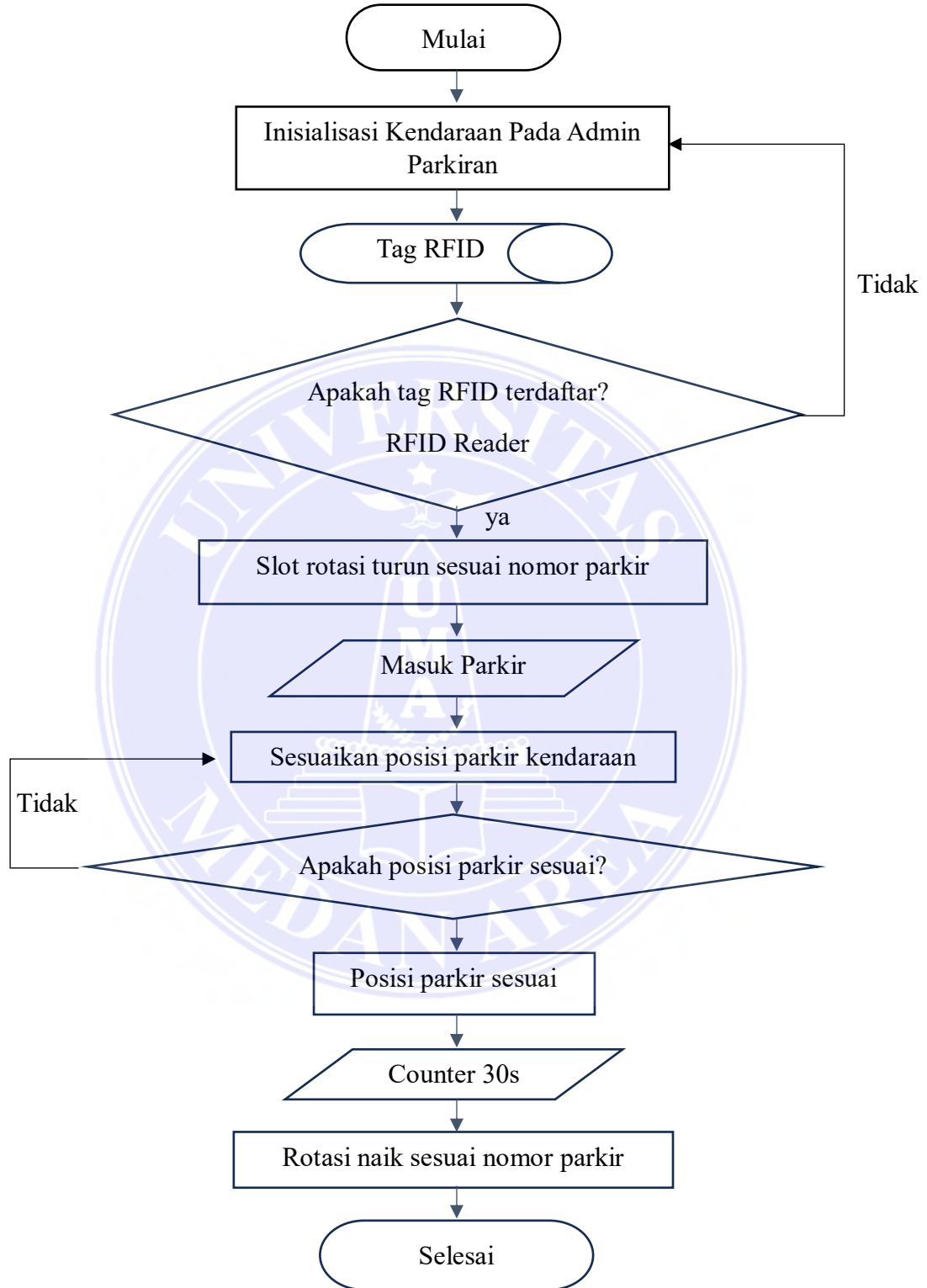
3.3.11 Keamanan dan Kecepatan Proses

Penggunaan RFID dalam Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things* meningkatkan keamanan dan kecepatan proses. Dengan otorisasi akses berbasis RFID, sistem dapat mengontrol kendaraan yang diperbolehkan masuk dan meninggalkan area parkir. Selain itu, proses identifikasi berbasis RFID juga lebih cepat dibandingkan dengan metode manual.



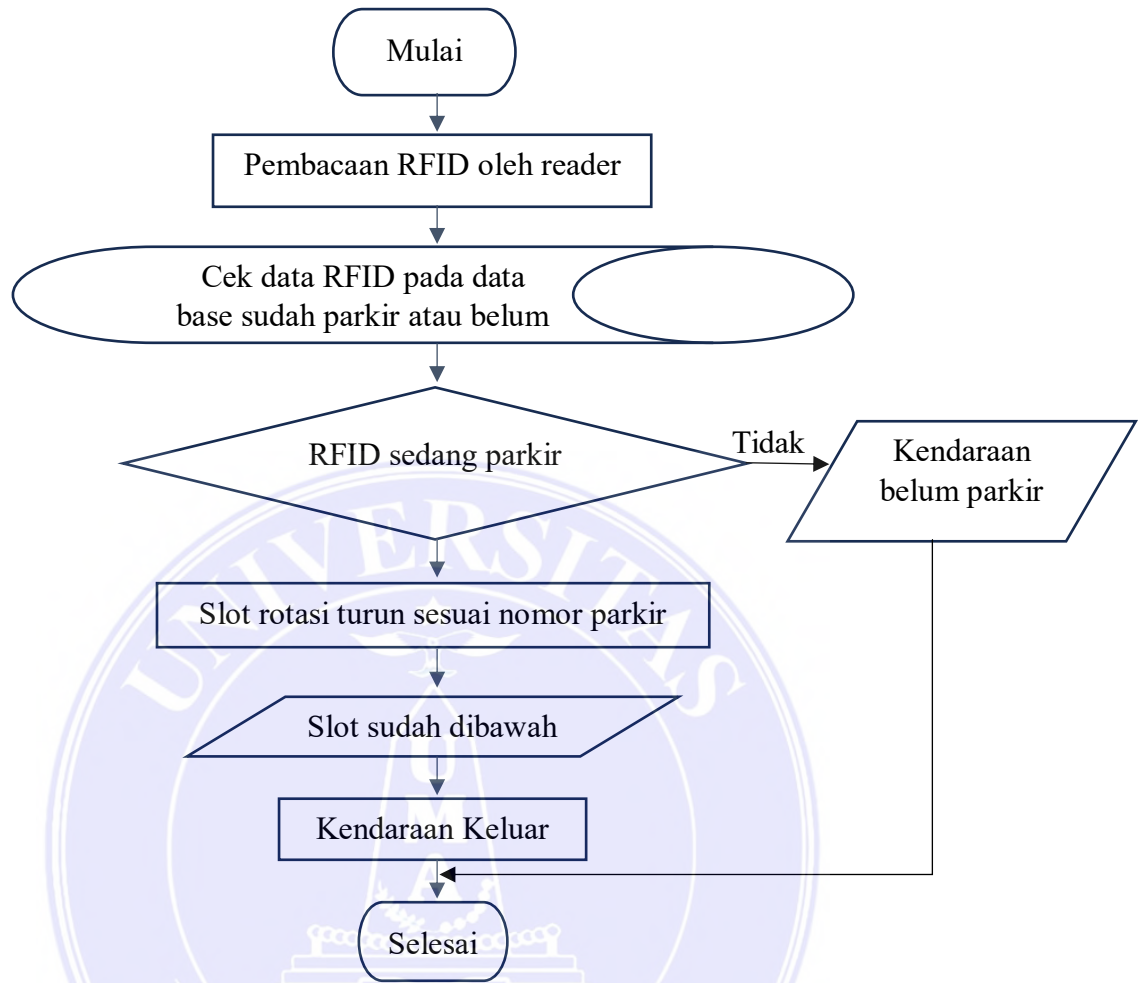
3.4 Flowcart Perangkat Lunak Sistem

3.4.1 Prosedur Masuk



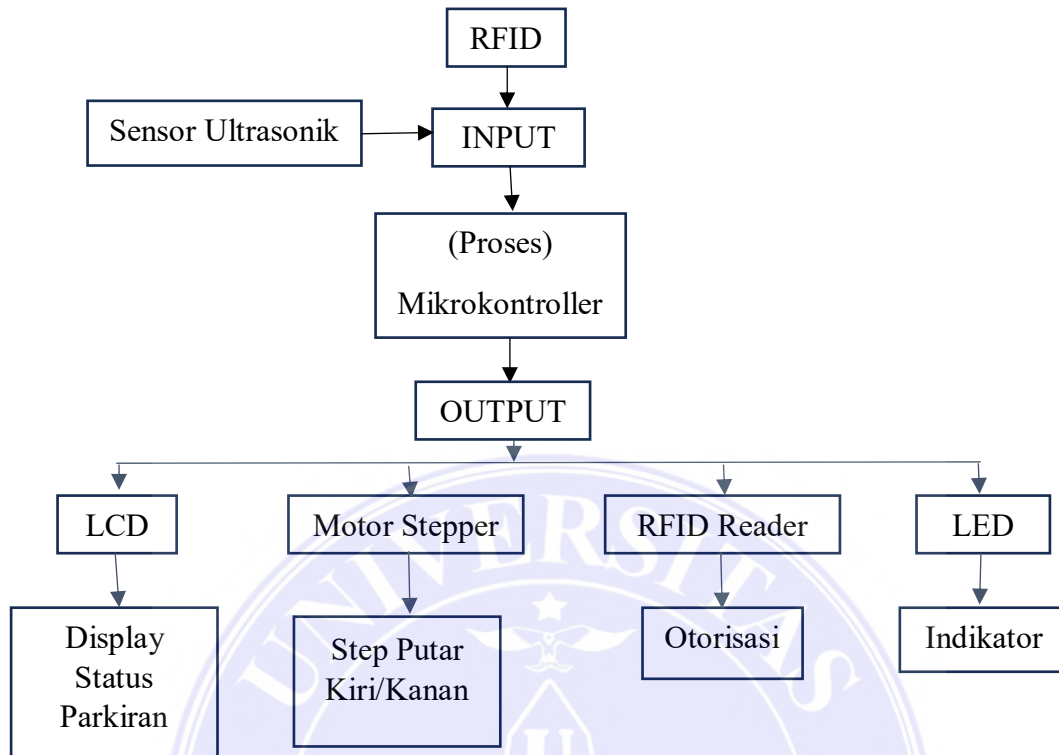
Gambar 3.4 Flowcart Prosedur Masuk

3.4.2 Prosedur Keluar



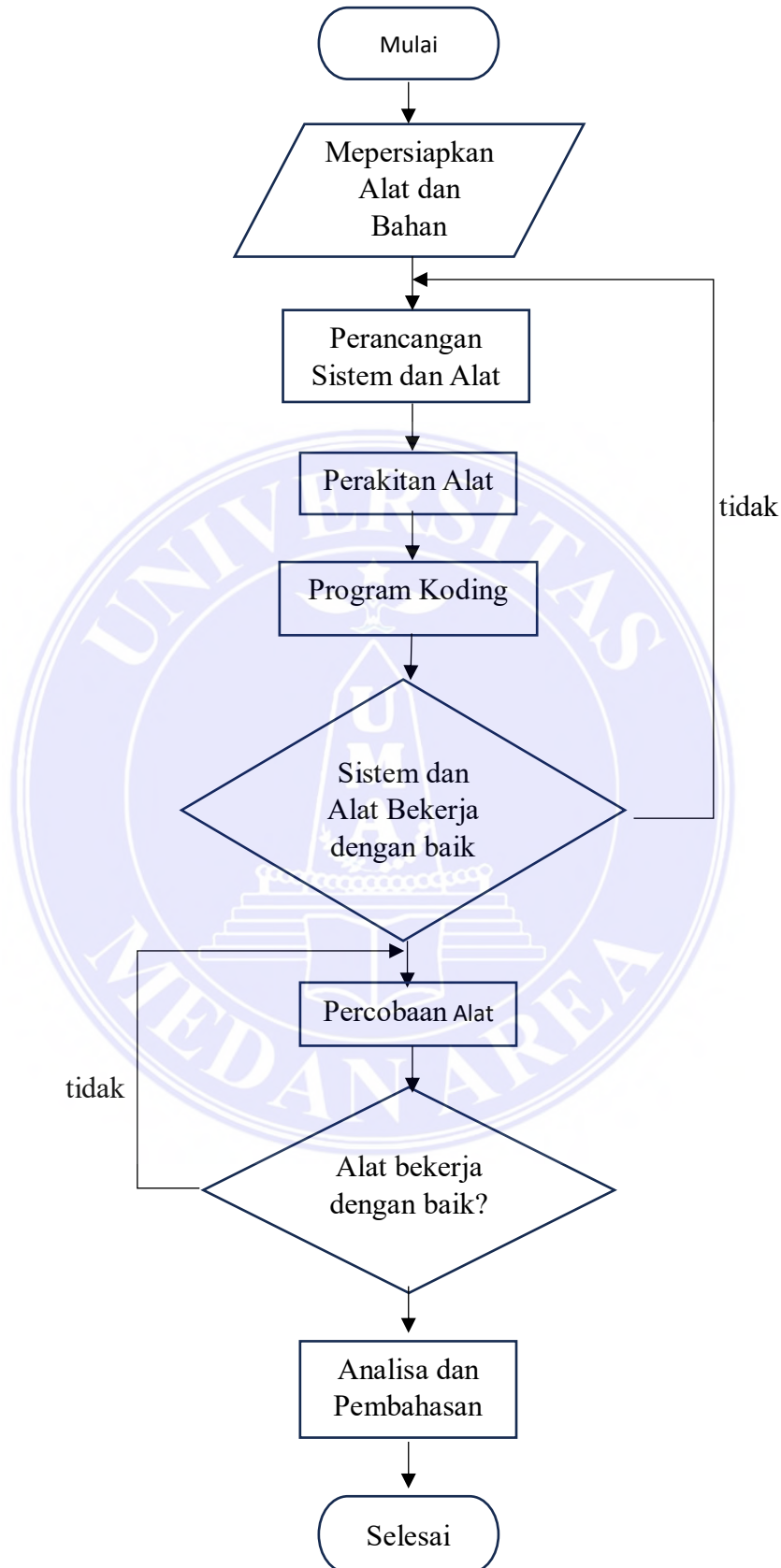
Gambar 3.4 Flowcart Prosedur Keluar

3.5 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.5. Blok Diagram Sistem

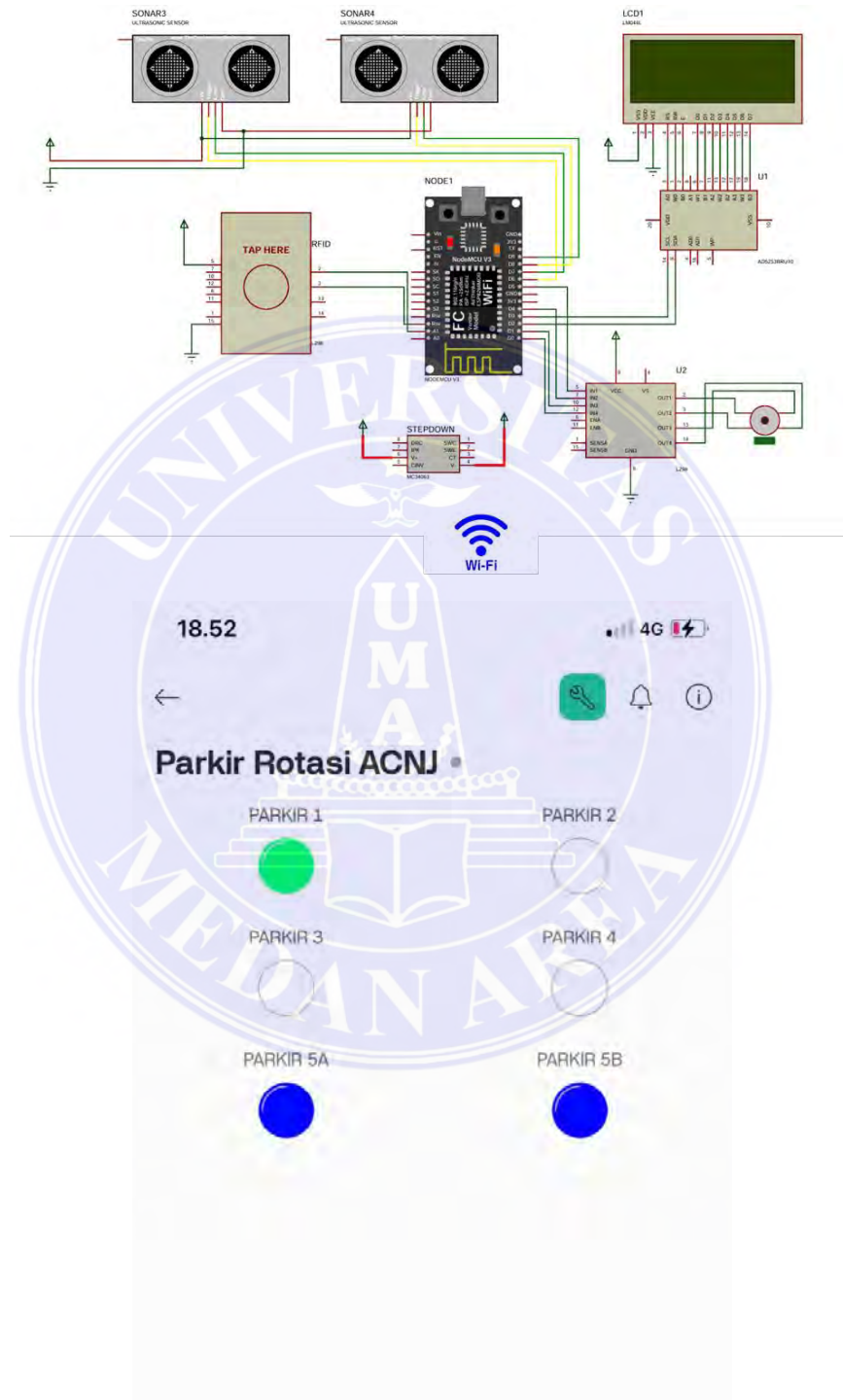
3.6 Flowchart Pembuatan Alat



Gambar 3. 6 Flowcart Pembuatan Alat

3.7 Rangkaian listrik Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis

Berikut adalah rangkaian listrik keseluruhan sistem alat:



Gambar 3.7: Rangkaian listrik sistem kontrol parkir rotasi vertikal otomatis berbasis *internet of things*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan, realisasi dan pengujian yang telah dilakukan terhadap Prototipe Sistem Kontrol Parkir Rotasi Vertikal Otomatis Berbasis *Internet Of Things* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada alat ini terdapat sebuah sensor jarak yang dimana sensor ini digunakan untuk membaca objek dijarak tertentu pada slot parkir yang tersedia. Alat ini juga menggunakan *motor Stepper* sebagai penggerak elevator saat sistem aktif.
2. Dengan implementasi *Internet of Thing* (IoT) dapat dihasilkan produk prototipe, dan pada prototipe tersebut dihasilkan lahan parkir yang berisi 8 slot yang divisualkan pada aplikasi *android*.
3. Aplikasi *BLYNK* yang digunakan sebagai monitoring pada *smartphone* android memiliki respon rata-rata 1,33 detik didalam ruangan dan 1,38 detik diluar ruangan serta menghasilkan tampilan yang sesuai dengan kondisi sistem kerja alat, dimana tampilan yang diberikan berupa kondisi slot parkir yang sudah terisi dan masih tersedia.

5.2 SARAN

1. Membuat tampilan aplikasi yang lebih menarik.
2. Sistem dapat dikembangkan untuk di implementasikan pada lingkup yang lebih luas.
3. Melakukan studi lebih lanjut tentang penggunaan energi dan efisiensi sistem untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi dan pembaruan desain yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsa, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Informasi Parkir Menggunakan QR Code Pada Universitas Bina Darma Palembang Berbasis Mobile. Bina Darma Conference On Computer Science, 524.
- Alimuddin, S.T., M.T. (2018). Sistem Parkir Cerdas Sederhana Berbasis Arduino Mega 2560 Rev3. Jurnal Electro Luceat, 1-2.
- Hadi, E. S. (2018). RANCANG Bangun Sistem Kendali Parkir Rotasi Vertikal Berbasis Rfid Dan Arduino. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Khudur, D. S. (2020). Analysing the efficient use of solar energy in an automatic vertical rotary car parking system. Material Science And Engineering, 6.
- Nainggolan, T. H. (2021). Analisis Karakteristik Parkir Kendaraan Pada Area Parkir RSUD dr. Mohamad Saleh Kota Probolinggo. Jurnal Sondir, 80.
- Okiandri, D., & Syarifuddin. (2021). Rancang Bangun Sistem Kontrol Arduino Pada Gerbang Otomatis Menggunakan RFID. Journal Teknologi Terapan.
- Pratama, W. R., & dkk. (2019). Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet Of Things. Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, 53.
- Reswandi, J., & dkk. (20120). Rancang Bangun Prototype Kendali Pintu Gerbang Parkir Berbasis Pelat Nomor Polisi Dan Barcode Menggunakan Pengolahan Citra Digital. Universitas Telkom, 3.
- Rudi, Dinata, I., & dkk. (2017). RANCANG Bangun Prototype Sistem Smart Parking Berbasis Arduino Dan Pemantauan Melalui Smartphone. Jurnal Ecotipe, 15.
- Salamah, K. S., & Putra, D. L. (2019). Rancang Bangun Kontrol Smart Parking Otomatis Berbasis Arduino. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, 36.
- Setiawan, A. N., & dkk. (2021). Rancang Bangun Prototipe Program Cerdas Perparkiran Mobil Memanfaatkan Tcrt5000 Berbasis Arduino Dengan Kendali Terpusat. Portaldata.org, 2.
- Sodiq, M., & Hasbullah, H. (2018). Prototype of Arduino Based Parking Rotation System. Materials Science and Engineering.
- Suhardi, D. (2014). Prototipe Controller Lampu Penerangan Led (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya. Jurnal Gamma, 117.
- Hakim, A. I., Ramahan, F., & Kusuma, H. (2020). Prototype Smart Parking Rotary Parking Car Pada Area Parkir Kampus 1 Politeknik Harapan Bersama Tegal Berbasis PLC OMRON CP1E N30. Repository Polman Bandung, 20-30.

- Irhas, A., Hamdani, & Tarigan, A. D. (2020). Perancangan Prototype Parking System Rotari Berbasis Mokirolontroler. Perpustakaan Panca Budi.
- Prakoso, S. B. (2015). Sistem Parkir Mobil Otomatis Untuk Kondisi Parkir Paralel. Telekontran, 62.
- Thiang, & Sugiarta, E. (2018). Sistem Otomasi Mesin Tempat Parkir Mobil Bawah Tanah Dengan Menggunakan Programmable Logic Control. Media Neliti, 96.
- Irawati, & Kartikasari, D. (2020). Sistem Smart Parking Berbasis PLC dan Mikrokontroler. ira-59-66, 63.
- Safiril, I., & Hudan. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet Of Things. Jurnal Teknik Elektro, 08.
- Yusro, M., & Rikawarastuti. (2018). Development of Smart Infusion Control and Monitoring System (SICoMS) Based Web and Android Application. IOP Conference Series: Material Science and engineering.

