

PROTOTYPE PEMARKIRAN MOBIL MELINGKAR OTOMATIS

Akbar Sanjani, Rosalina, Harry Ramza*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA
Jalan Tanah Merdeka No. 6, Kp Rambutan, Jakarta 13830, Indonesia.

email : akbarsanjani999@gmail.com, hramza@uhamka.ac.id

*Penulis koresponden

ABSTRAK

Keterbatasan area parkir membuat pengemudi memasukkan kendaraannya ke gedung bertingkat. Area parkir ruang sempit memiliki banyak masalah ketika kondisi penuh dari sistem parkir dan itu menciptakan kerusakan kendaraan ketika mereka melakukan parkir dan mengambilnya kembali. Tidak tersedianya informasi dari slot parkir menyebabkan waktu parkir lama. Berdasarkan masalah ini, telah dibuat prototipe sistem parkir melingkar otomatis yang mirip dengan bangunan melingkar. Prototipe dapat menampung delapan kendaraan roda empat dengan empat kendaraan di setiap lantai. Sistem parkir bekerja secara otomatis ketika pengguna hanya memasukkan kendaraan ke dalam slot parkir pertama (siaga), dan aktivasi sistem parkir dengan menggunakan RFID (identifikasi frekuensi radio). Hasil pengujian sistem parkir melingkar otomatis menunjukkan dan menginformasikan ketersediaan slot parkir. Waktu penempatan kendaraan sampai pengambilan adalah 469,5875 detik. Prototipe dirancang dengan menerapkan mikrokontroler Arduino dan aktuator lainnya. Skala komparatif antara prototipe dengan jumlah ukuran nyata 1: 1222 cm³ telah ditemukan.

Kata kunci: Automatic Circular Car Parking, Vertical Parking System, Arduino Mega 2560, Stepper Motor, DC Motor, RFID.

ABSTRACT

The limitation of parking area makes the driver to put their vehicles into the storey building. The narrow space parking area has many problem when the full condition of parking system and it creates the harm of vehicles when they do the park off and take it back. The unavailability of information from the parking slot causes the parking time is long. Based on this problems, it has been created the prototype of automatic circular parking system where it was similar to the circular building. The prototype can accomodate eight four-wheel vehicles with four vehicles in each floor. The parking system is worked automatically when the user only put the vehicle into the first parking slot (standby), and activation of the parking system by using the RFID (radio frequency identification). The testing result of automatic circular parking system shows and informs the availablity of the parking slot. The placing time of the vehicles until the retrieval is 469.5875 second. The prototype is designed by applying the microcontroller of arduino and the other actuators. The comparative scale between prototype to real size amount 1:1222 cm³ has been found.

Keyword: Automatic Circular Car Parking, Vertical Parking System, Arduino Mega 2560, Stepper Motor, DC Motor, RFID.

Naskah Diterima :28 Februari 2019

Naskah Direvisi : 1Maret 2019
 Naskah Diterbitkan : 21Maret 2019

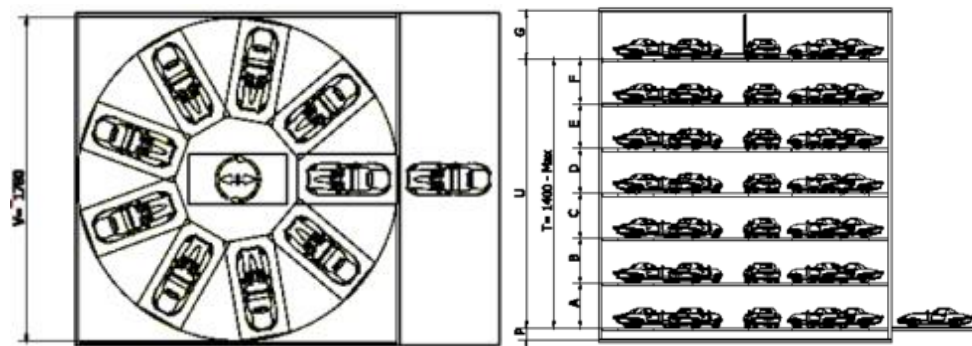
1. PENDAHULUAN

Lahan parkir yang terbatas membuat para pengendara harus memarkirkan kendaraan mereka pada gedung parkir yang bertingkat[1-3]. Pada gedung parkir yang bertingkat, masalah yang sering ditemui adalah kendaraan yang diparkirkan pada gedung bertingkat memiliki ruang parkir yang sempit saat kondisi parkir penuh sehingga resiko kerusakan seperti menabrak kendaraan lain pada saat memarkirkan mobil atau saat mengeluarkan mobil dari ruang (slot) parkir. Masalah lain yang sering ditemui di gedung parkir bertingkat yaitu tidak adanya informasi ketersediaan ruang parkir yang menyebabkan saat pemarkiran membutuhkan waktu yang lama karena pencarian ruang parkir yang kosong[4-9].

2. DASAR TEORI

2. 1. Sistem Parkir Melingkar (*Circular Parking System*).

Sistem parkir ini dirancang untuk memarkir mobil di sebuah bangunan melingkar dimana bertujuan untuk mengurangi jumlah pemakaian lahan parkir yang diperlukan[2, 4, 10-12]. Sistem ini beroperasi dengan parkir otomatis serta peletakkan mobil menggunakan lift untuk membawa kendaraan ke lantai yang kosong dan kemudian mesin parkir berputar menyusun kendaraan. Sistem ini dikendalikan komputer yang terintegrasi secara keseluruhan dan sistem kerja dapat dilihat dengan sebuah layar komputer[4, 10, 13-18]. Contoh desain sistem parkir melingkar dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem Parkir Melingkar.

2. 2. Arduino Mega 2560

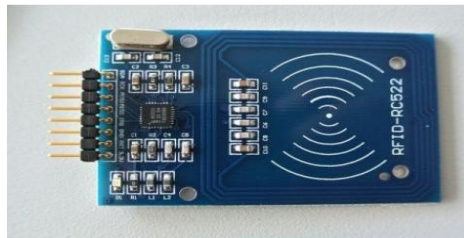
Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input* masukan atau keluaran, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai keluaran *Pulse Width Modulation* (PWM), 16 pin sebagai masukan analog, dan 4 pin sebagai *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack* power, *header* ICSP, dan tombol reset. Arduino dapat diaktifkan dengan menghubungkan Arduino ke komputer melalui kabel USB atau dengan adaptor AC-DC maupun baterai. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Bentuk fisik Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Arduino Mega 2560.

2. 3. RFID (Radio Frequency Identification)

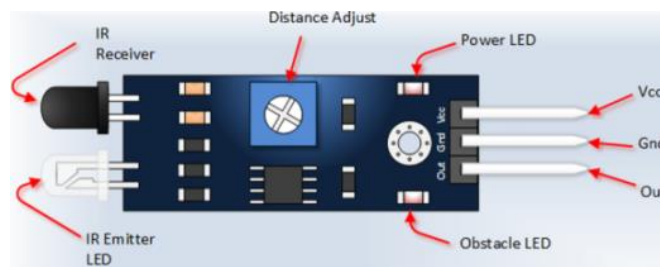
RFID adalah sebuah teknologi penangkapan data yang memanfaatkan frekuensi Radiodalam sistem kerjanya yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam *Tag* RFID. RFID terdiri dari beberapa komponen dasar, *Tranponder Tag* RFID berfungsi sebagai ID (identitas), reader berfungsi untuk melakukan pembacaan *Tag* RFID dan antena yang berfungsi sebagai media perambatan sinyal. Antena RFID pada umumnya tergabung dengan *Tag* RFID. Berikut bentuk fisik dari RFID dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. RFID-RC522.

2. 4. Sensor Infrared

Sensor Infra Red merupakan sebuah modul yang terdiri dari inframerah dan photodiode yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan atau objek di depannya. Sensor ini dapat mendeteksi objek hingga sudut 35°. Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat pada modul tersebut. Bentuk fisik sensor infrared dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Sensor Infrared.

2. 5. Motor Stepper NEMA-17

Motor *stepper* adalah salah satu jenis motor DC yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Prinsip kerja motor stepper adalah mengubah pulsa-pulsa masukan menjadi gerakan mekanis diskrit. Oleh karena itu untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Bentuk fisik motor stepper NEMA-17 dapat dilihat pada gambar 5,



Gambar 4. Motor Stepper NEMA-17.

2. 6. LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit*. Atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Berikut bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. LCD (*Liquid Crystal Display*).

2. 7. Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct unidirectional. Bentuk fisik Motor DC dapat dilihat pada gambar 7.

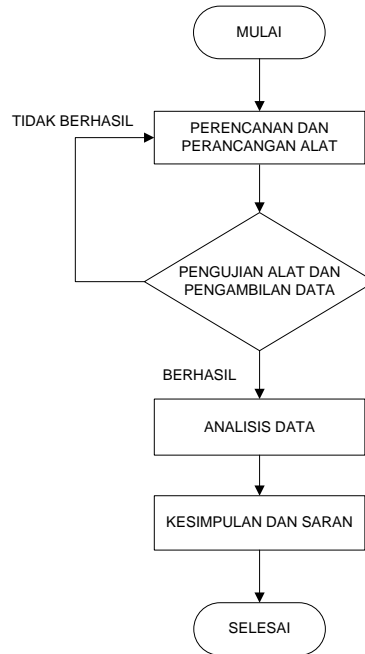


Gambar 6. Motor DC.

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1. Metode Perancangan

Adapun metode yang diterapkan pada perancangan prototype parkir mobil melingkar otomatis dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Tahapan – Tahapan Perancangan

Berikut penjelasan diagram alir tahapan-tahapan metode perancangan :

1. Perencanaan dan Perancangan Alat

Perencanaan design dan rangkaian ini dimulai dari membuat sketsa gambar perangkat keras dengan menggunakan perangkat lunak *Tinkercad* (berupa gambar 3D) hingga membuat skematik rangkaian dengan menggunakan *Fritzing*. Setelah tahap perencanaan selesai, selanjutnya merancang perangkat keras yang memiliki 2 bagian yaitu perancangan ruang parkir dan alat pengangkat mobil (lift), kemudian dilanjutkan dengan penempatan dan pengkabelan alat elektronik berupa, arduino, LCD, motor stepper, RFID, motor DC, driver A4988 dan penurun tegangan DC.

2. Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Setelah tahap perancangan selesai, selanjutnya adalah melakukan pengujian alat untuk melihat kinerja alat tersebut dan mengamati data yang didapat serta pengecekan *error* yang mungkin terjadi.

3. Analisa Data

Jika alat telah berjalan dengan baik tanpa ada masalah, maka akan dilakukan eksperimen untuk mendapatkan nilai yang akan ditindaklanjuti dan menganalisis sistem kerja alat.

4. Kesimpulan dan Saran

Berupa penarikan kesimpulan dan saran dari hasil eksperimen maupun dari hasil analisa yang telah dilakukan.

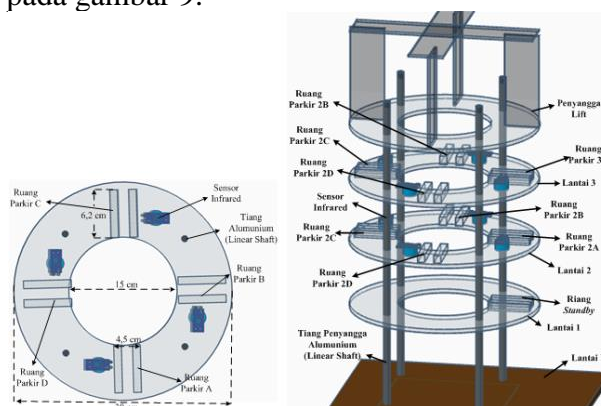
3. 2. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras pemarkiran mobil otomatis ini terdapat 2 bagian yang perlu dirancang yaitu; perancangan ruang pemarkiran (*parking lots*) dan perancangan alat pengangkat kendaraan.

3. 2. 1. Ruang Pemarkiran (*Parking Lots*)

Ruang pemarkiran ini dirancang secara bertingkat dengan jumlah 4 lantai, dimana 2 lantai untuk ruang pemarkiran, 1 lantai untuk pengemudi menempatkan dan mengambil mobil serta 1 lantai digunakan untuk penempatan motor stepper yang digunakan pada lift.

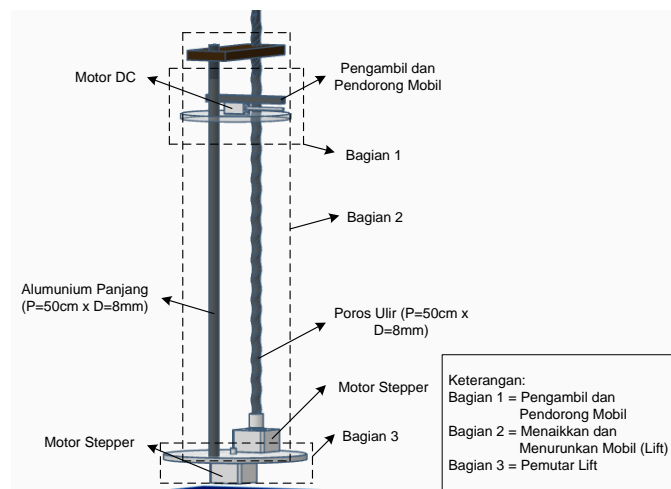
Jumlah ruang parkir pada masing-masing lantai berjumlah 4 ruang, sehingga mobil yang dapat diparkirkan pada prototype ini berjumlah 8 mobil. Pada perancangan ini, bahan dasar lantai lift menggunakan akrilik dan aluminium poros dengan panjang 50 cm sebagai tiang penyangga tiap lantai. Gambar desain ruang parkir dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Desain Ruang Parkir Tampak Atas dan Tampak Samping

3. 2. 2. Alat Pengangkat Mobil

Alat pengangkat mobil ini memiliki fungsi yang sama dengan sistem lift, dimana terdapat 3 bagian pada alat pengangkat mobil seperti tampak pada gambar 10.



Gambar 10. Desain Pengangkat Mobil (Lift)

1. Bagian Peletak dan Pengambil Mobil
Bagian ini berfungsi untuk meletakkan dan mengambil mobil dengan gerakan maju-mundur. Alat yang digunakan adalah motor DC yang memiliki poros ulir yang panjangnya 400mm.
2. Bagian Lift (Naik Turun)
Pada bagian ini adalah berupa lift dikarenakan fungsi kerja yang sama yaitu berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan mobil. Alat yang digunakan adalah motor stepper 17HS4401 dengan torque 4 Kg dan tegangan kerja 12-24V.
3. Bagian Putar Lift

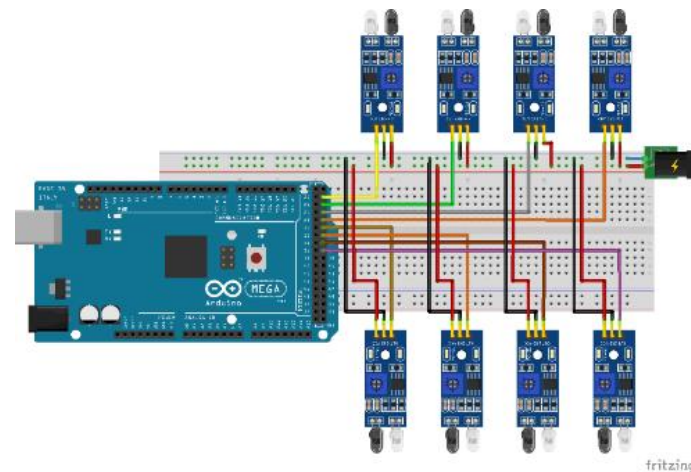
Pada bagian ini berfungsi untuk memutar lift agar mobil dapat ditempatkan di ruang parkir lainnya dilantai yang sama. Alat yang digunakan adalah motor stepper, dikarenakan motor stepper lebih mudah untuk mengatur kontrol posisi. Gambar 11 dibawah ini merupakan hasil perancangan prototype pemarkiran mobil melingkar otomatis.



Gambar 11. Prototype Pemarkiran Mobil Melingkar Otomatis

3. 3. Skematik Rangkaian Elektronik.

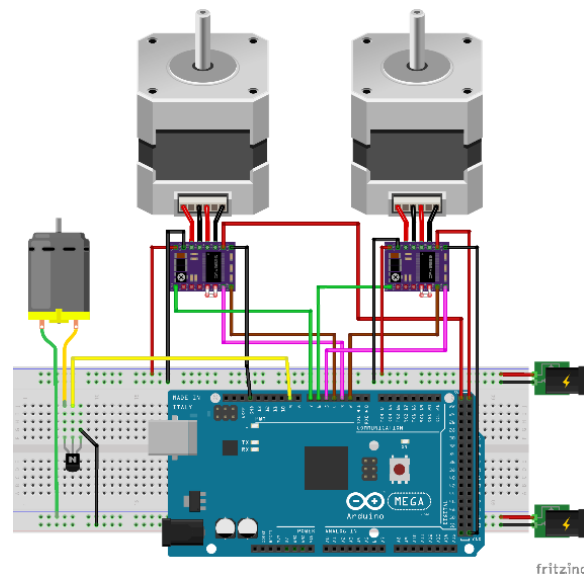
Dalam rangkaian pemarkiran mobil melingkar otomatis ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu, rangkaian pendeteksi ruang parkir, rangkaian lift, dan rangkaian RFID dan LCD. Rangkaian pendeteksi ruang parkir merupakan rangkaian pendeteksi ketersediaan slot parkir pada sistem parkir otomatis bertingkat. Rangkaian ini terdiri dari rangkaian Sensor Infrared berjumlah 8 sensor, dimana 4 sensor dilantai 2 dan 4 sensor dilantai 3. Sensor infrared yang ditunjukkan pada gambar 12 ini diaktifkan dengan menggunakan tegangan sebesar 5V yang didapat dari tegangan eksternal berupa catu daya 12V yang diturunkan dengan menggunakan XL4015 MBR 5A regulator stepdown tegangan DC yang dapat diatur tegangan keluarannya. Penggunaan tegangan *eksternal* ini bertujuan agar tegangan arduino mega 2560 tetap stabil saat menjalankan semua sensor.



Gambar 12. Skematik Pendeteksi Slot Parkir

3. 3. 1. Rangkaian Lift

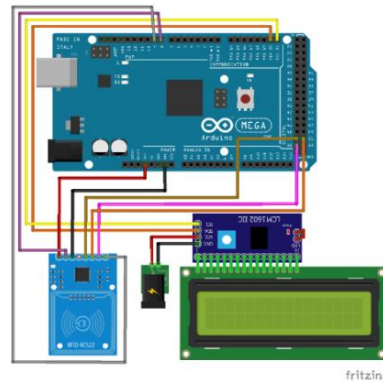
Rangkaian ini digunakan untuk mengangkat atau menurunkan mobil pada saat parkir mobil maupun saat pengambilan mobil dan pendorong mobil ke slot parkir. Rangkaian ini terdiri dari 2 buah motor stepper 17hs4401 nema 17 dimana 1 motor stepper digunakan untuk menaikkan atau menurunkan mobil dan 1 motor stepper untuk memutar lift, dan 1 motor DC digunakan untuk mendorong mobil ke slot parkir.



Gambar 13. Skematik Rangkaian Elevator

3. 3. 2. Rangkaian RFID dan LCD

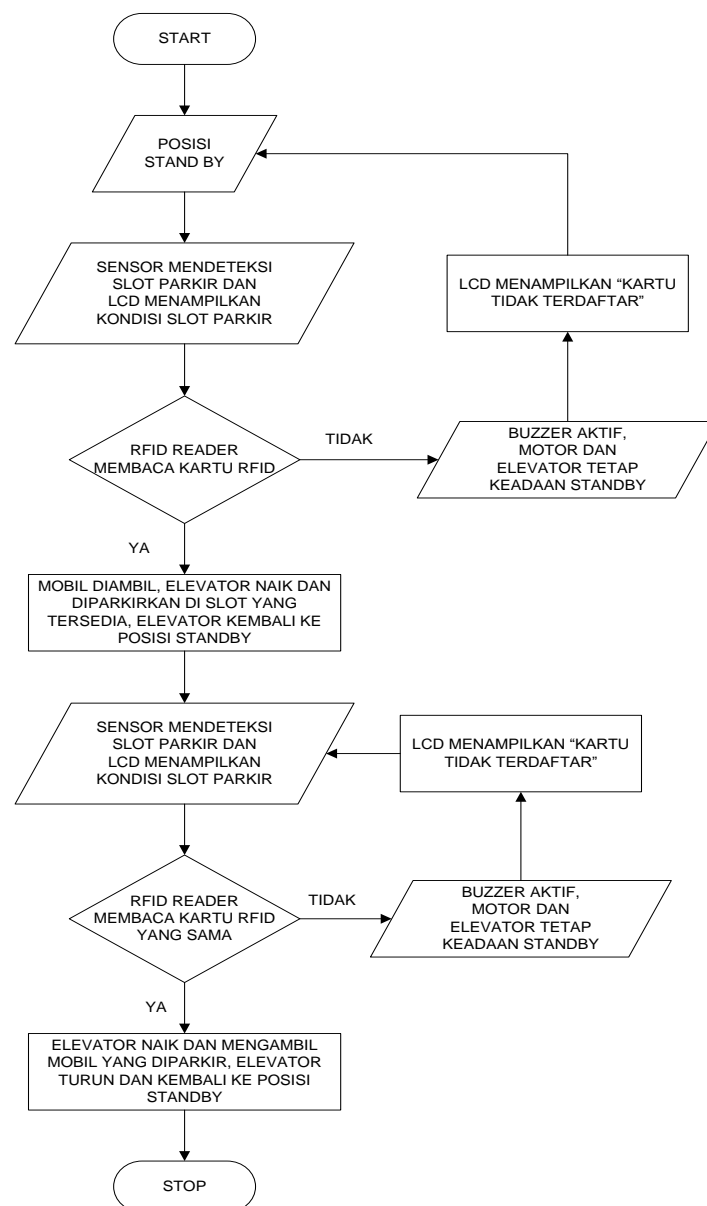
Rangkaian RFID digunakan untuk mengaktifkan rangkaian lift, dimana saat *tag* RFID terbaca oleh *RFID Reader* maka mobil yang sudah berada di tempat pengambilan mobil akan diparkirkan di slot parkir yang tersedia dan untuk rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan slot parkir yang tersedia.



Gambar 14. Skematik Rangkaian RFID dan LCD

3. 4. Diagram Alir Sistem Parkir Otomatis Circular

Cara kerja sistem parkir mobil otomatis circular dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Flowchart Parkir Mobil Circular

Dari gambar 15 diatas dapat diketahui cara kerja dari alat ini dimana,saat Arduino mega 2560 dihidupkan maka sensor infrared akan mendeteksi slot parkir dan ditampilkan pada LCD 16x2, ketika *tag* RFID di dekatkan atau ditempelkan dan terbaca oleh RFID *Reader*, maka mobil yang sudah berada di tempat pengambilan mobil (posisi awal) akan diparkirkan di slot parkir yang tersedia. Untuk pengambilan mobil, pengendara dapat men-tap kembali *tag* RFID ke RFID *Reader*, apabila RFID yang di tap tidak sesuai/tidak terdaftar maka buzzer akan berbunyi dan LCD akan menampilkan tulisan “Maaf Kartu Anda Belum Terdaftar”. Jika *tag* RFID yang terdaftar terbaca oleh RFID *reader* maka mobil akan diambil.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4. 1. LCD (16 x 2)

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan waktu dan berat berupa tampilan karakter pada LCD sesuai dengan keinginan dan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan memprogram karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD melalui Arduino. Berikut gambar 16 merupakan tampilan hasil pengujian LCD.



Gambar 16. Tampilan Pengujian LCD 16x2

4. 2. RFID

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji RFID *reader* apakah dapat membaca kartu RFID dan mendapatkan nomor pada kartu RFID. Pengujian dilakukan dengan menggunakan program dibawah ini. Pengujian RFID dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Hasil Pengujian RFID *Reader* dan Kartu RFID

4. 3. Sensor Infrared

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa jarak maksimum dan minimum deteksi sensor infrared dengan memutar potensiometer. Tabel 1 merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 1. Pengujian Jarak Maksimum dan Minimum Deteksi Sensor Infrared

Lantai	Sensor	Jarak	Jarak
		Maksimum (cm)	Minimum (cm)
2	A	20,9	1,5
	B	15,4	2,3
	C	14,3	2,4
	D	16,6	1,7
3	A	16,8	2,2
	B	11,9	1,1
	C	31,6	1,3
	D	17,5	1,5

4. 4. Motor Stepper dan Motor DC

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan putar motor (RPM) menggunakan tachometer dan mengetahui jarakserta waktu tempuh lift, pemutar lift maupun pengambil atau pendorong mobil. Tabel 2 merupakan hasil pengujian RPM, jarak dan waktu tempuh motor.

Tabel 2. Pengujian Jarak-Waktu Tempuh Motor

Jenis Motor dan Fungsi		RPM	Jarak / Waktu Tempuh
Motor Stepper	Angkat / Turun (Lift)	295	40mm / 1,25 detik
	Pemutar Lift	17,9	180° / 1,42 detik
Motor DC	Pengambil Pendorong	105	40mm / 48,49 detik

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa kecepatan lift untuk naik atau turun sebesar 295 RPM dengan jarak dan waktu tempuh 40mm/1,25 detik. Untuk kecepatan pemutar lift adalah 17,9 RPM dimana dengan waktu 1,42 detik dapat berputar dengan besar sudut 180°. Sedangkan untuk kecepatan putar motor sebagai pengambil atau pendorong mobil adalah 105 RPM dengan jarak dan waktu tempuh 40mm/48,49 detik.

4. 5. Pengujian Parkir Melingkar Otomatis

Pengujian ini dilakukan dengan mencoba sistem peletakkan dan pengambilan mobil pada tiap slot parkir dilantai 2 dan 3. Berikut merupakan dimensi prototype parkir dan dimensi parkir sebenarnya yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Dimensi ruang parkir prototype dan sebenarnya[17].

	Dimensi Prototype		Dimensi sebenarnya	
	Ruang parkir (cm)	Mobil (cm)	Ruang parkir (cm)	Mobil (cm)
Panjang	6,1	4	500	450
Lebar	4,5	3,5	200	167
Tinggi	10,5	4	500	178
Volume	288,225	56	50000000	13376700

Pada tabel 3 diatas dapat diketahui skala perbandingan dimensi prototype terhadap dimensi sebenarnya pada ruang parkir sebesar 1: 173475,6 dan skala mobil sebesar 1: 238869,6429. Karakteristik nilai-nilai pada tabel 4.4 akan dapat menentukan nilai perbandingan antara volume mobil dengan volume ruang parkir. Nilai perbandingan ini diberikan dengan persamaan[17],

$$\eta_{volume} = \frac{\text{volume mobil}}{\text{volume ruang parkir}} \quad (1)$$

Dari Persamaan tersebut didapat nilai perbandingan volume dimensi prototype sebesar 0,194293 dan perbandingan volume sebenarnya 0,267534.

4. 5. 1. Pengujian Parkir Pada Lantai 2

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data waktu peletakkan dan pengambilan mobil pada tiap ruang parkir dilantai 2 sebanyak 5 kali pengujian agar mendapatkan nilai yang optimal. Tabel 4 merupakan hasil pengujian waktu parkir pada lantai 2 dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian Parkir Pada Lantai 2

Ruang Parkir	Waktu Peletakkan (detik)	Waktu Pengambilan (detik)
2A	229,720	230,332
2B	232,334	232,652
2C	233,862	234,258
2D	232,382	232,708

Dari pengujian tabel 4 diketahui bahwa waktu peletakkan mobil pada lantai 2 memiliki rata-rata waktu $\pm 231,9725$ detik dan waktu pengambilan mobil $\pm 232,055$ detik sehingga selisih waktu peletakkan dan pengambilan adalah 0,0825 detik, dimana waktu pemarkiran lebih cepat dibanding waktu pengambilan. Ini terjadi dikarenakan waktu delay motor stepper dan motor DC pada program pengambilan dan pemarkiran berbeda.

4. 5. 2. Pengujian Parkir Pada Lantai 3

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data waktu peletakkan dan pengambilan mobil pada tiap ruang parkir dilantai 3 sebanyak 5 kali pengujian agar mendapatkan nilai yang optimal. Tabel 5 merupakan hasil pengujian waktu parkir pada lantai 3, waktu pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Pengujian Parkir Pada Lantai 3

Ruang Parkir	Waktu Peletakkan (detik)	Waktu Pengambilan (detik)
3A	234,634	235,160
3B	237,190	237,794
3C	238,996	239,44
3D	237,304	237,934

Dari pengujian tabel 5 diketahui bahwa rata-rata waktu peletakkan mobil pada lantai 3 adalah $\pm 237,031$ detik dan pengambilan mobil adalah $\pm 237,582$ detik sehingga selisih waktu pengambilan terhadap waktu peletakkan adalah 0,45 detik. Ini terjadi dikarenakan waktu delay motor stepper dan motor DC pada program pengambilan dan pemarkiran berbeda.

4. 5. 3. Perbandingan Waktu Parkir Lantai 1 dan 2

Dari tabel 6 dibawah ini menunjukkan penentuan nilai perbandingan waktu pengambilan terhadap waktu peletakkan kendaraan pada prototype pemarkiran mobil otomatis. Nilai perbandingan ini diberikan menggunakan persamaan berikut,

$$n_{pp} = \frac{\bar{x}_{pengambilan}}{\bar{x}_{peletakkan}} \quad (2)$$

Dimana n_{pp} adalah perbandingan waktu pengambilan terhadap waktu peletakkan kendaraan. Persamaan nilai perbandingan diatas ditunjukkan pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Perbandingan Waktu Pengambilan Terhadap Waktu Peletakkan Mobil

Ruang Parkir	Peletakkan (detik)	Pengambilan (detik)	n_{pp}
2A	229,720	230,332	1,002664
2B	232,334	232,652	1,001369
2C	233,862	234,258	1,001693
2D	232,382	232,708	1,001403
3A	234,634	235,160	1,002242
3B	237,190	237,794	1,002546
3C	238,996	239,440	1,001858
3D	237,304	237,934	1,002655
\bar{x}	234,5528	235,0348	1,002054

Dari hasil tabel 6 diatas menunjukkan bahwa nilai perbandingan tersebut menunjukkan nilai rata-rata perbandingan sebesar 1,00205375, dimana nilai ini diartikan bahwa nilai peletakkan dan pengambilan yang sama.

4. 6. Pengujian Waktu Peletakkandan Pengambilan Mobil Dengan Kondisi Ruang Parkir Penuh

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu peletakkandan pengambilan mobil di ruang parkir hingga kondisi penuh. Berikut merupakan pengujian waktu akumulatif ruang parkir penuh dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Waktu Akumulatif Peletakkan dan Pengambilan Ruang Parkir Hingga Kondisi Penuh

Ruang Parkir	Waktu Akumulatif	
	Peletakkan	Pengambilan
2A	229,69	230,5
2B	462,02	463,14
2C	695,89	697,42
2D	928,3	930,14
3A	1162,93	1165,28

3B	1400,12	1403,08
3C	1639,07	1642,5
3D	1876,42	1880,43

5. KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan yang diharapkan dapat disimpulkan bahwa kecepatan lift untuk naik dan turun adalah 295 RPM dengan jarak dan waktu tempuh 40mm/1,25 detik. Untuk kecepatan pemutar lift adalah 17,9 RPM dimana dengan waktu 1,42 detik dapat berputar dengan besar sudut 180°. Untuk kecepatan putar motor sebagai pengambil atau pendorong mobil adalah 105 RPM dengan jarak dan waktu tempuh 40mm/48,49 detik.

Untuk peletakkan mobil pada lantai 2 memiliki rata-rata waktu $\pm 231,9725$ detik dan waktu pengambilan mobil $\pm 232,055$ detik, sedangkan untuk peletakkan mobil pada lantai 3 memiliki rata-rata waktu $\pm 237,031$ detik dan waktu pengambilan mobil $\pm 237,582$ detik. Sehingga waktu peletakkan mobil hingga pengambilan adalah 469,5875 detik. Waktu memarkirkan dan mengambil mobil lebih lama terjadi dikarenakan kecepatan motor DC yang hanya 105 RPM dengan besi poros ulir nya hanya berdiameter 3mm sehingga untuk mencapai jarak 4 cm selama 48,49 detik. Untuk Indeks waktu akumulatif peletakkan adalah 235.23 dan pengambilan adalah 235.7

DAFTAR REFERENSI

- [1]. M. Alam, "Automated Car Parking System," BSEE, Department of Electrical and Electronic Engineering, BRAC University, Bangladesh, Dhaka, 2017.
- [2]. M. Kaur, J. L. Prasad, and G. Chandrasekhar, 2016 "Fabrication of Vertical Car Parking System - A Prototype," *International Journal of Innovative Research in Technology*, Vol. 2, No. 11, pp. 385-390.
- [3]. T. Y. Nirwan, A. S. Waghmare, G. R. Rahate, K. Bhujade, A. A. Saiyyad, A. Shahu, and A. D. Anjekar, 2016, "Introduction to Vertical Multistage Car Parking System," *International Research Journal of Engineering and Technology*, Vol. 3, No. 4, pp. 1492-1494.
- [4]. T. Thiang and E. Sugiarta, 2008, "Sistem Otomasi Mesin Tempat Parkir Mobil Bawah Tanah dengan Menggunakan Programmable Logic Controller," *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 10, No. 2, pp. 94-101. DOI: 10.9744/jtm.10.2.pp. 94-101.
- [5]. H. Brijesh, J. Smit, M. Vicky, P. Tejas, and P. Lalit, 2017, "Automation of Multilevel Car Parking Using PLC," *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, Vol. 4, No. 1, pp. 160-165.
- [6]. F. Shaikh, N. B.S, O. Kulkarni, P. Jadhav, and S. Bandarkar, 2015, "A Survey on Smart Parking System," *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 4, No. 10, pp. 9933-9939. DOI: 10.15680/IJRSET.2015.0410086
- [7]. A. Hilmani, A. Maizate, and L. Hassouni, 2018, "Designing and Managing a Smart Parking System Using Wireless Sensor Networks," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, Vol. 7, No. 2, pp. 24.
- [8]. DYPC-Team, "Smart Parking," Dongyang-PC-Inc, DYPC-Inc. Seoul, Korea, website: <http://www.dysmart.com>, Product Catalog, p.24, 2017.
- [9]. B. R. Sri, A. Monika, G. G. N. Sravanthi, D. D. A. Kumar, and C. P. Rao, 2017, "Automatic Car Parking System using IR Sensors," *International Journal of Engineering Science and Computing*, Vol. 7, No. 4, pp. 6485-6487.

- [10]. M. S. Vikram and N. Ayesha, 2017, "Different Types of Parking Spaces and Multiple Level Car Parking," *International Journal of Research in Advanced Engineering Technologies*, Vol. 6, No. 2, pp. 339-346.
- [11]. A. Medhekar, A. Kunte, R. Makkar, and V. V. Joshi, 2016, "Expandable Modern Automatic Car Parking System," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, Vol. 34, No. 2, pp. 93-99.
- [12]. F. Y. Wang and Y. Liu, "*Mechanical Parking System*," Blekinge Institute of Technology, Mechanical-Engineering, Karlskrona, Sweden, **Research Report**, pp.122. April, 15, 2017.
- [13]. K. Torane, S. Suryawanshi, H. Bhadani, A. Shembade, and G. Dave, "Rotary Car Parking Using Sensors," in *International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering (ICIIIME)* Rajasthan, India, 2017, pp. 1620-1626,
- [14]. L. He and H. Chen, "*Parking Shaft*," Saimaa University of Applied Sciences, Mechanical-Engineering, Lappeenranta, Finland, **Research Report**, pp.41. 2011.
- [15]. S. G. Narone, S. S. Chabukswar, S. A. Valyal, R. B. Hirapure, and V. R. Solapure, 2015, "Vertical Car Parking – A Prototype," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 199-203.
- [16]. C. Patel, M. Swami, P. Saxena, and S. Shah, 2015, "Rotary Automated Car Parking System," *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, Vol. 4, No. 2, pp. 408-415.
- [17]. I. Atacak and E. Erdogdu, 2017, "Prototype Design and Application of a Semi-Circular Automatic Parking System," *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering* Vol. 5, No. 4, pp. 274–284.
- [18]. A. Albagul, K. Alsharif, M. Saad, and Y. M. A. Mosbah, "Design and Fabrication of an Automated Multi-level Car Parking System," in *Conference of Manufacturing Engineering, Automatic Control and Robotics*, 2013, pp. 173-178, ISBN: 978-960-474-371-1