Sistem *Smart Parking* Berbasis PLC dan Mikrokontroler

Irawati, Deasy Kartikasari

Politeknik Swadharma

Jakarta, Indonesia

Irawati2182@gmail.com, makdeasyku@gmail.com

Diterima : 26 February 2020. Disetujui: 6 Mei 2020. Dipublikasikan: 3 Juli 2020

Abstract--This smart parking prototype is designed as a tool to make it easier for 4-wheeled vehicle owners to park their vehicles on a land that is not too large but can accommodate many vehicles. This tool uses Programmable Logic Control and Microcontroller Aduino Uno as a controller and drive the DC Motor. In this design has a general part, namely: 12V DC Motor, PIR Sensor (Passive Infra Red), Aduino Uno Microcontroller, PLC (Omron), PC / Laptop. So that the utilization of the design of smart parking and automatic doors can be maximized, then made a system that is able to move doors and elevators specifically for cars to the special floor of the parking lot easily without obstacles and can be used automatically or manually, namely by making automatic doors that are can move if it receives input signals and gears that are driven by PLC to raise and lower the car. This system uses the keypad as an input signal, the servo motor as the main driver of the door, and the window motor as the main driver of the parking lot (elevator).

Keywords: smart parking; automatic door; 12V motor; PLC; Arduino Uno.

Abstrak--Prototipe *smart parking* ini dirancang sebagai alat untuk mempermudah pemilik kendaraan roda 4 dalam memarkirkan kendarannya di lahan yang tidak terlalu luas namun mampu menampung banyak kendaraan. Alat ini menggunakan Programmable Logic Control dan Mikrokontroler Aduino Uno sebagai pengontrol dan penggerak Motor DC. Pada perancangan ini memiliki bagian umum yaitu: Motor DC 12V, Sensor PIR (Passive Infra Red), Mikrokontroler Aduino Uno, PLC (Omron), PC/Laptop. Agar pemanfaatan perancangan dari *smart parking* dan pintu otomatis ini dapat maksimal, maka dibuatlah sebuah sistem yang mampu menggerakkan pintu serta lift khusus untuk mobil menuju ke lantai khusus lahan parkir dengan mudah tanpa hambatan dan dapat digunakan secara otomatis maupun manual, yaitu dengan membuat pintu otomatis yang dapat bergerak jika menerima input signal dan gear yang digerakan oleh PLC untuk menaikkan dan menurunkan mobil. Sistem ini menggunakan keypad sebagai input signal, motor servo sebagai penggerak utama pintu, dan motor window sebagai penggerak utama lahan parkir (lift).

Kata kunci : *smart parking*; pintu otomatis; motor 12V; PLC; Arduino Uno.

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya sistem parkir yang ada biasanya menggunakan tiket parkir, ada juga yang menggunakan stiker sebagai tanda parkir dan sistem parkir yang ada memerlukan lahan yang luas. Mengacu kepada [1], *Smart city* adalah upaya bagaimana cara menghubungkan infrastruktur fisik, infrastruktur sosial dan infrastruktur ekonomi dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, yang dapat mengintegrasikan semua elemen dalam aspek tersebut dan membuat kota yang lebih efisien dan layak huni melalui pemerintahan berbasis partisipasi masyarakat. Sebagian besar waktu ketika para pengguna kendaraan pergi ke mal dan komersial kompleks, mereka mengalami bahwa ada ruang terbatas untuk tempat parkir terutama pada jam-jam utama. Karenanya sangat membutuhkan sistem parkir yang kuat yang akan memungkinkan kita untuk memesan tempat parkir. Untuk itu perlu dibangun sebuah sistem terpusat untuk mengumpulkan semua

informasi tentang parkir di mal, apartemen, dan hotel.

Menurut Organisasi Internasional Pabrik Kendaraan Bermotor (OICA), jumlah mobil diproduksi pada 2014 saja mencapai 60 juta. Dengan ledakan pertumbuhan mobil, parkir di jalan akan segera menghilang, mengingat kendala ruang. Karena itu ada sangat membutuhkan parkir mobil bertingkat[2]. Namun sistem seperti yang disebutkan sebelumnya masih terdapat kekurangan, seperti tidak terjaminnya sang pemilik kendaraan mendapatkan lahan parkir dikarenakan lahan tersebut terbatas, *basement* yang penuh, dan akhirnya parkir diluar zona manajemen gedung yang masih diragukan tingkat keamanan terhadap kriminalitas dan pungutan liar. Dan sering kali pengawasan pada kendaraan yang parkir masih longgar dikarenakan lahan yang luas dan petugas harus mengontrol dengan cara berkeliling. Jika lahan parkir tersebut sangat luas maka tidak cukup satu atau dua petugas untuk mengontrol lahan parkir tersebut mungkin bisa lebih sehingga kurang efisien. Oleh karena itu

kami merancang sebuah alat yaitu sistem *smart parking* yang ditujukan mengurangi masalah keterbatasan lahan dan meningkatkan keamanan serta efisiensi dalam semua hal.

Penelitian yang akan dilakukan memiliki beberapa perbedaan dari penelitian – penelitian terdahulu yaitu tempat pelaksanaan, jenis peralatan, sensor dan proses yang dilakukan. Penelitian ini dilakukan guna merancang dan membuat suatu sistem *smart parking* yang mampu menggerakkan pintu serta lahan parkir dengan mudah tanpa hambatan dan dapat digunakan secara otomatis yang dapat bergerak jika menerima sinyal input *signal*.

Untuk penelitian mengenai *smart parking* berupa desain melingkar yang efektif seperti tampak dalam Gambar 1 yang pernah dilakukan adalah diperkenalkan di sini memiliki mekanisme khusus *rack-pinion* yang digunakan untuk mengangkat dan menempatkan mobil pada posisi tertentu. Desain mekanisme *rack-pinion* juga disimulasikan menggunakan autodesk inventor dan perangkat lunak COMSOL[3]. Pada penelitian tersebut terdapat beberapa kekurangan untuk penelitian pertama sistem parkir bawah tanah tidak efisien karena biaya yang terlalu tinggi untuk mengaplikasikan.

Sistem *smart parking* ini menggunakan teknologi RFID, check in dan waktu checkout untuk kendaraan dapat dikurangi dan juga sistem pembayaran dapat otomatis[4], tetapi memiliki perbedaan jika disini menggunakan teknologi RFID dan untuk penelitian disini menggunakan teknologi mikrokontroler Arduino dan PLC[5].

Gambar 1. Sketsa Kerangka Luar dan Slot Tempat Parkir Otomatis

Gambar 2. Kontruksi dan Sistem Pengangkat

Model parkir otomatis ini dapat menampung banyak mobil. Gambar 1 menunjukkan sketsa kerangka luar dan slot parkir dari model yang dibuat. Mekanisme pembawa mobil berada ditengah lingkaran dan memiliki 3 derajat kebebasan, yaitu gerakan naik-turun untuk menuju ke lantai atau tingkat yang diinginkan, gerakan rotasi untuk menuju lokasi slot tempat parkir yang dituju dan gerakan maju-mundur untuk meletakkan atau mengambil mobil. Mekanisme mesin tempat parkir mobil dirancang berbentuk piringan lingkaran dan piringan ini dipasang pada 4 pilar dan akan ditarik atau dilepas secara bersamaan untuk gerakan naik-turun. Aktuator untuk gerakan naik-turun adalah dengan menggunakan sebuah motor DC.

Konstruksi dari sistem pengangkat yang telah didesain dapat dilihat pada Gambar 2. Selain itu, untuk dapat menuju ke slot yang diinginkan, piringan lingkaran dilengkapi dengan mekanisme pemutar. Aktuator yang digunakan untuk memutar piringan (gerakan rotasi) adalah sebuah motor DC[6]. Alasan pemilihan motor DC karena motor DC lebih sesuai dan mudah digunakan untuk kontrol posisi Motor DC dapat diatur kecepatannya dengan cara mengatur arus yang masuk ke kumparan jangkar yaitu dengan cara memberi resistansi, bisa juga dengan mengatur tegangan DC yang masuk.

Dalam penelitian ini, pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang masuk ke kumparan jangkar dengan menggunakan konverter DC-DC tipe *buck-boost*. Setelah sampai pada slot yang diinginkan, gerakan maju-mundur untuk meletakkan atau mengambil mobil. Pada penelitian ini menggunakan perangkat keras berbasis mikrokontroler Arduino[4][7]. Perangkat lunak Arduino sangat cocok untuk semua jenis sistem operasi seperti Linux, Windows, dan Macintosh, dll. Untuk pemula sangat mudah digunakan dan juga murah. Itu bisa saja digunakan untuk membuat perangkat seperti itu yang dapat berinteraksi dengan lingkungan menggunakan sensor dan aktuator.

Beberapa hal biasa contohnya termasuk robot, termostat, dan detektor gerakan. penelitian ini

memperkenalkan penggunaan Arduino di satu bidang seperti itu, yaitu *smart parking*, *IR sensor*[2]. Sensor inframerah adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengetahui panjang gelombang cahaya di sekitarnya dengan memancarkan atau mendeteksi spektrum inframerah. Itu juga mampu mengukur panas yang dipancarkan oleh suatu objek dan mendeteksi gerakan. LED akan menyala sehubungan dengan sensor IR deteksi. Setiap sensor IR memiliki pemancar dan penerima. Untuk setiap pemancar dan penerima, ada total dua register dan satu register lagi hadir untuk menjaga tegangan LED yang akan menunjukkan status slot parkir untuk pelanggan. Ketika IR tidak mendeteksi objek di depannya, itu mengembalikan nilai TRUE, yang berarti *output* volt TINGGI dari sensor dan FALSE untuk saat suatu objek terdeteksi artinya *output* volt rendah. Komponen yang digunakan terdiri dari Trafo *step down* 1A, *power supply* 12VDC dan 9VDC, Mikrokontroler Atmega 328P, Arduino Uno, *manual switch*, *Relay board*, Rangkaian Sensor cahaya (LDR), Rangkaian Sensor PIR (*Passive Infra Red*), Motor DC 12V.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar, metodologi yang akan digunakan dalam tahapan penelitian ini terdiri dari tahapan yang nantinya akan dilakukan seperti Gambar 3 [8].

A. Studi Pustaka

Pada tahap awal penelitian ini dilakukan untuk mencari dan mendapatkan sumber referensi, teori yang mendukung, dan data atau informasi yang berkaitan dengan topik penelitian.

B. Analisa Kebutuhan

Pada tahap penelitian ini akan ditentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem. Kebutuhan fungsional terkait dengan fungsi sistem yang akan dibuat yaitu sebagai berikut:

- Sistem pintu otomatis menggunakan mikrokontroler untuk menjalankan dan mendeteksi sensor jarak HC SR-04.
- Pushbutton* akan mengirim input sinyal kepada PLC dan akan diproses menjadi *output* untuk menggerakkan motor window DC 12V.
- Sistem mengenai *Limit Switch* yg sesuai dengan lantai yang di destinasikan oleh pengguna.

Sedangkan kebutuhan non-fungsional mendeskripsikan tingkatan dari kualitas seperti kemudahan penggunaan sistem, kemudahan pengaksesan sistem.

Gambar 3. Tahapan Penelitian

C. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem ini dibagi menjadi tiga yaitu perancangan mekanik sistem berupa konstruksi mekanik, perancangan perangkat keras (*hardware*) berupa skematik rangkaian, dan perancangan perangkat lunak (*software*) berupa rancangan *interface* dan *database*. Sedangkan untuk gambaran umum dari sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada blok diagram.

Gambar 4. Blok Diagram Rangkaian Smart Parking Atmega 328P

Gambar 4 menjelaskan perancangan perangkat keras dengan komponen-komponen yang digunakan terdiri dari Trafo *step down* 1A, *power supply* 12VDC dan 9VDC, Mikrokontroler Atmega 328P, Arduino Uno, *manual switch*, *Relay board*, Rangkaian Sensor cahaya (LDR), Rangkaian Sensor PIR (*Passive Infra Red*), Motor DC 12V.

D. Implementasi

Pada tahap ini perangkat keras yang telah dirancang sebelumnya akan dibuat/diimplementasikan, mulai dari pembuatan perangkat lunak menggunakan *software* CX programmer untuk PLC Omron CPlE-E20 dan pemrograman mikrokontroler Atmega 328P.

E. Pengujian

Tahapan ini berupa pengujian dari sistem yang telah diimplementasikan meliputi pengujian hubungan pendek dengan cara disambungkan dengan catu daya, pengujian mikrokontroler untuk *push-bottom* nomor parkir, PLC untuk motor windows DC dan sensor jarak .

F. Pengambilan Kesimpulan

Pada tahapan akhir ini peneliti menyimpulkan hasil penelitian yang diperoleh. Kesimpulan yang diperoleh merupakan hasil pengujian dari sistem yang sudah dibuat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip kerja dari perancangan alat sistem parkir pintar yang menggunakan sistem otomatis dan manual berbasis mikrokontroler arduino Uno yang mengendalikan *output* berupa Motor DC 12V yang akan berfungsi melalui *driver relay*[9]. Dan input yang di dapat dari sensor gerak (*motion sensor*). Led atau lampu penerangan yang dikendalikan menggunakan sensor cahaya (LDR), mempunyai tegangan 9Vdc. Sebelum menghidupkan atau mengaktifkan seluruh input dan *output* mikrokontroler arduino Uno, terlebih dahulu diisikan program untuk menjalankan sistem sesuai perancangan. Dan setelah diisi program sesuai perencanaan maka semua sistem akan bekerja sesuai dengan *settingan* awal.

Pada perancangan perangkat keras untuk penelitian ini yang berjudul “ Rancang bangun sistem *smart parking* otomatis dan manual berbasis mikrokontroler Atmega 328P “ komponen yang digunakan terdiri dari Trafo step down 1A, *power supply* 12VDC dan 9VDC, Mikrokontroler Atmega 328P, Arduino Uno, manual switch, Relay board, Rangkaian Sensor cahaya (LDR), Rangkaian Sensor PIR (Pasive Infra Red), Motor DC 12V. Pada perancangan modul Atmega 328p adalah rangkaian yang sangat penting peranannya dalam perencanaan penelitian yang berjudul “ Rancang Bangun Miniatur *smart parking* otomatis dan manual berbasis mikrokontroler Atmega 328P “.

Gambar 5. Blok Diagram rangkaian *smart parking* Atmega 328P

Modul Atmega 328P berfungsi untuk mengendalikan atau sebagai pengontrol dari modul *driver relay* yang bertujuan untuk mengaktifkan motor listrik, dalam perancangan modul Atmega 328P ini menggunakan sebuah mikrokontroler Atmega 328P yang sebelumnya telah diprogram. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini :

Gambar 6 Skematik Modul Atmega 328P[10]

Gambar 6 Modul mikrokontroler Atmega 328P untuk dapat bekerja membutuhkan tegangan input sebesar 9 volt serta komponen pendukung lainnya seperti :

- Step up tegangan DC to DC
- *Push button*
- Sensor PIR (*Passive Infra Red*)
- Driver relay
- Modul *Driver Relay*

Sebagai sistem kendali berbentuk rancang bangun, yang akan mengendalikan sebuah konveyor bertipe pengangkat kendaraan atau lift kendaraan yang berbasis menggunakan PLC dan Mikrokontroler, dimana alat nanti juga bisa digunakan untuk mahasiswa yang lain dalam hal praktikum tentang alat konveyor atau pengangkat kendaraan atau barang.

Prinsip kerja dari perancangan smart parkir yang menggunakan berbasis PLC dan mikrokontroler yang mengendalikan *output* berupa Motor DC 12V. Dan input yang di dapat dari push button. Led atau lampu penerangan yang dikendalikan menggunakan sensor cahaya (LDR), mempunyai tegangan 12Vdc. Sebelum menghidupkan atau mengaktifkan seluruh input dan *output* PLC, terlebih dahulu diisikan program untuk menjalankan sistem sesuai perancangan. Dan setelah diisi program sesuai perencanaan maka semua sistem akan bekerja sesuai dengan settingan awal.

Gambar 7. Skematik Rancang Bangun Smart Parking Berbasis PLC dan Mikrokontroler

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Setelah dilakukan pengujian didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

- Tegangan Input : 220 VAC – 50 Hz
- Pemakaian Daya: 15 – 20 Watt
- Tegangan Input Motor: 12 VDC
- Tegangan Input Sensor Cahaya (LDR): 12 VDC
- Tegangan Input Arduino Uno :12 VDC
- Tegangan Input Sensor PIR: 5 VDC
- Arus *power supply*: 5 A
- Berat keseluruhan Alat: 15 Kg

A. Pengujian Alat *power supply*

Pada saat dilakukan pengujian tegangan input yang diberikan sebesar 12VDC. Untuk lebih jelasnya pengukuran modul *power supply* dijelaskan pada gambar rangkaian dibawah ini :

Gambar 8. Pengujian Modul *power supply*

Dari Gambar 8 maka didapatkan data-data sebagai berikut :

TABEL I. HASIL PENGUKURAN MODUL *POWER SUPPLY*

Test poin	Keterangan	Hasil pengukuran
V1	Tegangan input	220 VAC
V2	Tegangan <i>output</i> tanpa beban	12 VDC
V2	Tegangan <i>output</i> dengan beban	11,90 VDC

Rangkaian Modul Atmega 328 Arduino Uno

Pada waktu pengukuran tagangan input yang diberikan adalah sebesar 9Volt. Untuk lebih jelasnya pengukuran modul Atmega 328P arduino Uno r3, dijelaskan pada gambar rangkaian dibawah ini :

Gambar 9 Pengujian Port pada Atmega 328P

Dari Gambar 9 Modul Atmega 328P diatas, maka didapatkan data-data sebagai berikut :

TABEL II. HASIL PENGUKURAN MODUL ATMEGA 328P ARDUINO UNO

Test point	Keterangan	Hasil Pengukuran
V0	Tegangan input	12 V
V1	output Port 1	5 V
V2	Tegangan input	5 V
V3	Tegangan output	5 V
V4	Tegangan output	5 V

Rangkaian Limit Switch

Pada waktu pengukuran diberi tegangan input adalah sebesar 12V. Untuk lebih jelasnya pengukuran limit switch dijelaskan pada Gambar 10.

Gambar 10. Pengujian limit switch

Dari Gambar 10 maka didapatkan data-data sebagai berikut :

TABEL III. HASIL PENGUKURAN *LIMIT SWITCH*

Test point	Keterangan	Hasil Pengukuran
V1	Tegangan Input	12V
V2	Ground Tegangan	5V
V3	Tegangan Input Data	11.50V
V4	Ground Tegangan	5V
A3	Arus tegangan input	0,3A

Rangkaian modul LDR

Nilai dari sensitivitas dari LDR dapat di atur besarnya menggunakan potensio meter atau Resistor variable. Pengukuran pada rangkaian modul sensor cahaya (LDR) ini dilakukan untuk mengukur besarnya tegangan dan arus yang mengalir pada rangkaian modul sensor cahaya.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan Multimeter Digital. Pada waktu pengukuran diberi tegangan input adalah sebesar 12VDC. Untuk lebih jelasnya pengukuran modul sensor cahaya (LDR) dijelaskan pada Gambar 11.

Gambar 11. Pengujian Modul Sensor Cahaya (LDR)

TABEL IV. HASIL PENGUKURAN MODUL LDR

Test Point	Keterangan	Hasil Pengukuran
V1	Tegangan Input	12V
V2	Tegangan resistor variable	10V
V3	Tegangan pada LDR	10.48V
V4	Tegangan pada transistor	11.50V
V5	Tegangan pada resistor 3	11.48V
V6	Tegangan pada LED	3,8V
V7	Tegangan Relay	9V
V8	Tegangan Relay Input	9V
V9	Tegangan pada resistor 2	11,50V
A1	Arus Transistor	0,7A
A2	Arus Potensio	0,63A
A3	Arus pada LED	0,45A

Rangkaian Sensor Jarak (HC SR-04)

Pada waktu pengukuran diberi tegangan input adalah sebesar 5VDC. Untuk lebih jelasnya pengukuran sensor jarak (HC SR-04). dijelaskan pada Gambar12 dibawah ini :

Gambar 12. Pengujian modul sensor Ultrasonic HC SR-04

TABEL V. HASIL PENGUKURAN SENSOR ULTRASONIC HC SR-04

Test Point	Keterangan	Hasil Pengukuran
V1	Tegangan input sensor PIR	5V
V2	Tegangan output sensor PIR	5V
V3	Tegangan trigger	5V
V4	Tegangan echo	5V

Pengoperasian Alat

- Hubungkan pada tegangan 220 VAC.
- Aktifkan MCB pada posisi ON, ditandai indicator lampu menyala.
- Untuk pengoperasian system *smart parking* sebagai berikut:
 - Pastikan PLC sudah dalam keadaan menyala dan siap beroperasi.
 - Pengoperasian pertama pengguna akan memilih destinasi tempat parkir yang diinginkan dengan menekan *Push button* sesuai nomor lantai parkir.
 - Secara otomatis dengan program yang sudah terpasang, Pushbutton akan mengirim input sinyal kepada PLC dan akan diproses menjadi *output* untuk menggerakkan motor window DC 12V. Motor akan berputar sampai saat dimana salah satu lantai tersebut mengenai salah satu *Limit Switch* yg sesuai dengan lantai yang didestinasikan oleh pengguna.
 - Pada sistem penerangan yang menggunakan Lampu LED, untuk menyalakan lampu berikan intensitas gelap pada sensor atau tutup permukaan sensor LDR. Dan untuk mematikan lampu LED penerangan berikan cahaya terang pada sensor LDR atau lepas penutup permukaan sensor LDR.

Pengoperasian modul mikrokontroler sebagai pintu otomatis: Pada mikrokontroler, Pengoperasian berupa system pintu otomatis, dimana terdapat sensor jarak HC SR-04 untuk mendeteksi gerakan, saat sensor mendeteksi gerakan sensor akan mengirim sinyal ke mikrokontroler lalu mikrokontroler meneruskan sinyal input ke *driver* motor L293D untuk menggerakkan motor DC12 V sebagai motor penggerak pintu.

Apabila sistem ini mengalami *error* dalam pengoperasian, maka aliran listrik dapat kita putus dengan menurunkan MCB lalu menyalakannya lagi dengan menaikkan MCB untuk memulai ulang *system* operasi dan penelitian di masa depan mungkin memeriksa prosedur pemesanan tempat parkir dan optimalisasi penggunaan sensor.

Efektivitas biaya dan pemasaran dapat dipelajari juga[11].

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari sistem alat ini adalah:

- PLC Omron CP1E E-20 dan Mikrokontroler Arduino Uno R3, merupakan komponen utama, karena komponen inilah yang akan mengatur sistem agar dapat bekerja dengan baik dan optimal sesuai yang diinginkan.
- Metode pengendali motor windows DC adalah PLC yang dapat menggerakkan gear sampai lantai parkir tersentuh limit switch dan lantai/lift khusus mobil yang akan mengirimkan mobil ke lantai yang didestinasikan oleh pengguna.
- Power supply* sangat berperan dalam mengeluarkan dan menyalurkan tegangan yang benar – benar stabil, agar dapat menunjang kinerja alat yang lebih maksimal.
- Sistem kontrol dari alat ini menggunakan PLC dan Mikrokontroler Arduino Uno yang mengendalikan *output* berupa Motor DC 12V dan input yang di dapat dari *push button*, Sebelum menghidupkan atau mengaktifkan seluruh input dan *output* PLC, terlebih dahulu diisikan program untuk menjalankan sistem sesuai perancangan dan setelah diisi program sesuai perencanaan maka semua sistem akan bekerja sesuai dengan *settingan* awal.

REFERENSI

- Kireina, N. F. (2017). Mesin parkir elektronik sebagai wujud dari smart city di kota bandung. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 7(2), 63–80.
- Ibrahim, F., Nirnay, P., Pradeep, S., Pradip, O., & B., N. (2016). Smart Parking System Based on Embedded System and Sensor Network. *International Journal of Computer Applications*, 140(12), 45–51. <https://doi.org/10.5120/ijca2016909532>
- Reza, M. O., Ismail, M. F., Rokoni, A. A., & Sarkar, M. A. R. (2012). Smart Parking System with Image Processing Facility. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 4(3), 41–47. <https://doi.org/10.5815/ijisa.2012.03.06>
- Jog, Y., Sajeew, A., Vidwans, S., & Mallick, C. (2015). Understanding Smart and Automated Parking Technology. *International Journal of U- and e-Service, Science and Technology*, 8(2), 251–262. <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.2.25>
- Sugiarta, E., Elektro, J. T., & Petra, U. K. (2008). Sistem Otomasi Mesin Tempat Parkir Mobil Bawah Tanah dengan Menggunakan Programmable Logic Controller. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 94–101.
- Asri, A., & Djalal, M. R. (2018). *Desain Optimal Kontroler Proporsional Integral Motor Dc Menggunakan*. 15(2), 155–170.
- Pradana, G. R. (2015). Smart Parking Berbasis Arduino Uno. *Teknik Elektronika Universitas Negeri Yogyakarta*, 12507134001, 1–9.
- Deviana, H. dkk. (2019). Sistem Pengaman Pintu

- Menggunakan Sensor Biometrik dengan Notifikasi pada Smartphone Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Multinetics*, 5(2), 6–12.
<http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/1968/pdf>
- [9] Shah, K., & Chaudhari, M. P. (2017). Arduino Based Smart Parking System. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(1), 882–884.
<https://irjet.net/archives/V4/i1/IRJET-V4I1154.pdf>
- [10] Singh, R. (2017). *ARDUINO BASED HEART RATE MONITORING IN Under the supervision of Prof. Sunil V. Bhooshan. May*.
- [11] Kianpisheh, A., Mustaffa, N., Limtrairut, P., & Keikhosrokiani, P. (2012). Smart Parking System (SPS) architecture using ultrasonic detector. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 6(3), 51–58