

PERENCAAN PARKIR INFORMATIF PADA GEDUNG KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN MUHAMMAD ARSYAD AL BANJARI BANJARMASIN BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ZELIO

Ade Chandera

Fakultas Teknikk

Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

Email: Andranowitzky23@gmail.com

ABSTRAK

Kampus Handil Bakti Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin masih proses pembangunan, untuk menghindari apa yang terjadi di Kampus adhyaksa yaitu penumpukan parkir mobil yang menyebabkan mobil susah keluar masuk dan menggunakan sistem parkir konvensional. Sistem ini hanya mengandalkan petugas parkir dalam pengaturan parkir kendaraan. Sering kali terjadi kemacetan dikarenakan petugas parkir tidak mengindahkan kapasitas parkir, serta jalur keluar masuk yang sering berubah-ubah. Pada pembangunan kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti memerlukan sebuah sistem yang lebih baik dari sistem konvensional yang ada.

Telah dilakukan beberapa penelitian untuk membuat parkir yang informatif, yang dapat memberitahu lokasi parkir yang kosong dan penuh serta memperlihatkan jalur mana yang dilalui untuk menuju parkir yang masih kosong tersebut. Dengan penelitian pengembangan, sistem parkir informatif yang telah ada dikembangkan menggunakan teknologi PLC Zelio SR2B201JD untuk dapat diterapkan pada kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti.

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat membuat program pada PLC Zelio untuk Sistem Parkir informatif Pada Gedung Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti. Serta Dapat membuat pengaturan tata letak parkir yang bisa diterapkan berbasis PLC Zelio pada parkir Gedung Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan PLC Zelio SR2B201JD dapat diaplikasikan sebagai parkir informatif untuk sistem parkir pada kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti. Jenis parkir yang digunakan ialah parkir lurus dan parkir serong dengan total kapasitas 48 kendaraan.

Kata Kunci: Parkir Informatif, PLC Zelio, Pemrograman, Parkir Konvensional

ABSTRACT

The Handil Bakti Campus of the Islamic University of Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin is still under construction, to avoid what happens at the Adhyaksa Campus, namely the accumulation of car parking which makes it difficult for cars to enter and exit and use the conventional parking system. This system only relies on parking attendants in vehicle parking arrangements. Often times, congestion occurs because parking attendants do not heed the capacity of the parking lot, as well as the route of entry and exit that often changes. In the construction of the Kalimantan Islamic University campus Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin in Handil Bakti requires a system that is better than the existing conventional system.

Several studies have been carried out to make parking that is informative, which can tell the location of an empty and full parking lot and show which route to take to get to the empty parking lot. With development research, the existing informative parking system was developed using PLC Zelio SR2B201JD technology to be applied to the campus of the Islamic University of Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin in Handil Bakti.

The purpose of this research is to be able to create a program on PLC Zelio for an informative parking system at the Campus Building of the Islamic University of Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin in Handil Bakti. And can make parking layout arrangements that can be applied based on PLC Zelio in the parking lot of the Campus Building Islamic University of Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin in Handil Bakti.

The results of this study indicate that PLC Zelio SR2B201JD can be applied as an informative parking for parking systems on the campus of the Islamic University of Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin in Handil Bakti. The types of parking used are straight parking and oblique parking with a total capacity of 48 vehicles.

Keywords: *Informative Parking, Zelio PLC, Programming, Conventional Parking*

LATAR BELAKANG

Lahan Parkir adalah salah satu fasilitas penting pada Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti. Kampus di Handil Bakti yang masih dalam tahap pembangunan, memerlukan perencanaan yang lebih baik dan modern pada sistem parkirnya. Lahan parkir yang akan digunakan berada di tiap-tiap gedung, yaitu pada lantai dasar. Lahan parkir yang dapat digunakan di salah satu Gedung tersebut yaitu seluas 562,5 m².

Pada kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Adhiyaksa, pengelolaan lahan parkir masih menggunakan sistem konvensional, dimana hanya memanfaatkan petugas parkir untuk mengatur tata letak parkir antara mobil dan motor. Petugas parkir juga sering kali tidak memperhitungkan daya tampung lahan parkir serta lajur keluar dan lajur masuk. Ini sering kali menyebabkan kemacetan dikarenakan penumpukan kendaraan baik roda 2 maupun roda 4 sehingga kendaraan susah untuk keluar masuk parkir. Pengendara juga sering kali kebingungan ketika ingin mencari lahan parkir yang masih kosong.

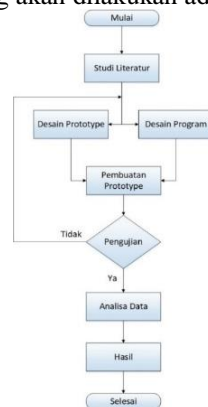
Di era kemajuan teknologi ini, sudah banyak penelitian yang mengganti sistem konvensional pada lahan parkir, menjadi sistem yang lebih canggih serta informatif. Sistem ini menggunakan Smart Relay PLC (Programmable Logic Controller) Zelio. Penelitian terdahulu ini menjadi referensi dalam penelitian penulis. Pada penelitian ini model parkir yang dibuat memiliki fitur untuk menghitung jumlah kendaraan yang masuk sehingga tidak melebihi kapasitas lahan parkir tersebut. Selain itu pada parkir dipasang alat untuk penanda tempat parkir yang masih kosong dan sudah penuh. Lajur masuk dan lajur keluar pun dibuat terpisah sehingga mempermudah para pengendara serta meminimalisir kemacetan jika ada pengendara yang masuk dan keluar.

Sistem parkir modern lain yang sering digunakan ialah parking meter dan manless parking system. Parking meter digunakan pada jenis parking on the street, yaitu parkir pada bahu jalan (Guvil, dkk, 2018). Parking meter ini merupakan alat yang berfungsi untuk menghitung durasi waktu penggunaan parkir sekaligus menerima uang pembayaran parkir. Parking meter ini umumnya dipakai oleh pemerintah kota. Kelebihan dari sistem parkir ini adalah memudahkan pemerintah dalam mengelola parkir di bahu jalan serta meminimalisir penggunaan bahu jalan tanpa perizinan. Kekurangan dari sistem ini ialah uang pembayaran di alat parking meter yang rawan dicuri serta pengawasan yang kurang pada area parkir. Manless parking system merupakan sistem parkir yang tidak memerlukan operator pada bagian pos masuknya (Fauzia, Maya Ulfa, 2018). Tugas operator pada pos masuk digantikan dengan dispenser tiket yang dilengkapi dengan voice speaker machine untuk panduan bagi pengendara yang ingin masuk ke area parkir. Sistem parkir ini juga dilengkapi dengan 2 unit IP kamera untuk merekam nomor polisi kendaraan serta wajah pengendara. Kelebihan dari sistem parkir ini ialah hemat biaya operasional, operasi sistem mudah serta laporan yang diberikan tepat dan akurat. Kekurangan dari sistem ini ialah Dispenser tiket rawan mengalami error karena panas saat diletakkan diluar ruangan. Ketika dispenser tiket ini mengalami error sistem parkir secara keseluruhan akan terganggu.

Perencanaan parkir informatif ini dapat diterapkan pada Gedung Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti. Harapannya dengan diterapkannya parkir dengan sistem yang lebih canggih dan informatif ini, dapat meminimalisir dan menyelesaikan permasalahan-permasalahan di atas yang terdapat pada parkir dengan sistem konvensional.

METODE

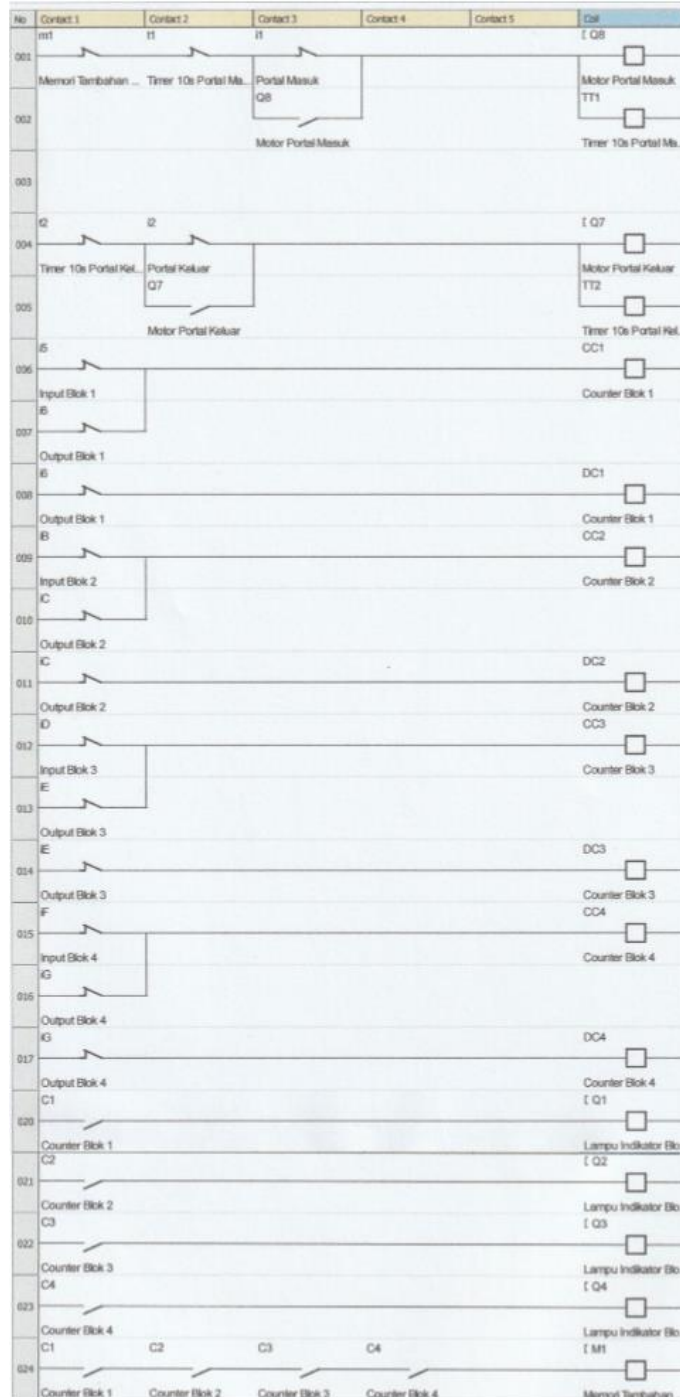
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (Research and Development) yakni merupakan suatu proses untuk mengembangkan suatu yang baru atau menyempurnakan karya ilmiah yang sudah ada. Adapun yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu Perencanaan Parkir Informatif Berbasis PLC Zelio, dimana parkir informatif yang awalnya hanya untuk mobil dan untuk skala umum diterapkan pada parkir Kampus Handil Bakti Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin. Tahapan Penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan program parkir informatif untuk kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti ini menggunakan software Zelio Soft 2. Zelio Soft 2. Aplikasi ini merupakan aplikasi yang umum digunakan untuk membuat program pada PLC Zelio. Program untuk parkir informatif untuk kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti ialah sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram ladder program parkir informatif

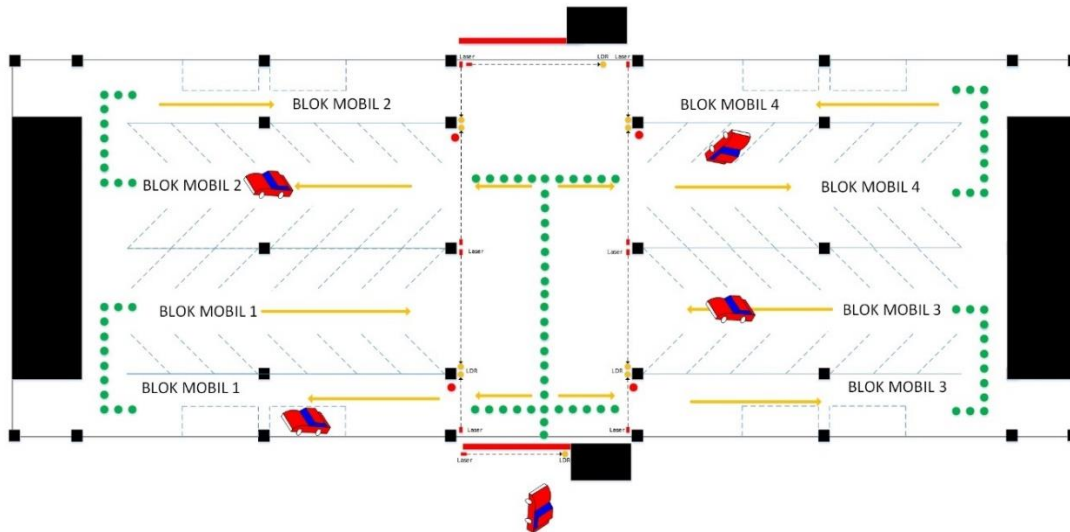
Pada program parkir informatif di atas, terdapat 6 *input* analog dan 4 *input* digital, 6 *Output*, 2 *timer*, 1 *auxiliary relay* dan 6 *counter*.

Discrete inputs			Discrete outputs			Counters		
01	I1	Portal Masuk	01	Q1	Lampu Indikator Blok 1	01	C1	Counter Blok 1
02	I2	Portal Keluar	02	Q2	Lampu Indikator Blok 2	02	C2	Counter Blok 2
03	I3		03	Q3	Lampu Indikator Blok 3	03	C3	Counter Blok 3
04	I4		04	Q4	Lampu Indikator Blok 4	04	C4	Counter Blok 4
05	I5	Input Blok 1	05	Q5		Timers		
06	I6	Output Blok 1	06	Q6		01	T1	Timer 10s Portal Masuk
07	I8	Input Blok 2	07	Q7	Motor Portal Keluar	02	T2	Timer 10s Portal Keluar
08	I9	Output Blok 2	08	Q8	Motor Portal Masuk			
09	I10	Input Blok 3	Auxiliary relays					
10	I11	Output Blok 3	01	M1	Memori Tambahan Pengunci			
11	I12	Input Blok 4						
12	I13	Output Blok 4						

Gambar 3. Data input, output, timer, counter, auxiliary relay

Input yang digunakan sebanyak 10 dari 12 *input* PLC yang tersedia menyesuaikan dengan kebutuhan, yaitu 2 *input* untuk portal masuk dan portal keluar, 8 *input* untuk pembacaan kendaraan yang masuk dan keluar disetiap blok parkir yang tersedia. *Output* yang digunakan sebanyak 6 dari 8 *output* yang tersedia menyesuaikan dengan kebutuhan, yaitu 2 *output* untuk menggerakkan motor servo portal parkir masuk dan portal keluar, 4 *output* untuk menghidupkan lampu indikator disetiap penunjuk jalan menuju blok parkir. *Auxiliary relay* yang digunakan hanya 1, sebagai *input* dan *output* tambahan di dalam PLC yang berfungsi sebagai pengunci jika parkir telah penuh. *Timer* yang digunakan ada 2, masing-masing diberi waktu 10 detik untuk jeda mobil masuk dan mobil keluar dari portal. *Counter* yang digunakan ada 4, yang terdapat pada masing- masing blok parkir, berfungsi untuk menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan keluar disetiap blok parkir.

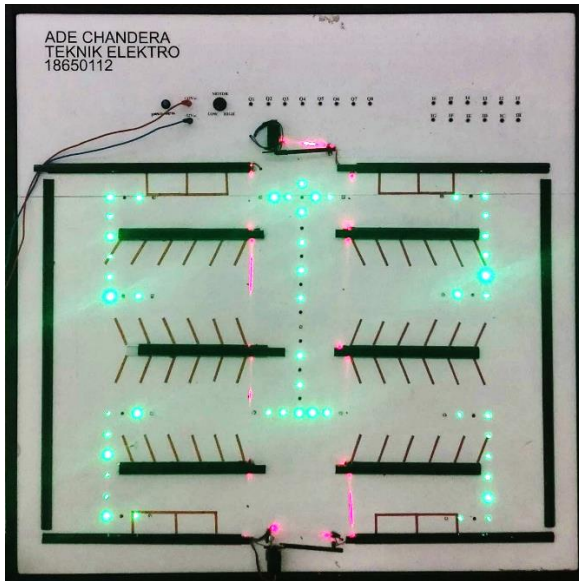
Skema rancangan parkir yang dibuat adalah parkir khusus untuk mobil dengan total kapasitas sebanyak 48 buah mobil. Parkiran ini dibagi menjadi 4 blok parkir. Berikut adalah desain dari rancangan parkir tersebut:



Gambar 4. Desain parkir informatif pada kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti

Desain rancangan parkir ini dibuat 4 blok parkir dengan jalan utama berada ditengah. Ini untuk meminimalisir kemacetan, karena ketika pengendara mobil memasuki area parkir pengendara dapat langsung memilih 1 dari 4 blok parkir. Lampu indikator hijau merupakan lampu penanda blok parkir yang masih tersedia. Ketika blok parkir telah terisi penuh, maka lampu indikator hijau akan mati dan berganti menjadi lampu indikator merah yang menyala. Lampu indikator merah merupakan penanda blok parkir telah terisi penuh. Ketika seluruh blok parkir telah terisi penuh, portal masuk akan mengunci dengan sendirinya hingga ada mobil yang keluar dari parkiran.

Prototipe dari parkir informatif ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Prototipe parkir informatif pada kampus di Handil Bakti

Prinsip kerja dari parkir informatif pada Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin di Handil Bakti ialah sebagai Berikut:

1. Akses masuk ke parkir dan keluar dari parkir menggunakan sensor ldr yang dihubungkan. Akses masuk dihubungkan ke I1 dan akses keluar dihubungkan ke I2. Ketika mendapat input, maka output Q1 atau Q2 akan membuat portal terbuka selama 10 detik dan akan tertutup kembali setelah 10 detik secara otomatis.
2. Blok parkir 1 terdapat 2 sensor ldr. Sensor ldr yang pertama berada di bagian masuk ke blok 1. Sensor ini dihubungkan dengan input I5 yang berfungsi untuk menghitung mobil yang masuk ke area parkir blok 1. Sensor ldr yang kedua berada di bagian keluar dari blok 1. Sensor ini dihubungkan dengan input I6 yang berfungsi untuk menghitung mobil yang keluar dari area parkir blok 1. Kapasitas blok 1 ini sebanyak 12. Ketika parkir penuh, maka Q5 akan memberikan output ke LED merah yang menandakan parkir penuh dan LED hijau jalur menuju parkir blok 1 akan mati.
3. Blok parkir 2 terdapat 2 sensor ldr. Sensor ldr yang pertama berada di bagian masuk ke blok 2. Sensor ini dihubungkan dengan input IB yang berfungsi untuk menghitung mobil yang masuk ke area parkir blok 2. Sensor ldr yang kedua berada di bagian keluar dari blok 2. Sensor ini dihubungkan dengan input IC yang berfungsi untuk menghitung mobil yang keluar dari area parkir blok 2. Kapasitas blok 2 ini sebanyak 12. Ketika parkir penuh, maka Q6 akan memberikan output ke LED merah yang menandakan parkir penuh dan LED hijau jalur menuju parkir blok 2 akan mati.
4. Blok parkir 3 terdapat 2 sensor ldr. Sensor ldr yang pertama berada di bagian masuk ke blok 3. Sensor ini dihubungkan dengan input ID yang berfungsi untuk menghitung mobil yang masuk ke area parkir blok 3. Sensor ldr yang kedua berada di bagian keluar dari blok 3. Sensor ini dihubungkan dengan input IE yang berfungsi untuk menghitung mobil yang keluar dari area parkir blok 3. Kapasitas blok 3 ini sebanyak 12. Ketika parkir penuh, maka Q7 akan memberikan output ke LED merah yang menandakan parkir penuh dan LED hijau jalur menuju parkir blok 2 akan mati.
5. Blok parkir 4 terdapat 2 sensor ldr. Sensor ldr yang pertama berada di bagian masuk ke blok 4. Sensor ini dihubungkan dengan input ID yang berfungsi untuk menghitung mobil yang masuk ke area parkir blok 4. Sensor ldr yang kedua berada di bagian keluar dari blok 4. Sensor ini dihubungkan dengan input IE yang berfungsi untuk menghitung mobil yang keluar dari area parkir blok 3. Kapasitas blok 4 ini sebanyak 12. Ketika parkir penuh, maka Q8 akan memberikan output ke LED merah yang menandakan parkir penuh dan LED hijau jalur menuju parkir blok 4 akan mati.
6. LED hijau yang terdapat di jalur utama parkir berfungsi untuk membantu pengendara memilih blok parkir yang masih tersedia. LED hijau ini terhubung sesuai dengan output masing-masing blok parkir. blok 1 terhubung dengan Q5, blok 2 terhubung dengan Q6, blok 3 terhubung dengan Q7, dan blok 4 terhubung dengan Q8
7. Ketika seluruh blok parkir telah penuh portal masuk parkir akan terkunci oleh M1. M1 ini mendapat input dari tiap-tiap counter di blok parkir. Ketika counter telah menghitung blok parkir penuh maka M1 akan bekerja.

Untuk memastikan apakah prototipe yang telah dibuat bekerja sesuai dengan yang direncanakan, maka akan dilakukan beberapa pengujian, yaitu:

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan dan arus pada sensor

No	Komponen yang Diuji	Keterangan	
		Tegangan	Arus
1	Sumber Jack Banana Female	12 V	1.35 mA
2	Sensor LDR Portal Masuk	4.7 V	1.31 mA
3	Sensor LDR Portal Keluar	10.3 V	1.60 mA
4	Sensor LDR Blok 1 Masuk	5.4 V	1.21 mA
5	Sensor LDR Blok 1 Keluar	5.2 V	1.29 mA
6	Sensor LDR Blok 2 Masuk	9.6 V	1.17 mA
7	Sensor LDR Blok 2 Keluar	9.6 V	1.71 mA
8	Sensor LDR Blok 3 Masuk	9.5 V	1.57 mA
9	Sensor LDR Blok 3 Keluar	9.6 V	1.62 mA
10	Sensor LDR Blok 4 Masuk	9.6 V	1.58 mA
11	Sensor LDR Blok 4 Keluar	9.6 V	1.69 mA
12	Motor Pada Portal Masuk	1.6 V	5.08 mA
13	Motor Pada Portal Keluar	1.6 V	5.08 mA
14	Lampu Indikator Blok 1	2.5 V	0.76 mA
15	Lampu Indikator Blok 2	2.6 V	0.89 mA
16	Lampu Indikator Blok 3	2.5 V	0.92 mA
17	Lampu Indikator Blok 4	2.5 V	0.65 mA

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan seluruh komponen yang terpasang pada prototipe terdapat arus yang mengalir. Perbedaan arus pada sensor LDR dikarenakan sensitivitas tiap-tiap sensor yang berbeda. Perbedaan arus yang mengalir pada lampu indikator juga tergantung dari keadaan tiap-tiap lampu LED yang terpasang.

Tabel 2. Pengujian pada bagian *input*

No	Komponen yang Diuji	Keterangan	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
1	Sensor LDR Portal Masuk	✓	
2	Sensor LDR Portal Keluar	✓	
3	Sensor LDR Blok 1	✓	
4	Sensor LDR Blok 2	✓	
5	Sensor LDR Blok 3	✓	
6	Sensor LDR Blok 4	✓	
7	Sumber Jack Banana Female	✓	

Tabel 3. Pengujian pada bagian *output*

No	Komponen yang Diuji	Keterangan	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
1	Motor Pada Portal Masuk	✓	
2	Motor Pada Portal Keluar	✓	
3	Lampu Indikator Blok 1	✓	
4	Lampu Indikator Blok 2	✓	
5	Lampu Indikator Blok 3	✓	
6	Lampu Indikator Blok 4	✓	
7	Pengatur kecepatan Motor Portal	✓	
8	Pengatur kesensitivitas LDR	✓	

Berdasarkan tabel 2 dan tabel 3, menunjukkan jika seluruh komponen yang terpasang pada bagian *input* serta pada bagian *output* berfungsi dengan baik.

KESIMPULAN

1. Program untuk sistem parkir informatif pada kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin dibuat menggunakan aplikasi Zelio Soft 2. perintah-perintah yang dimasukkan ke dalam aplikasi Zelio Soft 2 disesuaikan dengan rancangan parkir informatif yang telah dibuat beserta dengan fitur-fitur yang terdapat di dalam rancangan parkir tersebut.
2. Pembagian tata letak parkir untuk dapat menerapkan sistem parkir informatif pada Kampus Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin dibagi menjadi empat blok parkir (dua blok di sisi kiri dan dua blok di sisi kanan). Jalur utama untuk kendaraan masuk dan keluar parkir berada di bagian tengah parkiran dilengkapi dengan lampu indikator yang akan memberikan informasi blok parkir yang masih kosong dan telah penuh. Posisi parkir yang digunakan ialah parkir lurus pada bagian sisi ujung blok parkir dan parkir serong untuk bagian tengah blok parkir.

SARAN

1. Masih belum adanya penampil jumlah mobil yang telah parkir pada setiap blok, maupun total keseluruhan mobil yang telah parkir. Alangkah lebih baiknya ada penampil jumlah kapasitas mobil disetiap blok parkir dan parkir yang masih yang tersedia pada blok tersebut, serta penampil jumlah total kapasitas keseluruhan parkir dan jumlah total kapasitas parkir yang masih tersedia yang dapat dilihat pada saat pengendara baru melewati portal masuk.
2. Sensor yang membaca mobil masuk dan keluar blok parkir hanya terdapat pada bagian depan masuk blok parkir dan bagian akhir keluar blok parkir. Alangkah baiknya sensor tersebut terdapat dan membaca pada persatuan mobil yang diparkir.
3. Lampu indikator yang digunakan untuk memberi tanda parkir kosong dan parkir penuh masih dijadikan 1 blok. Alangkah lebih baik lampu indikator parkir kosong dan penuh tersebut terdapat disetiap tempat mobil diparkiran (persatuan mobil).

DAFTAR PUSTAKA

- Aripriharta. (2014). *Smart Relay dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Anastasia, T. J., Mufti, A.,& Rahman, Aulia. (2017). Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis dan Informatif Berbasis Mikrokontroler ATmega2560. *KITEKTROL: Jurnal Online Teknik Elektro*. 2(1), 29-34.
- A, Syarifah Rauda Intan., Triyanto, Dedi.,& Ilhamsyah. (2014). Model Sistem Parkir Informatif Berbasis Programmable Logic Controller (PLC). *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*. 02 (1), 1-9.
- Hidayati, Qori. (2012). Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Miktrokontroler Atmega 8535. *E-Journal Poltekba*. 4 (1), 26-30.
- Perdani, Corry Kunanti. (2018). *Aplikasi PLC (Programmable Logic Control) Zelio Untuk Sistem Parkir Yang Informatif* (Skripsi Tidak Dipublikasikan). UNISKA MAB, Banjarmasin.
- Saleh, Muhamad.,& Haryanti, Munnik. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*. 8 (3), 181-186.
- Setiawan, Hendra. (2015). *Elektronika Dasar*. Yogyakarta: UII Press.
- Tegeh, I. Made., Jampel, I. Nyoman.,& Pudjawan, Ketut. (2014). *Model Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tsauqi, A. K., Hadijaya, M., Manuel, I., Hasan, V. M., Tsalsabila, A., Chandra, F., Yuliana, T., Tarigan, P.,& Irzaman. (2016). Saklar Otomatis Berbasis Light Dependent Resistor (LDR) Pada Mikrokontroler Arduino Uno. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. 5, 19-24.
- Wicaksono, Handy. (2009). *Programmable Logic Controller Teori, Pemrograman dan Aplikasinya Dalam Otomasi Sistem*. Yogyakarta: Graha Ilmu.