

# Home Automation System dengan Programmable Logic Controller Berbasis Mikrokontroler

Sabrill Prajudith Pangestu <sup>1\*</sup>, I Nyoman Sukarma <sup>2</sup>, Lalu Febrian Wiranata <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>2</sup> Prodi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

<sup>3</sup> Prodi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

\*Corresponding Author: [sabrillen@gmail.com](mailto:sabrillen@gmail.com)

**Abstrak:** Rancangan *Home Automation* berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) yang sudah ada, umumnya menggunakan modul PLC yang diperuntukkan pada aplikasi industri berat. Pada konteks peneliti ataupun akademisi yang masih baru mempelajari, PLC tersebut mungkin bukan pilihan yang tepat mengingat harganya yang tidak murah dan masih terbatasnya pengetahuan. Di sisi lain jika menggunakan Arduino, terdapat batasan-batasan seperti pemrograman yang jauh lebih rumit dan tegangan komponen yang terlalu kecil untuk mesin industri. Menjawab permasalahan tersebut, terdapat juga PLC yang berbasis mikrokontroler Arduino yang bernama Outseal PLC. Pada pengaplikasiannya, selain harganya yang jauh lebih murah, kemudahan dan kelebihan yang ditawarkan PLC ini sudah cukup untuk diaplikasikan pada sistem kontrol sekelas industri kecil dan menengah. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem *Home Automation* berbasis mikrokontroler ATmega128A PLC atau Outseal PLC Mega yang berfokus pada pengontrolan sistem pencahayaan dan HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*). Implementasi sistem *Home Automation* ini dibuat dalam bentuk miniatur kamar apartemen studio berukuran 750mm x 320mm yang terbagi menjadi empat area yang meliputi area utama, toilet, pintu masuk, dan balkon. Berdasarkan pengujian simulasi *ladder diagram* dan miniatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah dapat menjalankan logika *Home Automation* dengan kinerja yang baik. Selain itu, berdasarkan perbandingan perbedaan dengan Arduino dan PLC, dapat disimpulkan jika Outseal PLC memiliki keuntungan dasar tersendiri dan layak dipakai untuk menjadi alternatif PLC pada sistem otomasi skala kecil.

**Kata Kunci:** *Home Automation*, PLC, *Ladder Diagram*, Outseal PLC

**Abstract:** The existing PLC (*Programmable Logic Controller*)-based *Home Automation* designs generally use PLC modules for heavy industrial applications. In the context of researchers or academics who are just learning, the PLC may not be the right choice considering the high-priced and limited knowledge. On the other hand, when using Arduino, there are limitations such as complicated programming and component voltages that are too small for industrial machines. Answering these problems, there is also an Arduino microcontroller-based PLC called the Outseal PLC. In its application, in addition to a much lower price, the convenience and advantages offered by this PLC are sufficient to be applied to control systems of small and medium-sized industries. Based on that, this research will build a *Home Automation* system based on the ATmega128A PLC or Outseal PLC Mega which focuses on controlling lighting and HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) systems. The implementation of the *Home Automation* system is made in the form of miniature studio apartment rooms measuring 750mm x 320mm divided into four areas: the main area, toilet, entrance, and balcony. Based on the ladder diagram simulation and miniature tests, it can be concluded that the system can already run *Home Automation* logic with well performance. In addition, based on the comparison with Arduino and PLC, it can be concluded that Outseal PLC has its basic advantages and suitable to be used as an alternative to PLC in small scale automation system.

**Keywords:** *Home Automation*, PLC, *Ladder Diagram*, Outseal PLC

**Informasi Artikel:** Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

## Pendahuluan/ Introduction

Rancangan *Home Automation* berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) yang sudah ada, umumnya menggunakan modul PLC yang diperuntukkan pada aplikasi industri berat. Pada konteks peneliti ataupun akademisi yang masih baru mempelajari, PLC tersebut mungkin bukan pilihan yang tepat mengingat harganya yang tidak murah dan masih terbatasnya pengetahuan. Di sisi lain, jika ingin menggunakan mikrokontroler

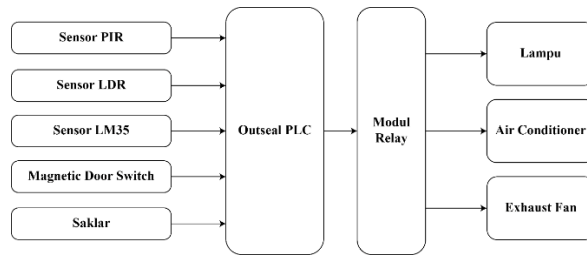
seperti Arduino, terdapat juga batasan-batasan seperti dari segi pemrograman *coding* yang jauh lebih rumit dibandingkan *ladder diagram* PLC dan tegangan komponen yang terlalu kecil untuk mesin industri. Menjawab permasalahan tersebut, seiring perkembangan teknologi, terdapat juga PLC yang berbasis mikrokontroler Arduino sebagai pemroses datanya yang bernama Outseal PLC. Pada pengaplikasiannya, penggunaan Outseal PLC ini dapat menjadi alternatif yang tepat, khususnya untuk akademisi di Indonesia. Sebab selain harganya yang jauh lebih murah dibanding PLC pada umumnya, bahasa utama yang digunakan pada Outseal Studio menggunakan Bahasa Indonesia, serta rangkaian *hardware* Outseal PLC yang bersifat *open-source* atau tersedia secara terbuka untuk umum pada *website* resmi Outseal [1].

Penelitian yang secara spesifik membahas implementasi Outseal PLC pada sistem *Home Automation* masih belum banyak dilakukan. Jurnal dan tulisan terkait Outseal PLC yang beredar di internet umumnya lebih membahas implementasinya pada mesin-mesin industri. Contohnya seperti implementasi Outseal PLC pada sistem *Automatic Duck Egg Washing Machine* [2], Pemilah Buah Kopi Merah dan Hijau [3], Pengendalian Lift Barang 4 Lantai [4], Mesin Pengisi Botol Minuman [5], Pengepakan dengan Metode Sortasi Pengaturan Kecepatan Konveyor Berdasarkan Ukuran Kemasan [6], *Filling Water* Otomatis Berdasarkan Jenis Gelas [7], dan sebagainya. Sementara itu, jurnal dan tulisan yang berkaitan dengan *Home Automation* umumnya menggunakan produk PLC bermerek seperti Omron, Siemens, Schneider, Mitsubishi, dan sebagainya. Masing-masing sistem *Home Automation* tersebut memiliki fokus dan metode penelitian yang berbeda satu sama lain. Contohnya seperti penelitian *Home Automation* menggunakan PLC Allen-Bradley yang berfokus pada pengontrolan pencahayaan rumah, alarm pencuri, alarm api, dan pengontrolan AC (*Air Conditioner*) dan kipas [8]. Contoh berikutnya yaitu penelitian *Home Automation* menggunakan PLC yang berfokus dalam pengontrolan perangkat dasar rumah seperti lampu, jendela, dan *buzzer* [9]. Contoh lain seperti penelitian *Home Automation* menggunakan PLC Delta Electronics yang berfokus pada pengontrolan temperatur kamar, penguncian pintu, dan pengontrolan level tangki air [10]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan secara umum Outseal PLC dapat diandalkan dalam penggunaannya pada mesin-mesin industri, serta penggunaan PLC pada *Home Automation* yang sudah umum diteliti dan digunakan di seluruh dunia. Adapun penelitian sebelumnya yang paling mendekati dengan penelitian ini yaitu penelitian *smarthome* berbasis NodeMCU ESP8266 yang digabungkan dengan Outseal PLC [11]. Namun pada penelitian tersebut, sistem pengontrolannya berfokus pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sementara Outseal PLC hanya digunakan untuk pendeteksian kebocoran gas dan kebakaran melalui masukkan data dari sensor gas dan api.

Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dibuat sebuah miniatur sistem *Home Automation* berbasis mikrokontroler ATmega128A PLC atau Outseal PLC Mega. Rancangan sistem *Home Automation* ini akan berfokus pada pengontrolan sistem pencahayaan dan HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) pada empat area di dalam kamar. Empat area tersebut meliputi pengontrolan AC (*Air Conditioner*) dan lampu pada area utama, pengontrolan *exhaust fan* dan lampu pada area toilet, serta pengontrolan lampu pada area pintu masuk dan balkoni melalui masukkan data dari sensor-sensor yang telah dipasang pada masing-masing area tersebut. Selain itu, pada penelitian ini akan dibandingkan juga perbedaan pada Arduino, PLC, dan Outseal PLC. Sehingga akan dapat dianalisa terkait keuntungan dasar dari penggunaan Outseal PLC pada sistem otomatisasi, khususnya pada *Home Automation*.

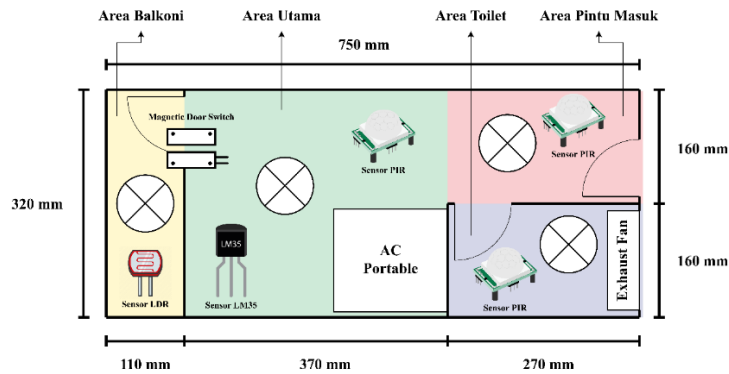
## Metode/ Method

Pada penelitian ini, komponen *input* yang akan digunakan terdiri dari sensor gerak PIR (*Passive Infrared*), sensor cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*), sensor temperatur LM35, *Magnetic Door Switch*, serta beberapa saklar. Sementara itu, komponen yang akan digunakan sebagai *output* yaitu AC, *exhaust fan*, dan beberapa lampu. Adapun tampilan alur komunikasi masing-masing komponen tersebut dapat dilihat pada blok diagram berikut.



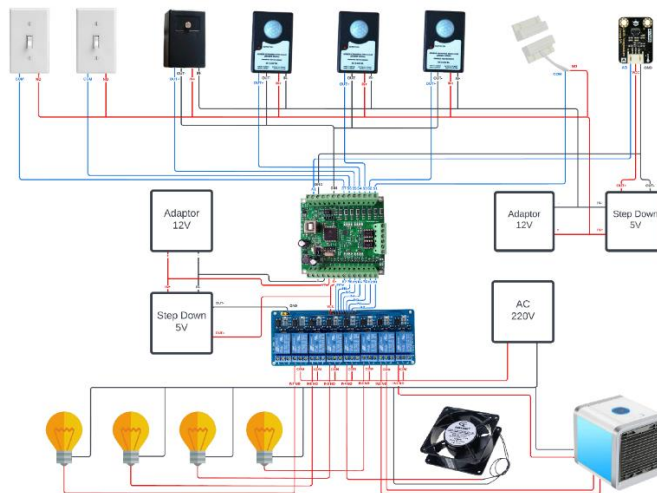
Gambar/ Figure 1. Blok Diagram Sistem

Perancangan perangkat keras sistem *Home Automation* ini akan berbentuk miniatur kamar dengan *layout* apartemen studio berukuran 750mm x 320mm. Berdasarkan pengelompokan komponen *input* dan *output*nya, terdapat empat area di dalam miniatur tersebut yaitu area utama, pintu masuk, toilet, dan balkoni. Pada area utama, komponen *input* yang terdapat di dalamnya yaitu sensor PIR, sensor LM35, *Magnetic Door Switch*, dan saklar. Sementara itu, komponen *output* yang terdapat di area utama yaitu lampu dan AC *Portable*. Selanjutnya pada area pintu masuk terdapat sensor PIR sebagai komponen *input*nya, serta lampu sebagai komponen *output*nya. Kemudian pada area toilet terdapat saklar dan sensor PIR sebagai komponen *input*nya, serta lampu dan *exhaust fan* sebagai komponen *output*nya. Terakhir pada area balkoni terdapat sensor LDR sebagai komponen *input*nya, serta lampu sebagai komponen *output*nya. Berikut ditampilkan bentuk *layout* miniatur kamar sistem *Home Automation* pada penelitian ini, beserta komponen *input* dan *output* pada masing-masing area.



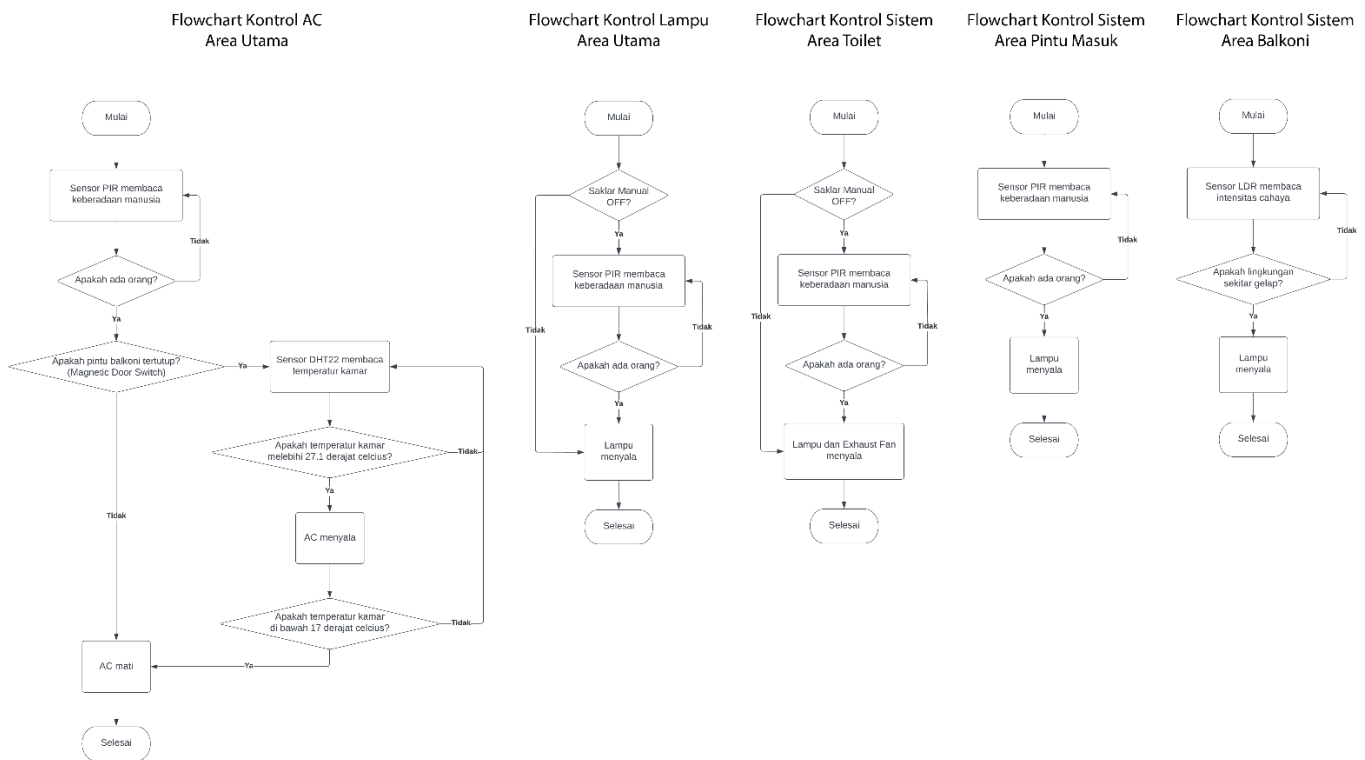
Gambar/ Figure 2. Layout Miniatur Kamar Sistem

Adapun pada gambar 3 berikut dapat dilihat rangkaian keseluruhan dari sistem *Home Automation* pada penelitian ini. Rangkaian tersebut sudah meliputi rangkaian sistem pada masing-masing area kamar yaitu area utama, toilet, pintu masuk, dan balkoni. Pada gambar tersebut dapat dilihat konfigurasi hubungan pada masing-masing komponen *input* dan *output*, beserta komponen tambahan seperti Adaptor dan Step Down.



Gambar/ Figure 3. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pada bagian ini, ditampilkan *flowchart* cara kerja sistem *Home Automation*. *Flowchart* yang ditampilkan akan terbagi berdasarkan komponen *output* yang dikontrol. *Flowchart* pertama merupakan *flowchart* kerja sistem dalam mengontrol AC kamar pada area utama. Untuk dapat menyalakan AC secara otomatis, tiga kondisi dari masing-masing sensor yang digunakan harus terpenuhi. Kondisi tersebut yaitu sensor PIR mendeteksi adanya keberadaan manusia, pintu balkoni (*Magnetic Door Switch*) dalam kondisi tertutup, serta sensor LM35 mendeteksi temperatur kamar dalam kondisi standar kenyamanan termal Indonesia SNI T-14-1993-03 yaitu 27.1°C [12]. Ketika ketiga kondisi tersebut terpenuhi, maka Outseal PLC akan secara otomatis memerintahkan *relay* untuk menyalakan AC. Selanjutnya AC akan mati secara otomatis ketika pintu balkoni terbuka selama lebih dari waktu yang telah ditentukan atau kondisi temperatur kamar berada di bawah 20.5°C. Hal ini untuk mencegah terjadinya kondensasi dan pemborosan energi listrik. Selanjutnya, ditampilkan *flowchart* kerja sistem pengontrolan lampu pada area utama dan pengontrolan lampu & *exhaust fan* pada area toilet. Keduanya memiliki cara kerja yang serupa karena masing-masing sistem menggunakan komponen *input* dengan jenis dan jumlah yang sama, yaitu sensor PIR dan saklar. Pada pengontrolan otomatis, lampu area utama ataupun lampu & *exhaust fan* toilet akan menyala/mati ketika sensor PIR mendeteksi adanya aktivitas manusia pada area tersebut. Selain itu, pada pengontrolan manual, lampu area utama ataupun lampu & *exhaust fan* toilet akan menyala terus ketika saklar pada masing-masing area ditekan ke posisi ON hingga saklar dikembalikan ke posisi OFF. Penggunaan saklar ini untuk memastikan kenyamanan penghuni kamar ketika memerlukan lampu dalam kondisi menyala terus meski aktivitas di area tersebut sedang minim. Terakhir, terdapat juga *flowchart* kerja sistem dalam mengontrol lampu pada area pintu masuk dan balkoni. Keduanya memiliki cara kerja yang sederhana, karena masing-masing hanya menggunakan satu komponen *input* dalam mengontrol lampu, yaitu sensor PIR pada area pintu masuk dan sensor LDR pada area balkoni. Berbeda dengan pengontrolan lampu pada area sebelumnya, aktivitas pada area pintu masuk dan balkoni ini dirasa cukup minim. Sehingga tidak diperlukan saklar untuk mengontrol lampu secara manual. Pada area pintu masuk, sistem pengontrolannya cukup dengan menyalakan lampu secara otomatis ketika penghuni melewati area ini, kemudian langsung mematikannya ketika sudah tidak terdeteksi adanya penghuni. Sementara pada area balkoni ketika kondisi siang hari, dimana lingkungan sekitar dalam kondisi terang, maka sensor LDR akan memberi masukkan data bagi Outseal PLC untuk mematikan lampu balkoni. Begitu pun sebaliknya, ketika malam hari atau kondisi sekitar gelap, maka sensor LDR akan memberi masukkan data bagi Outseal PLC untuk menyalakan lampu balkoni.



Gambar/ Figure 4. Flowchart Keseluruhan Sistem

## Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion

Pada penelitian ini, pengujian kinerja miniatur dilakukan dengan memantau hasil *output* yang didapatkan pada masing-masing sistem pengontrolan. Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa hasil pengontrolan AC pada area utama sudah sesuai dengan kinerja yang diharapkan pada *flowchart*. Dimana AC hanya akan dapat menyala secara otomatis ketika pintu balkoni tertutup (*Magnetic Door Switch*), suhu ruangan lebih dari 27.1°C (Sensor LM35), dan terdapat aktivitas pada area tersebut (Sensor PIR). Setelah ketiga kondisi tersebut telah tercapai dan AC sudah menyala, maka AC akan terus menyala meski suhu AC berubah menjadi kurang dari 27.1°C ataupun tidak ada aktivitas pada area utama tersebut.

**Tabel/ Table 1.** Hasil Pengujian Menyalakan AC

<i>Input</i>			<i>Output</i>
Suhu Ruangan	Pintu Balkoni	Aktivitas Penghuni	AC Portable
<27.1°C	Tertutup	Ada	OFF
>27.1°C	Tertutup	Tidak Ada	OFF
>27.1°C	Terbuka	Ada	OFF
>27.1°C	Tertutup	Ada	ON

Berikutnya untuk mematikan AC secara otomatis, AC hanya dapat mati melalui salah satu dari dua kondisi yang meliputi pintu balkoni dibiarkan terbuka selama 5 detik (*Magnetic Door Switch*), atau suhu ruangan yang sudah terlalu sejuk hingga kurang dari 20.5°C (Sensor LM35). Pada kenyataannya, waktu 5 detik *delay* tersebut bersifat fleksibel. Artinya dapat dirubah nilainya sesuai keperluan seperti menjadi 5 menit atau 10 menit.

**Tabel/ Table 2.** Hasil Pengujian Mematikan AC

<i>Input</i>		<i>Output</i>
Suhu Ruangan	Pintu Balkoni	AC Portable
>20.5°C	Tertutup	ON
<20.5°C	Tertutup	OFF
>20.5°C	Terbuka	OFF

Berikutnya pada tabel 3, ditampilkan hasil pengujian pengontrolan lampu utama secara otomatis dan manual. Dapat dilihat pada pengujian pengontrolan otomatis, lampu dapat menyala/mati secara otomatis ketika sensor PIR Utama mendeteksi adanya aktivitas. Begitupun pada pengontrolan manual, dapat dilihat ketika Saklar Utama dinyalakan, lampu akan tetap menyala meski sensor PIR Utama tidak mendeteksi adanya aktivitas penghuni.

**Tabel/ Table 3.** Hasil Pengujian Pengontrolan Lampu Utama

<i>Input</i>		<i>Output</i>
Aktivitas Penghuni	Saklar Manual	Lampu Utama
Tidak Ada	OFF	OFF
Ada	OFF	ON
Tidak Ada	ON	ON
Ada	ON	ON

Pada tabel 4, ditampilkan hasil pengujian pengontrolan lampu & *exhaust fan* toilet secara otomatis dan manual. Pada pengujian kontrol otomatis, lampu dan *exhaust fan* dapat menyala/mati secara otomatis ketika

sensor PIR Toilet mendeteksi adanya aktivitas pada area tersebut. Sementara pada pengujian kontrol manual meskipun sensor PIR Toilet tidak mendeteksi adanya aktivitas, lampu dan *exhaust fan* akan menyala secara terus-menerus ketika Saklar Toilet sudah dinyalakan.

**Tabel/ Table 4.** Hasil Pengujian Pengontrolan Lampu & *Exhaust Fan Toilet*

Input		Output	
Aktivitas Penghuni	Saklar Manual	<i>Exhaust Fan</i>	Lampu Toilet
Tidak Ada	OFF	OFF	OFF
Ada	OFF	ON	ON
Tidak Ada	ON	ON	ON
Ada	ON	ON	ON

Terakhir pada tabel 5, ditampilkan hasil pengujian pengontrolan lampu pintu masuk dan balkoni sekaligus. Keduanya ditampilkan bersamaan dalam satu tabel karena memiliki kesamaan cara kerja yang mana cukup sederhana. Pada pengujian area pintu masuk, dapat dilihat jika lampu dapat menyala/mati secara otomatis ketika sensor PIR Pintu Masuk mendeteksi adanya aktivitas pada area tersebut. Selain itu pada pengujian area balkoni, lampu dapat menyala secara otomatis ketika sensor LDR Balkoni mendeteksi pencahayaan pada area tersebut gelap, dan dapat mati secara otomatis ketika pencahayaan sudah mencukupi atau terang.

**Tabel/ Table 5.** Hasil Pengujian Pengontrolan Lampu Pada Area Pintu Masuk dan Balkoni

Input		Output	
Aktivitas Penghuni (Area Pintu Masuk)	Pencahayaan (Balkoni)	Lampu Pintu Masuk	Lampu Balkoni
Tidak Ada	Terang	OFF	OFF
Ada	Terang	ON	OFF
Tidak Ada	Gelap	OFF	ON
Ada	Gelap	ON	ON

Selain itu berdasarkan data-data yang disadur dari jurnal dan *datasheet*, dapat dianalisa juga beberapa perbedaan yang ada pada Arduino, PLC, dan Outseal PLC. Perbandingan perbedaan ini dapat menjadi acuan untuk membuktikan bahwa Outseal PLC layak digunakan, khususnya pada sistem otomasi kelas kecil dan menengah. Berikut ditampilkan tabel perbedaan ketiga modul sistem kontrol tersebut.

**Tabel/ Table 6.** Perbedaan Arduino, PLC, dan Outseal PLC

Parameter	Arduino	PLC	Outseal PLC
Tegangan Modul	USB 5.5V DC, VIN 6-20V DC	20.4-28.8V DC/100-240V AC	USB 5V DC, VIN 6-24V DC
Digital Input	14-54 pin, 3.3V & 5V DC	6-8192 pin, 12/24V DC/230V AC	8-16 pin, 10-30V DC
Digital Output	14-54 pin, 3.3V & 5V DC	6-8192 pin, 12/24V DC/230V AC	8-16 pin, 5V/9-24V DC
Analog Input	6-16 pin, 0-5V DC	2-8192 pin, 0-10V DC	2 pin, 0-5V DC
Prosesor	Mikrokontroler	CPU	Mikrokontroler
Ketahanan	Tahan suhu ekstrem*	Tahan suhu ekstrem, kelembaban tinggi, getaran,	Belum diuji

		benturan, dan gangguan listrik	
Tipe I/O	<i>Sinking &amp; Sourcing</i>	<i>Sinking/Sourcing</i>	<i>Sinking</i>
Sistem Proteksi	Transistor	Fuse	Transistor
Bahasa Aplikasi	<i>English</i>	<i>English</i>	Indonesia
Bahasa Pemrograman	<i>Coding</i>	<i>Ladder Diagram</i>	<i>Ladder Diagram</i>
Aksesibilitas	<i>Open-source</i>	<i>Closed-source</i>	<i>Open-source</i>
Harga	<Rp 800.000	>Rp 1.000.000	<Rp 600.000

\*pada kondisi ekstrem, beberapa komponen mungkin tak dapat bekerja maksimal

## Simpulan/ Conclusion

Berdasarkan hasil pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa miniatur memiliki kinerja yang baik dan sudah dapat menjalankan logika *Home Automation* dengan baik. Dimana pada pengontrolan *AC Portable* area utama, AC hanya akan dapat menyala secara otomatis ketika pintu balkoni tertutup, suhu ruangan lebih dari 27.1°C, dan terdapat aktivitas pada area tersebut. Berikutnya untuk mematikan AC secara otomatis, AC hanya dapat mati melalui salah satu dari dua kondisi yang meliputi pintu balkoni dibiarkan terbuka selama 5 detik, atau suhu ruangan yang sudah terlalu sejuk hingga kurang dari 20.5°C. Selain pengontrolan AC, sistem juga sudah berhasil melakukan pengontrolan lampu & *exhaust fan* pada area utama dan toilet secara otomatis melalui sensor PIR dan secara manual melalui saklar. Terakhir pada area pintu masuk dan balkoni, sistem juga sudah berhasil mengontrol lampu secara otomatis melalui sensor PIR Pintu Masuk dan LDR Balkoni.

Arduino, PLC, dan Outseal PLC memiliki perbedaan mendasar yang memang sesuai dengan tujuan fungsi penggunaan masing-masing modul tersebut. PLC dirancang secara khusus untuk digunakan pada industri. Di sisi lain, Arduino yang ditujukan untuk alat pembuatan prototipe yang mudah dan cepat dipelajari, sehingga memiliki kelebihan yang dapat memudahkan penelitian terkait otomasi, IoT, dan sebagainya dalam skala kecil. Terakhir, Outseal PLC memiliki kelebihan yang merupakan gabungan dari Arduino dan PLC. Dengan harga yang jauh lebih terjangkau, Outseal PLC dirancang khusus untuk memiliki kemampuan selayaknya PLC seperti pemrograman yang menggunakan *ladder diagram*, tegangan I/O sesuai standar PLC, fitur-fitur *hardware* yang serupa PLC, dan sebagainya.

Berdasarkan perbandingan perbedaan dengan Arduino dan PLC, dapat disimpulkan bahwa Outseal PLC layak dipakai dan dapat diandalkan untuk menjadi alternatif PLC pada industri kecil dan menengah. Sebab jika dilihat dari segi *hardware*, meski berbasis Arduino, tegangan yang digunakan pada I/O Outseal PLC sudah disesuaikan untuk keperluan otomasi industri kecil dan menengah. Berikutnya dari segi *software*, Outseal Studio menggunakan bahasa Indonesia dan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Hal ini dapat sangat menguntungkan bagi peneliti & pengembang di Indonesia dalam melakukan proyek penelitian terkait otomasi dengan menggunakan Outseal PLC. Keuntungan lainnya yaitu Outseal PLC ini bersifat *open-source*, yang berarti rangkaian skematik *hardware* dari Outseal PLC tersedia secara terbuka untuk umum. Sehingga siapapun dapat meniru dan mengembangkan PLC buatannya sendiri sesuai dengan keperluan penelitian masing-masing. Segala keuntungan tersebut bisa didapatkan dengan harga yang relatif terjangkau yaitu tidak lebih dari Rp 600.000.

## Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, khususnya juga kepada Bapak I Nyoman Sukarma dan Bapak Lalu Febrian Wiranata selaku Pembimbing pada penelitian ini, serta para Penguji yang telah membantu memberi kritik dan saran dalam menyempurnakan tulisan pada penelitian ini.

## Referensi/ Reference

- [1] A. Bakhtiar, *Panduan Dasar Outseal PLC*, 1 ed., vol. 1. Sidoarjo: Outseal, 2020. [Daring]. Available: [www.outseal.com](http://www.outseal.com)

- [2] B. Gemilang, L. Nurpulaela, dan Y. Saragih, “Implementasi Outseal PLC Pada Automatic Duck Egg Washing Machine,” *MULTINETICS*, vol. 6, no. 2, hlm. 117–127, Des 2020, doi: 10.32722/multinetics.v6i2.3054.
- [3] M. F. K. Jati, “Pemilah Buah Kopi Merah dan Hijau Berbasis PLC Outseal,” Tugas Akhir, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2020.
- [4] D. Parimpin, “Pengendalian Lift Barang 4 Lantai Menggunakan PLC Outseal yang Terhubung dengan Android melalui Bluetooth,” Tugas Akhir, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2020.
- [5] O. Febriyanti, U. Latifa, dan R. Hidayat, “Perancangan Sistem Instrumentasi Pada Mesin Pengisi Botol Minuman Berbasis Outseal PLC,” *TELKA*, vol. 7, no. 1, hlm. 29–42, 2021.
- [6] E. Wahyudi, H. Amri, dan I. Syarif, “Sistem Pengepakan dengan Metode Sortasi Pengaturan Kecepatan Konveyor Berdasarkan Ukuran Kemasan Menggunakan Outseal PLC Nano V.4 dan Haiwell SCADA,” *Patria Artha Technological Journal*, vol. 4, no. 2, hlm. 101–108, 2020.
- [7] S. A. Sandy dan A. Kasim, “Rancang Bangun Filling Water Otomatis Berdasarkan Jenis Gelas Berbasis PLC (Programmable Logic Controller) Outseal,” dalam *Bina Darma Conference on Engineering Science*, 2021, hlm. 133–146. [Daring]. Available: <http://conference.binadarma.ac.id/index.php/>
- [8] S. Patel, “PLC Based Home Automation,” Project Report, Gujarat Technological University, Ahmedabad, 2014.
- [9] J.-P. Chemla dan B. Riera, “Home Automation with a PLC: From requirement to commissioning,” *Informatika*, vol. 19, no. 1, hlm. 12–18, 2017, [Daring]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02990409>
- [10] P. S. Puri, “Advancement in Home Appliance Automation Using PLC,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 3, no. 6, hlm. 931–934, 2016, [Daring]. Available: [www.irjet.net](http://www.irjet.net)
- [11] E. Nainggolan, E. Warman, M. Syafril, dan L. A. Siregar, “Perancangan Smarthome di Rumah Tipe 36 dengan IoT Pengontrolan PLC Bertenaga Panel Surya,” *Jurnal Simetri Rekayasa*, vol. 3, no. 2, hlm. 165–177, 2021, doi: 10.15575/jw.xxx.xxx.
- [12] R. Rahim, A. Asniawaty, T. Martosenjoyo, S. Amin, dan R. Hiromi, “Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar,” dalam *Temu Ilmiah IPLBI*, 2016, hlm. 75–78.