

Desain perangkat praktikum *Programmable Logic Controller (PLC)* Berbasis *Arduino Nano*

Paris Ali Topan¹, Indra Darmawan¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 84371

ARTICLE INFO

Article history:

Received July 20, 2023
Revised August 14, 2023
Accepted August 18, 2023

Keywords:

Arduino_Nano;
Outseal;
Programmable_Logic_Controller;

ABSTRACT

Programmable Logic Controller (PLC) is a controller device that is commonly used in industr, hence SMK students and electrical engineering students have to know the working principle and how to program it. To study the PLC system, it requires the PLC device itself and several supporting components which are quite expensive. This paper attempts to design an affordable PLC simulator device by only utilizing Arduino Nano as a microprocessor and Outseal PLC as an editor for Ladder Diagram-based PLC programming, this simulator device was successfully created on a professional Printed Circuit Board. Even though it has been successfully created, there are still some problems that need to be resolved such as an error when transferring the program to the device from Outseal Studio

*Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat pengendali yang umum digunakan pada industri, sehingga sudah menjadi suatu keharusan bagi pelajar SMK dan mahasiswa teknik elektro untuk mengetahui prinsip kerja dan cara pemrogramannya. Untuk mempelajari sistem PLC diperlukan perangkat PLC itu sendiri dan beberapa komponen pendukung yang memiliki harga yang cukup mahal. Penelitian ini mencoba untuk mendesain suatu perangkat simulator PLC yang terjangkau dengan hanya memanfaatkan *Arduino Nano* sebagai microprocessor dan *Outseal PLC* sebagai editor untuk pemrograman PLC berbasis Ladder Diagram, perangkat simulator ini berhasil dibuat pada sebuah Printed Circuit Board profesional. Walaupun sudah berhasil dibuat, namun masih terdapat beberapa kendala yang perlu diselesaikan seperti terjadinya error saat transfer program ke perangkat dari *Outseal Studio*.*

Corresponding Author:

Paris Ali Topan, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 84371
Email: paris.ali.topan@uts.ac.id

1. PENDAHULUAN

Programmable Logic Controller atau yang biasa disingkat dengan PLC, merupakan suatu sistem pengendali yang akan banyak digunakan untuk mengendalikan proses produksi dalam suatu industri. kemampuan sistem PLC dalam membantu proses produksi secara otomatis serta kemudahan dalam melakukan pemrograman perangkat pengendali PLC, menjadikan PLC sebagai perangkat pengendalian yang umum digunakan pada industri berskala besar. hal ini kemudian dijadikan suatu alasan dari beberapa program studi keteknikan khususnya dibidang elektronika mulai dari Sekolah menengah kejuruan (SMK) hingga di tingkat perkuliahan. mengingat mahalnya perangkat PLC serta komponen-komponen pendukung menjadi suatu permasalahan ketika mengajar atau belajar PLC, sehingga dibutuhkan suatu simulator yang lebih murah dengan fungsi yang dapat mewakili sistem PLC yang sesungguhnya. beberapa penelitian telah dilakukan oleh beberapa peneliti terkait bagaimana merancang suatu sistem trainer PLC menggunakan komponen-komponen yang lebih murah, seperti penelitian yang dilakukan pada [1] yang mencoba untuk mendesain suatu trainer PLC dengan memanfaatkan microcontroller Arduino yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah media pembelajaran Trainer Mini PLC yang layak digunakan dalam pembelajaran pada siswa SMK. Peneliti pada penelitian[2] juga mencoba untuk mendesain suatu model dan simulasi PLC-

Mikrokontroler yang kemudian digunakan sebagai modul pembelajaran berbasis PLC. Selain untuk modul pembelajaran pada penelitian[3] mencoba mendesain suatu trainer PLC yang juga memanfaatkan arduino untuk Sistem Picking Dan Packaging yang mana pada penelitian ini software yang digunakan untuk memprogram arduino (yang dijadikan sebagai PLC) menggunakan software Easyeda dan suatu modul lengan robot yaitu Robot Magician. Pada suatu sistem industri yang menggunakan PLC terdapat beberapa sistem sensor yang digunakan seperti: *Ultrasonic Sensor, Touch Sensor, Limit Switch, sensor Hall Effect, Vibration Sensor, Flame Sensor, dan Sound Sensor*. Untuk mempermudah penggunaan sensor dalam suatu percobaan maka pada penelitian[4] mencoba untuk membuat suatu sistem sederhana menggunakan Arduino sebagai pengganti sensor-sensor tersebut dengan output dan karakteristik sensor yang diusahakan sama dengan sensor aslinya. penelitian lain[5] yang telah dilakukan mencoba mendesain suatu sistem PLC Sederhana dengan memanfaatkan microcontroller ATmega 256A3 U-AU. Di dalam penelitian tersebut para peneliti mencoba mendesain suatu software menggunakan visual basic dengan bahasa pemrograman C untuk membuat suatu editor khusus terkait pemrograman PLC menggunakan Ladder Diagram (LD).

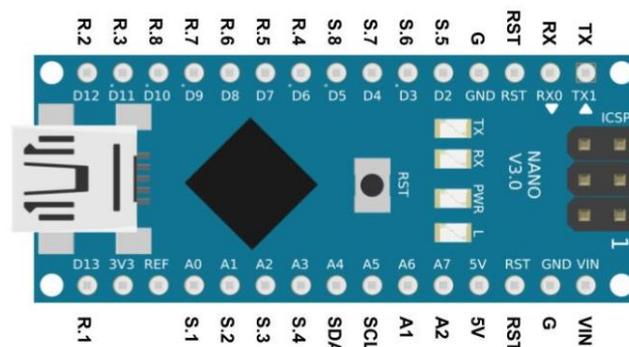
kendala yang dihadapi saat mempelajari PLC bagi pelajar maupun mahasiswa terletak pada kemampuan dalam memahami literatur-literatur berbahasa asing serta software untuk pemrograman berbasis Ladder Diagram yang juga mayoritas berbahasa asing. Sehingga perlu adanya suatu software dengan penjelasan berbahasa indonesia yang jelas dalam proses pembelajaran PLC untuk mempermudah proses pembelajaran. Dengan hadirnya *Outseal* sebagai suatu perangkat PLC yang terjangkau serta penjelasan terkait PLC, beserta software yang berbahasa Indonesia, sangat mempermudah dalam proses pembelajaran PLC, bahkan selain untuk pembelajaran PLC, perangkat *Outseal* juga digunakan dalam beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengendalian sistem berbasis PLC seperti penelitian[3], [6]–[10]

Pada Penelitian ini peneliti mencoba untuk mendesain suatu perangkat PLC menggunakan *Arduino Nano* dan *Outseal* PLC sebagai Ladder Diagram Editor. Yang mana perangkat ini akan didesain pada suatu perangkat Printed Circuit Board (PCB) profesional. Semua perangkat fisik seperti *Switch/Push button* dan relay di desain sesederhana mungkin namun dapat mewakili fungsi dari perangkat sebenarnya

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini sistem PLC akan dirancang dengan basis kontroler *Arduino Nano* dengan software untuk pemrograman PLC yaitu *Outseal Studio* yang dapat diunduh secara gratis pada tautan berikut: <https://www.Outseal.com/download/download.html>.

Dalam tahapan perancangan perangkat PLC, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan terkait dengan pemilihan komponen-komponen pendukung PLC seperti relay, *Switch*, dan komponen-komponen lainnya. adapun pertimbangan-pertimbangan tersebut yaitu: 1) penentuan pin-pin pada *Arduino Nano* yang disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan oleh *Outseal* PLC, misalkan. Relay 1 (R1) yang diatur berada pada pin D13 pada *Arduino Nano*, *Switch* 1 (S1) pada pin A0 *Arduino Nano*, dan beberapa-beberapa ketentuan penamaan PIN lainya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 tersebut memperlihatkan konfigurasi pin *Arduino Nano* untuk pembuatan sistem hardware PLC, terlihat pada gambar bahwa input dan output PLC yang dapat dibuat adalah: 8 input berupa *Switch*, 8 output berupa relay, 1 jalur komunikasi serial (RX/TX) dan 1 jalur komunikasi I²C (SCL/SDA) untuk perangkat sensor atau perangkat pendukung lainnya. Pada Software *Outseal* PLC konfigurasi PIN ini dapat dilihat pada menu Setting, Hardware, dan memilih jenis hardware Nano V5; 2) merancang perangkat pendukung input dan output PLC seperti *Switch* fisik (*Pushbutton*) yang didesain untuk menjadi *Switch* dengan sifat *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Untuk output sendiri didesain menggunakan relay yang diaktifkan menggunakan tegangan 5V.



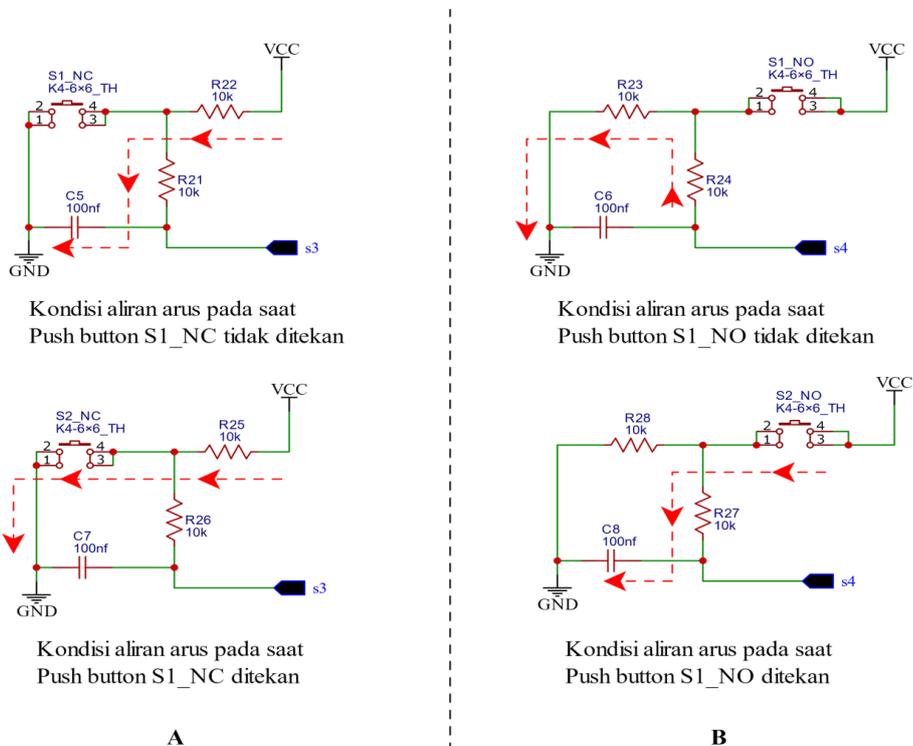
Gambar 1. Pin Mapping *Arduino Nano* untuk *Outseal* PLC [11]

2.1. Desain Input dan output PLC

Dalam dunia industri masukan pada sistem PLC biasanya berasal dari *push button Switch* dengan jenis NO atau NC dengan bentuk fisik yang besar dengan kemampuan yang memang dibutuhkan oleh sistem yang dikendalikan oleh PLC. Selain push button, inputan PLC juga dapat berupa sinyal dari sistem sensor baik menggunakan protokol komunikasi serial ataupun menggunakan protokol komunikasi I²C. Sensor yang memiliki keluaran berupa sinyal digital 1 dan 0 atau high dan low dapat langsung disambungkan ke input *Switch* layaknya pushbutton.

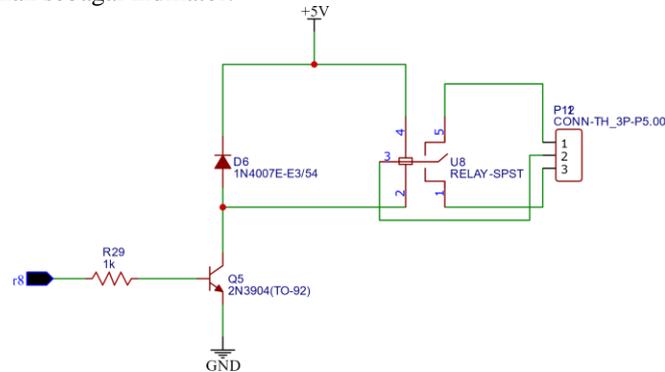
Pada perangkat PLC yang didesain akan terdapat 4 *push button* fisik dengan ukuran masing adalah 6x6 mm yang mana akan dibuat menjadi dua buah *push button* bertipe NO dan dua lainnya bertipe NC. Untuk skema elektronik untuk NO dan NC dapat dilihat pada gambar 2. Dalam Gambar 2 terdapat beberapa komponen pendukung agar *push button* dapat bekerja dengan baik yaitu dua resistor bernilai 10k dan satu buah kapasitor bernilai 100nf. Pada rangkaian *push button* bertipe NC, *push button* (S1_NC) diletakkan dekat dengan ground dengan tujuan ketika *push button* pada kondisi tidak ditekan, kapasitor C5 (100nf) akan terisi muatan listrik yang mana dipengaruhi oleh dua buah resistor yaitu R22 (10k) dan R21 (10k) yang bertujuan untuk mengendalikan besarnya aliran arus listrik yang akan dialirkan ke kapasitor C5, yang kemudian akan mempengaruhi kecepatan proses pengisian. Tegangan dari kapasitor saat kapasitor terisi sebesar 5v inilah yang kemudian menjadi isyarat High. Pada kondisi ketika *push button* (S1_NC) ditekan muatan yang ada pada pada kapasitor akan dialirkan ke ground melalui resistor R21, sehingga tegangan pada kapasitor berubah menjadi Low atau 0V. Adapun untuk inutan *push button* bertipe NO. Pada saat kondisi *push button* S1_NO tidak ditekan, kapasitor C6 (100nf) akan terhubung langsung ke ground sehingga pada kondisi ini output dari rangkaian pada gambar B bagian atas kanan akan bernilai 0V atau Low. Sebaliknya saat *push button* S1_NO ditekan akan ada aliran arus yang menuju kapasitor sehingga kapasitor akan terisi hingga tegangan 5V, sehingga rangkaian pada gambar B bagian bawah akan bernilai High.

Selain *push button*, pada desain diberikan juga dua buah jalur inputan yang dapat menerima masukan dari sensor berjenis PNP atau NPN seperti proximity sensor dan beberapa jenis sensor lainnya. Antara sensor dan Arduino terdapat suatu perangkat *optocoupler* dengan kode perangkat PC871. Untuk komunikasi sensor atau perangkat pendukung lainnya berbasis I²C dan serial (RX/TX) dibuatkan satu jalur khusus yang langsung dihubungkan ke Arduino nano, misalkan untuk perangkat I²C langsung disambungkan ke pin SCL dan SDA.



Gambar2. Rangkaian *Push button* sebagai *Switch*, pada bagian A menunjukkan *push button* yang dirangkai untuk type *Normally Close* (NC) dan pada bagian B *push button* dirangkai untuk tipe *Normally Open* (NO)

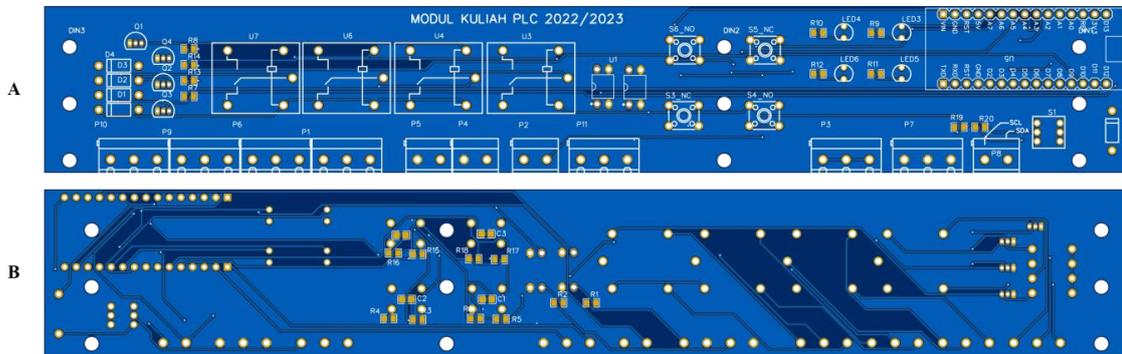
Terdapat 8 output yang dapat digunakan pada sistem PLC pada penelitian ini, empat diantaranya dihubungkan secara langsung ke sistem relay guna menangani pengendalian sistem yang memiliki spesifikasi tegangan yang tinggi (AC 220V) dan arus yang tinggi, dan empat output lainnya dihubungkan langsung ke LED yang akan digunakan sebagai indikator.



Gambar 3 Skema Output (Relay)

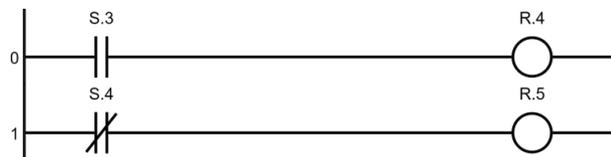
2.2. Desain PCB

Printed Circuit Board (PCB) pada penelitian ini didesain menggunakan perangkat lunak gratis yaitu Easy Eda. Penggunaan PCB penelitian ini bertujuan agar memberikan tata letak yang terstruktur dan terkontrol untuk komponen elektronika penyusun sistem PLC, sehingga meningkatkan keandalan perangkat, serta mengurangi kemungkinan kegagalan karena koneksi yang longgar atau tidak stabil. Tingkat efisiensi dari perangkat juga perlu diperhatikan sehingga dengan penggunaan PCB memungkinkan perangkat sistem PLC yang didesain menjadi lebih kecil dan ringkas, karena semua komponen terletak pada satu tempat dan tersusun rapi, hal ini juga memberikan kemudahan ketika melakukan proses perbaikan jika terjadi kerusakan pada perangkat elektronika penyusun sistem PLC.



Gambar 4 Desain PCB

2.3. Pengujian PCB



Gambar 5. Ladder Diagram pengujian sistem input dan output PLC

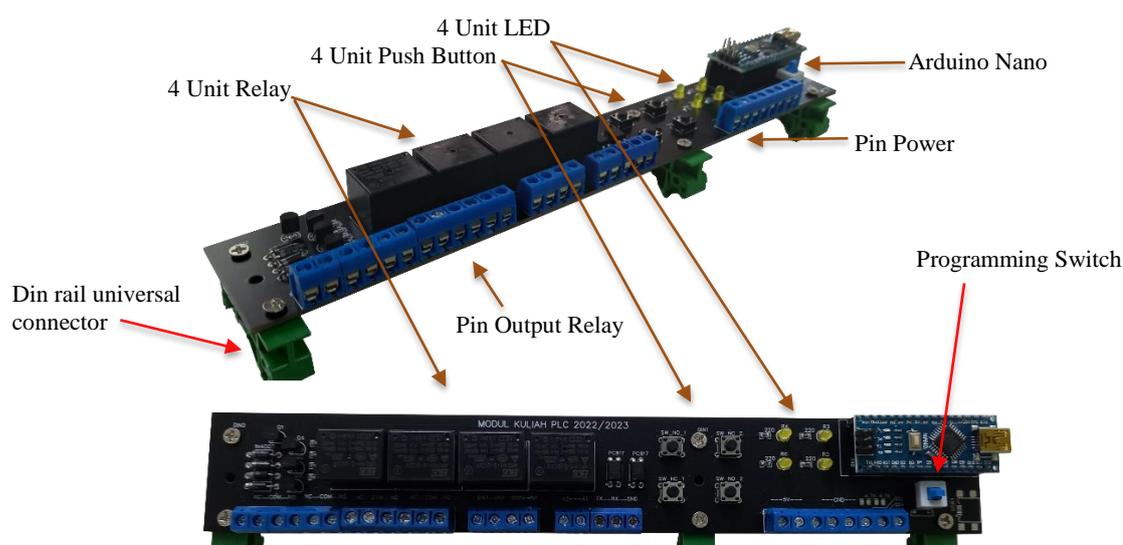
Untuk melihat keberhasilan dari desain sistem PLC, perlu dilakukan suatu pengujian sederhana dengan menggunakan ladder diagram yang ditunjukkan pada Gambar 5. Dimana pada gambar tersebut memperlihatkan suatu skema Switch sebagai input dan relay sebagai output. Keberhasilan alat akan dilihat dari seberapa mampu perangkat PLC yang didesain mengaktifkan output berupa relay saat push button (Switch) ditekan.

Tabel 1. Komponen-komponen penyusun sistem PLC

No	Nama Komponen	Jumlah
1	Kapasitor 100nf	4
2	Dioda 1N4007E-E3/54	4
3	Push button (K4-6×6_TH)	4
4	LED-TH-3mm_R	4
5	CONN-TH_3P-P5.00	7
6	CONN-TH_2P-P5.00	4
7	Transistor 2N3904(TO-92)	4
8	Resistor 220 ohm	6
9	Resistor 10k	8
10	Resistor 1k	4
11	Resistor 4.7k	2
12	6 Pin Square 8mmx8mm DPDT Mini Push button	1
13	Optocoupler UPC817XG-D04-T2	2
14	RELAY-SPST	4
15	ARDUINO_NANO	1
16	USB-Micro_2	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari skema elektronik serta desain PCB yang telah didesain sesuai dengan yang kebutuhan untuk sistem PLC peneliti berhasil membuat suatu sistem PLC sederhana seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut memperlihatkan bentuk sistem yang terdiri dari beberapa komponen elektronika penyusun dengan fungsi yang berbeda-beda. Peletakan komponen pada PCB diatur sedemikian rupa agar mempermudah dalam pengoperasian.



Gambar 6. Hasil Akhir dari desain PLC. Dalam gambar menjelaskan komponen-komponen dalam sistem PLC yang dibuat

Pada Gambar 6 memperlihatkan hasil akhir dari penelitian yang dilakukan untuk perangkat PLC menggunakan *Arduino Nano* dan *Outseal PLC*. Terlihat pada gambar bagaimana komponen-komponen disusun serta terdapat *Din Rail Connector* yang nantinya perangkat ini dapat dipasang pada *Din Rail* seperti layaknya perangkat-perangkat di industri. Pada Gambar 6 juga memperlihatkan terdapat sebuah *Switch (Programming Switch)* yang difungsikan untuk memutuskan koneksi *ground* antara *Arduino Nano* dan perangkat elektronik pendukung, agar pada saat program yang telah di susun di editor ladder diagram *Outseal* tidak terjadi error.

Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan menggunakan diagram tangga (*Ladder Diagram*) seperti pada Gambar 5. Menunjukkan bahwa perangkat berjalan dengan normal, karena pada saat *push button* ditekan, relay yang terpasang pada perangkat langsung menjadi aktif. Jika dibandingkan dengan PLC komersial lainnya yang sudah ada di pasaran, PLC yang di didesain ini lebih mudah dipelajari oleh pengguna PLC pemula khususnya mahasiswa di Indonesia, karena bahasa yang digunakan dalam setiap fitur yang dimiliki khususnya pada sisi IDE untuk memprogram PLC dibuat menggunakan bahasa Indonesia yang mudah di pahami. Namun tidak memiliki fitur-fitur pintar serta keamanan seperti pengamanan terhadap arus atau tegangan berlebih.

4. KESIMPULAN

Sistem PLC sederhana untuk praktikum telah berhasil dibuat. dengan komponen sederhana yang didapatkan dari toko-toko elektronik sekitar dan marketplace yang ada di Indonesia. PCB yang digunakan dalam penelitian ini juga berhasil dibuat dalam bentuk yang profesional agar memberikan kualitas dan masa pakai yang lama. Komunikasi antar software *Outseal PLC* dengan sistem PLC yang dibuat berjalan dengan baik tanpa ada kendala. Namun masih terdapat beberapa kendala yang peneliti rasa masih perlu adanya perbaikan pada sistem PLC ini seperti: 1) kurangnya jalur input dan output PLC karena keterbatasan dari pin *arduino nano*. 2) Harus ada beberapa perbaikan seperti koneksi LED yang masih belum pas, 3) Serta perlunya suatu modul penggunaan perangkat untuk mempermudah dalam pengoprasian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Hutomo and B. Suprianto, "Rancang Bangun Trainer Mini PLC Berbasis Arduino Pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik Di SMK Negeri 1 Jetis Mojokerto."
- [2] Q. Hidayati, F. Zaini Rachman, N. Yanti, and N. Jamal, "Desain Model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC," vol. 2, no. 2, 2017.
- [3] A. Dwi Indra Buana, M. Arsyad, and H. Kuntara, "Sistem Picking Dan Packaging Menggunakan PLC Outseal dan Robot Magician," pp. 160–166, 2022, [Online]. Available: <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- [4] A. Mega Safitri, P. Wanarti Rusimanto, and I. Gusti Putu Asto Buditjahjanto, "Rancang Bangun Trainer Dan Modul Variasi Input PLC Berbasis Arduino Menggunakan PLC Omron CP1E E30DR-A 413 Rancang Bangun Trainer Dan Modul Variasi Input PLC Berbasis Arduino Menggunakan PLC Omron CP1E E30DR-A."
- [5] X. Jiang, Institute of Electrical and Electronics Engineers Sapporo Section, E. and E. E. 2014. 04. 26-28 S. International Conference on Information Science, and ISEEE 2014.04.26-28 Sapporo, *International Conference on Information Science, Electronics and Electrical Engineering (ISEEE), 2014 26-28 April 2014, Sapporo City, Hokkaido, Japan ; proceedings*.
- [6] F. Rahmatullah, G. Romadhon, and M. Arsyad, "Rancang Bangun Sistem Sorting Barang Menggunakan 3D Simulator Factory IO Berbasis Outseal PLC," 2021, pp. 202–206. [Online]. Available: <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- [7] R. S. Violinda and putra jaya, "Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal. Vocational. Teknik. Elektronika dan Informatika* <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>, vol. 10, no. 3, 2022.
- [8] B. Gemilang, L. Nurpulaela, and Y. Saragih, "Implementasi Outseal PLC pada Automatic Duck Egg Washing Machine," 2020.
- [9] O. Saputra, U. N. Padang, and K. Kunci, "Komunikasi Outseal PLC Dengan Smartphone", [Online]. Available: <https://ranahresearch.com>.
- [10] K. Riyadi, "Kinerja PLC Outseal Pada Pengontrolan Motor Induksi," vol. 20, no. 2, pp. 2721–9100, 2023.
- [11] A. Bakhtiar and B. E. Pertama, *Panduan Dasar Outseal PLC*. 2020. [Online]. Available: www.outseal.com

BIOGRAPHY OF AUTHORS



Paris Ali Topan (paris.ali.topan@uts.ac.id). Saat ini autor merupakan salah satu tenaga pendidik di Universitas Teknologi Sumbawa, dengan bidang keahlian yang ditekuni adalah: Sistem Embedded, Sistem Kendali, dan Baterai Management Sistem.



Indra Darmawan (indra.darmawan@uts.ac.id). merupakan tenaga pengajar pada program studi Teknik elektro dengan spesifikasi keahlian pemodelan energi, sistem tenaga dan audit energi. Merupakan lulusan universitas mataram pada bidang Teknik elektro untuk program sarja dan bidang energi pada universitas gadjarmada untuk master. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pemodelan dan perancangan.