

Implementasi Transistor TIP 127 dan *Optocoupler* PC817 dalam perancangan PLC *Outseal* Berbasis Arduino Nano

Muhammad Nur Abdul Azis¹, As'ad Shidqy Aziz^{2*}, Bayu Firmanto³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Wisnuwardhana, Malang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Juli 3, 2024
 Revised Juli 15, 2024
 Accepted Juli 16, 2024

Keywords:

Transistor
 Optocoupler
 PLC *Outseal*
 Arduino Nano

Abstrak

Sebuah sistem otomasi tidak lepas dari *programmable machine* didalamnya agar dapat mengendalikan mesin – mesin yang mendukung proses produksi. Salah satu mesin yang dapat diprogram dalam proses otomasi adalah PLC (*Programmable Logic Control*). Dalam perkembangannya PLC saat ini dapat di bangun dengan sebuah komponen mikrokontroler Arduino yang bertindak sebagai central processing unit (CPU). PLC tersebut dinamakan sebagai PLC *Outseal*. Penelitian ini menggunakan pengendali digital output menggunakan komponen transistor TIP127 dengan suhu maksimal 150 °C dan arus maksimal 5 A dengan pengendali sinyal basis menggunakan optocoupler PC817 dalam perancangan PLC *outseal*nya. Hasil pengujian modul input memiliki tingkat presisi yang tinggi. Dimana nilai standar deviasi yang dihasilkan rata – rata sebesar 0,046. Sedangkan untuk modul output memiliki nilai standar deviasi rata-rata 0,304 untuk pengukuran arus output dan 0,098 untuk pengukuran tegangan output.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

As'ad Shidqy Aziz,
 Universitas Wisnuwardhana Malang, Jl. Danau Sentani 99, Malang and 65199, Indonesia
 Email: asaziz19@wisnuwardhana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur modern menghadapi variabilitas yang semakin meningkat dalam permintaan pasar dalam hal produksi. Agar dapat bersaing di pasar global memaksa perusahaan manufaktur untuk merespon dengan cepat kebutuhan pelanggan dan dapat menghasilkan produk yang memiliki kualitas tinggi dengan siklus produksi yang lebih cepat[1]. Faktor-faktor kunci ini memerlukan tingkat fleksibilitas yang tinggi dalam proses manufaktur. Untuk mendukung hal tersebut maka diperlukannya integrasi antara manusia dan mesin secara beriringan dalam hal otomasi di bidang manufaktur[2]. Dengan integrasi tersebut maka proses manufaktur dalam bidang industri dapat berjalan dengan lancar dan dapat mempercepat siklus produksi. Pentingnya otomasi dalam proses manufaktur tentunya harus dibarengi dengan sistem yang mendukung pula.

Sebuah sistem otomasi tidak lepas dari *programmable machine* didalamnya agar dapat mengendalikan mesin – mesin yang mendukung proses produksi. *Programmable machine* dibagi menjadi dua utama kategori yaitu proses otomasi yang dapat diprogram dan mesin yang dapat diprogram. Salah satu mesin yang dapat diprogram dalam proses otomasi adalah PLC (*Programmable Logic Control*). PLC dengan banyak input/output yang dapat dihubungkan ke sistem *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) dan *Distributed Control System* (DCS) [3]. Sistem otomasi berbasis PLC memungkinkan operator untuk berinteraksi melalui HMI dengan logika yang disimpan di PLC untuk mengontrol mesin secara *realtime* [4].

Dalam perkembangannya PLC saat ini dapat di bangun dengan sebuah komponen mikrokontroler Arduino yang bertindak sebagai *central processing unit* (CPU) [5][6]. PLC tersebut dinamakan sebagai PLC *Outseal*. PLC *Outseal* merupakan sistem pengontrolan yang telah dikembangkan di Indonesia sebagai produk anak bangsa yang dilengkapi dengan *input* dan *output* seperti halnya PLC merk lainnya yang umum di temukan di pengontrolan industri. PLC *Outseal* dibuat untuk menjawab kebutuhan pengontrolan yang ada di Indonesia dengan harga relatif murah dan *open source* baik perangkat keras maupun softwrenya melalui *Outseal Studio*[7][8]. *Outseal studio* dijalankan di PC dalam bentuk *visual programming* menggunakan *ladder diagram*

(diagram tangga) seperti PLC pada umumnya [9][10]. Diagram tangga tersebut merupakan sebuah hasil rancangan kontrol logika yang selanjutnya akan dikirim melalui kabel USB untuk ditanam di dalam *hardware Outseal PLC* secara permanen.

Outseal PLC menggunakan perangkat keras berbasis mikrokontroler Arduino Nano ATmega328P [11] dan IC ULN 2803A sebagai pengendali modul input. Kekurangan dari IC ULN 2803A sangat rentan terhadap temperatur tinggi jika tegangan dan arus masukan tinggi. Karena IC ULN 2803A terbuat dari rangkaian transistor yang terpadu maka maksimum temperatur kerja pada komponen tersebut sebesar 125 °C. Kemudian dengan arus *Collector-Emitter* maksimal sebesar 500 mA dan tegangan maksimum masukan collector-emiter IC ULN 2803A sebesar 30 V [12]. Selain itu, tidak adanya komponen pengaman *optocoupler* pada modul input Outseal PLC tersebut sehingga rentan terhadap arus yang bocor dari keluaran IC ULN 2803A karena mengingat chip mikrokontroler atmega 328p hanya mentolerir arus maksimal sebesar 20 mA. Penelitian ini merancang PLC *outseal* dengan menyempurnakan kekurangan pada Outseal PLC yang dibuat peneliti sebelumnya yaitu menggunakan berbasis menggunakan chip mikrokontroler atmega 328p arduino nano sebagai pemrosesan data, sedangkan pengendali digital output menggunakan komponen transistor TIP127 dan dikendalikan oleh *optocoupler* sebagai sinyal basis pada transistor tersebut. Jenis *optocoupler* yang digunakan pada input PLC ini yaitu *optocoupler* PC817.

Komponen *optocoupler* yang terdapat pada pengendali output dan input berguna mengamankan mikrokontroler dari kemungkinan arus bocor melalui port *input* maupun port *output* PLC. Transistor TIP 127 memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan IC ULN 2803A diantaranya temperature keraja maksimal sebesar 150 °C, arus maksimal *Collector-emiter* sebesar 5 A, dan tegangan *input* maksimal pada kaki *collector-emiter* sebesar 100 V [13]. Berdasarkan spesifikasi tersebut, Transistor TIP 127 lebih unggul daripada IC ULN 2803A dalam hal spesifikasi temperatur kerja, arus maksimal *collector-emiter* dan tegangan maksimal *collector-emiter*.

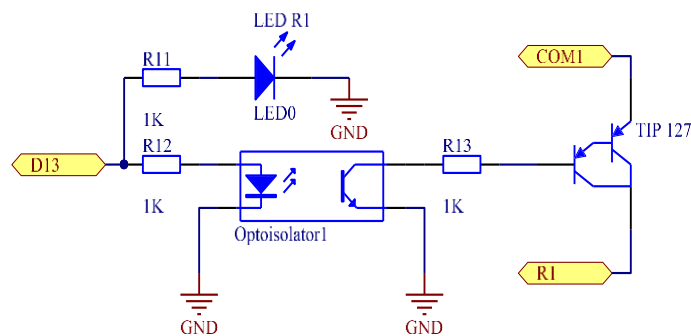
2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya melakukan perancangan Hardware yang terdiri dari perancangan rangkaian input dan output PLC menggunakan IC TIP 217; Pengujian implementasi PLC pada rangkaian sederhana dan Analisa hasil pengujian PLC *Outseal*.

2.1. Perancangan Hardware PLC

2.1.1. Perancangan Modul Output PLC

Dalam bagian modul *output* pada Outseal PLC terdapat beberapa komponen komponen utama yaitu pengaman dan penguat. Bagian komponen penguat sinyal tegangan keluaran dari arduino nano yaitu resistor, *optocoupler*, led *active high* sebagai indikasi bahwa keluaran sinyal tegangan dan optocoupler dapat bekerja sesuai tegangan yang dibutuhkan sebesar 5 VDC. Kemudian terdapat juga komponen penguat sebagai pengendali output pada Outseal PLC yaitu transistor TIP127 jenis PNP dimana emitor sebagai *common* tegangan masuk sebesar 12 VDC dari keluaran *Power Supply Step Down AC to DC* dan *collector* sebagai keluaran tegangan. Transistor TIP127 dapat bekerja apabila basis transistor TIP127 mendapatkan sinyal tegangan negatif yang berasal dari komponen transistor yang berada di dalam *optocoupler*. Terdapat resistor yang terdapat di basis sebagai pull up tegangan 5 VDC basis apabila optocoupler tidak bekerja. Skema rangkaian Modul output pada Outseal PLC dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skema Rangkaian Modul Output PLC

Arus kerja minimum berdasarkan *datasheet optocoupler* PC817 adalah sebesar 10mA atau 0,010 A dan tegangan minimum sebesar 1 VDC agar *optocoupler* dapat bekerja. Sedangkan tegangan *output* pada arduino nano sebesar 5 VDC dan arus *output* sebesar 40mA. Maka digunakan Persamaan (1) dalam mencari resistansi masukan pada anoda optocoupler PC817.

$$R = \frac{(V_S - V_L)}{I} \quad (1)$$

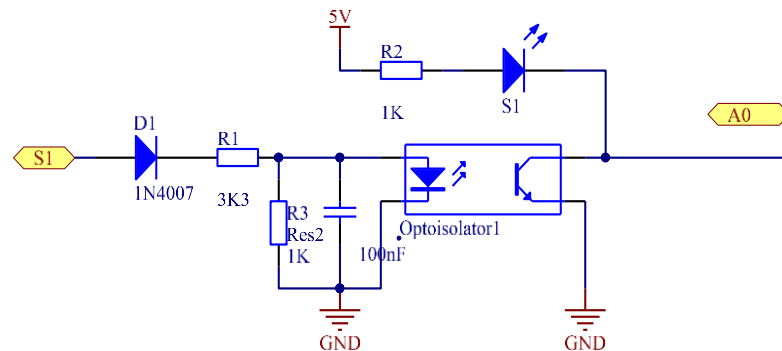
Sehingga untuk nilai R pada rangkaian modul Output

$$R = \frac{(5V - 1V)}{10 \text{ mA}}$$

$$R = 400 \Omega$$

2.1.2. Perancangan Modul Input PLC

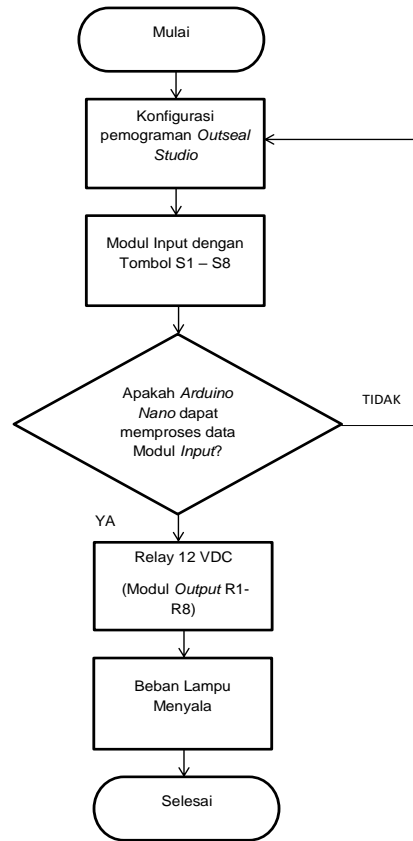
Fungsi dalam rangkaian ini adalah ketika terdapat sinyal digital masuk dari S1 ke komponen dioda, komponen tersebut sebagai penyearah arus. Jika tegangan positif yang masuk maka dioda tersebut menyearahkan tegangan masuk ke resistor dan terhubung dengan kapasitor kemudian Led infrared yang terdapat di optocoupler bekerja sehingga pin Arduino Nano pada A0 membaca sinyal tegangan negatif (Active Low) karena transistor yang terdapat di optocoupler menghubungkan arus ground dari kaki emiter ke collector dan Led indikator S1 menyala bahwasannya PIN A0 sudah mendapatkan sinyal tegangan negatif. Apabila sinyal masukan S1 berupa tegangan negatif maka optocoupler tidak dapat bekerja karena dioda tidak dapat menyearahkan arus. Penghitungan resistansi pada Anoda *optocoupler* dapat menggunakan Persamaan (1). Skematik modul input Outseal PLC dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Skema Rangkaian Modul Input PLC

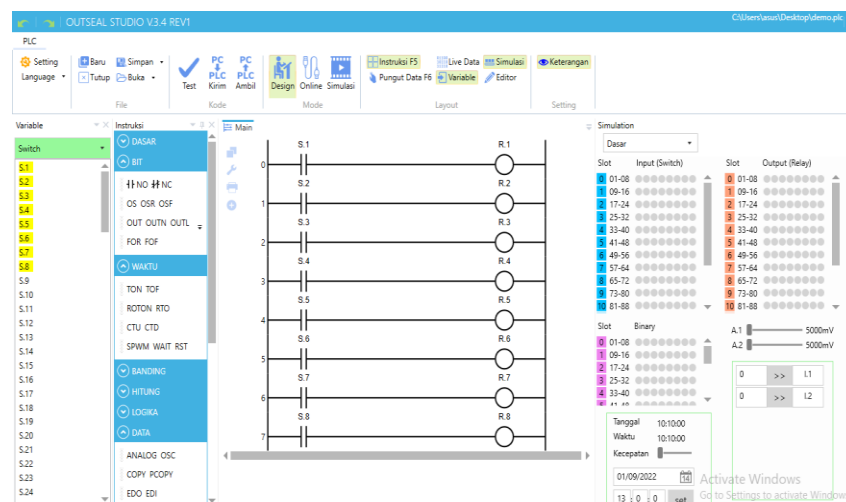
2.2. Implementasi PLC dalam Rangkaian Sederhana

Tahap implementasi ini merupakan tahap terakhir dari desain penelitian yang dilakukan yaitu mengimplementasikan hasil penelitian yang penulis lakukan. Dalam implementasi sistem ini hal-hal yang akan dilakukan meliputi pengoperasian perangkat keras Outseal PLC. Pada tahap ini peneliti mengimplementasikan Alat Outseal PLC dengan alur flowchart dalam Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Implementasi Outseal PLC

Berdasarkan *flowchart* dalam Gambar 3 menunjukkan bahwa penelitian ini menggunakan pemrograman Outseal Studio dengan memasukkan program modul input alamat S1-S8 sebagai *Ladder* diagram NO (*normally open*) dengan menekan tombol bergantian. Kemudian Arduino Nano memproses data program masukan, apakah alamat S1-S8 dapat dibaca oleh Arduino Nano jika tombol ditekan. Apabila Arduino Nano dapat membaca masukan S1-S8 dan Led S1-S8 dapat menyala, hal tersebut menandakan bahwa tegangan masukan dari tombol mengalir ke pin Arduino Nano. Pin R1-R8 sebagai output (*coil ladder*) mengeluarkan tegangan dari tegangan common transistor modul output sebesar 12 VDC yang mengakibatkan relay 12 VDC aktif dan lampu menyala sebagai beban. Pemrograman modul input S1-S8 dengan tombol, modul output R1-R8 dengan relay 12 VDC dan lampu sebagai beban pada *outseal studio* dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pemrograman menggunakan Aplikasi Outseal Studio

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian terhadap komunikasi antara Outseal PLC dengan perangkat lunak Outseal Studio dan pengujian modul input dan modul output Outseal PLC. Dari hasil pengujian maka dapat dianalisa kinerja-kinerja dari tiap-tiap bagian sistem yang saling berinteraksi sehingga terbentuklah Outseal PLC berbasis Arduino Nano dengan Software Outseal Studio. Hasil dari perancangan dan pembuatan Outseal PLC dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Akhir Pembuatan Outseal PLC Berbasis Arduino Nano

3.1. Pengujian Modul Input

Pengujian modul input yang telah dirancang dilakukan dengan melakukan pengujian sebanyak 100 kali pada masing – masing pin input outseal PLC yaitu S1 sampai dengan S8. Dari hasil pengujian tersebut dilakukan penghitungan presisi dengan menggunakan *standar deviasi* data yang telah didapatkan. Penghitungan standar deviasi dapat dilakukan menggunakan Persamaan (2) [14][15].

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

dengan

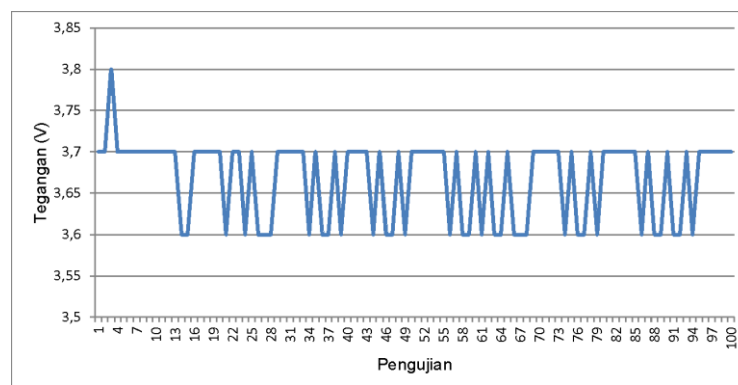
SD : Nilai Standar Deviasi

xi : Data Hasil Pengukuran

\bar{x} : Rata – rata Hasil Pengukuran

n : Jumlah Pengukuran

Hasil tegangan yang dihasilkan menggunakan sampel data pada pengujian modul input S1 sebanyak 100 kali dapat dilihat dalam Gambar 6. Berdasarkan hasil yang diadaatkan rata-rata data pengukuran yang didapat sebesar 3,67 V. Sehingga dengan menggunakan persamaan (2) didapatkan nilai standar deviasi pada S1 sebesar 0,049.



Gambar 6. Pengujian Optocoupler PC817 Pada Modul Input Terminal S1

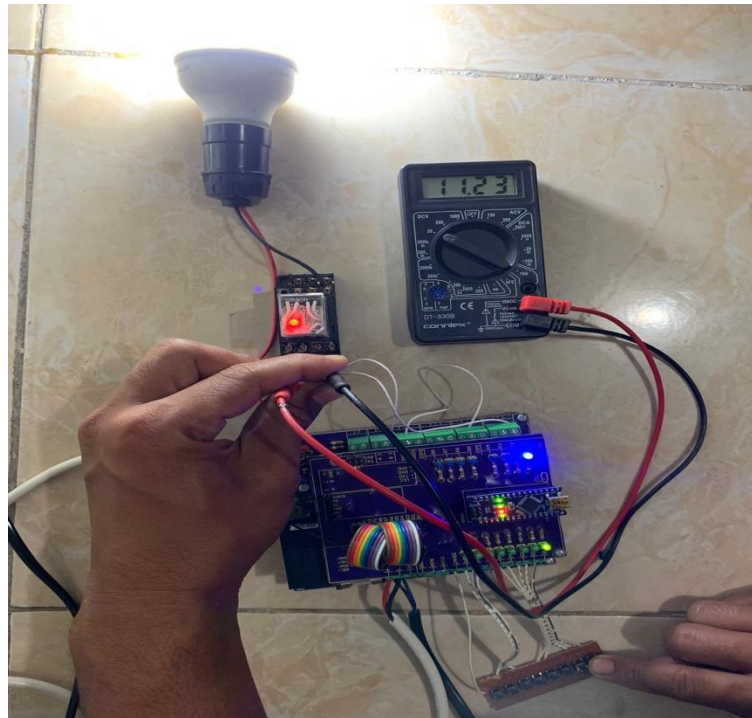
Sedangkan untuk hasil pengujian dengan *standar deviasi* pada modul *input* S2 samapai dengan S8 dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Modul Input S1 sampai S8

Modul Input	Nilai Standar Deviasi
S1	0,049
S2	0,048
S3	0,048
S4	0,049
S5	0,024
S6	0,048
S7	0,050
S8	0,050
Rata- rata	0,046

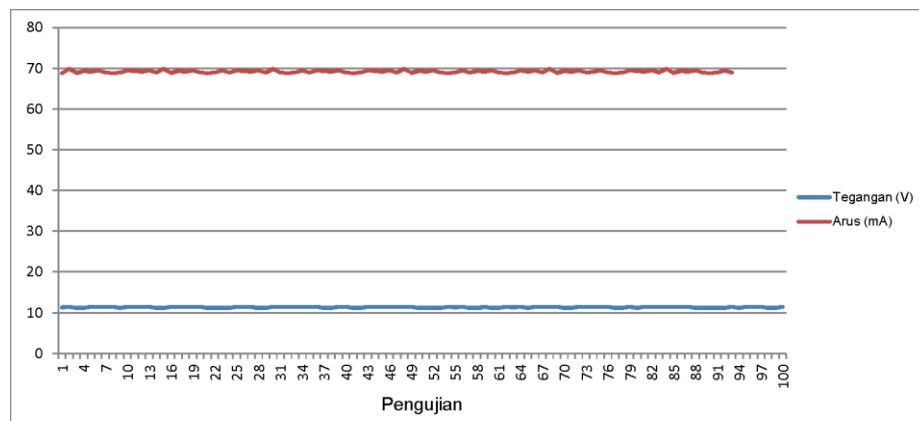
3.2. Pengujian Modul Input

Dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 100 kali pada modul output. Modul output dihubungkan dengan beban berupa lampu dan bagian input dihubungkan dengan *touch swich* sebagai sinyal masukan pada *outseal* PLC. Terdapat dua data yang didapatkan dalam pengujian ini diantaranya tegangan Output pada R1 – R8 ketika modul aktif (dalam hal ini ketika tombol S1-S8 ditekan) dan arus yang dihasilkan pada port R1 – R8 ketika tombol S1 – S8 ditekan. Pengujian modul output dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Modul Output Outseal PLC

Salah satu sampel pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali untuk modul output pada port R1 ketika tombol S1 ditekan dapat dilihat dalam Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Modul Output R1

Berdasarkan grafik dalam Gambar 8 telah dilakukan pengujian sebanyak 100 kali didapatkan nilai rata – rata tegangan ketika tombol S1 ditekan sebesar 11, 32 V dan arus *output* sebesar 69,13 mA. Sehingga dari data tersebut dapat dihitung nilai *standar deviasi* menggunakan Persamaan (2) sebesar 0,096 untuk tegangan (V) dan 0,295 untuk nilai Arus (mA). Sedangkan untuk hasil pengujian output lainnya dapat dilihat dalam Tabel 2.

Modul utput	Rata – Rata Nilai Arus (mA)	Rata – Rata Nilai Tegangan (mA)	Nilai Standar Deviasi Arus	Nilai Standar Deviasi Tegangan	Kondisi Beban Lampu (Tombol Input Ditekan)
R1	69,131	11,323	0,295	0,096	Menyala
R2	69,142	11,318	0,301	0,098	Menyala
R3	69,142	11,318	0,301	0,098	Menyala
R4	69,163	11,316	0,319	0,099	Menyala
R5	69,129	11,323	0,299	0,096	Menyala
R6	69,153	11,312	0,307	0,098	Menyala
R7	69,153	11,301	0,308	0,099	Menyala
R8	69,142	11,301	0,304	0,099	Menyala
	Rata – Rata		0,304	0,098	

Berdasarkan data hasil pengujian yang dituangkan dalam Tabel 2 dapat dianalisa bahwa pengujian modul input dan modul output dapat berjalan dengan baik. Hal tersebut ditandai dengan kondisi beban lampu yang menyala sesuai dengan sinyal input yang dimasukkan. Sistem yang telah yang dirancang dan dibuat memiliki tingkat presisi yang tinggi dengan nilai simpangan baku/*standar deviasi* yang didapatkan kurang dari 0,5 baik itu dalam hasil pengukuran arus maupun tegangan pada port R1 sampai R8.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dalam penelitian ini didapatkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik sesuai perancangan *hardware* dan *flowchart* yang telah dirancang. Hal tersebut ditandai dengan modul output dapat merespon secara baik sesuai dengan sinyal yang diberikan dari modul input. Dari pengujian modul input memiliki tingkat presisi yang tinggi. Dimana nilai standar deviasi yang dihasilkan rata – rata sebesar 0,046. Sedangkan untuk modul output memiliki nilai standar deviasi rata-rata 0,304 untuk pengukuran arus output dan 0,098 untuk pengukuran tegangan output.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Wisnuwardhana yang telah mendukung dan memfasilitasi penelitian ini. Sehingga, Penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Mo *et al.*, “A maturity model for the autonomy of manufacturing systems,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 126, no. 1–2, pp. 405–428, 2023, doi: 10.1007/s00170-023-10910-7.
- [2] F. Mo *et al.*, “PLC orchestration automation to enhance human–machine integration in adaptive manufacturing systems,” *J. Manuf. Syst.*, vol. 71, no. July, pp. 172–187, 2023, doi: 10.1016/j.jmsy.2023.07.015.
- [3] C. G. Sărăcin, I. Dragoș Deaconu, and A. I. Chirilă, “Educational Platform Dedicated to the Study of Programmable Logic Controllers and the Human-Machine Interface,” *2019 11th Int. Symp. Adv. Top. Electr. Eng. ATEE 2019*, pp. 9–12, 2019, doi: 10.1109/ATEE.2019.8725021.
- [4] V. M. Koshti and S. M. Joshi, “Design of Human Machine Interface for Plc Based Automation System,” *IFAC Proc. Vol.*, vol. 40, no. 18, pp. 343–346, 2007, doi: 10.3182/20070927-4-ro-3905.00057.
- [5] B. Gemilang, L. Nurpulaela, and Y. Saragih, “Implementasi Outseal PLC pada Automatic Duck Egg Washing Machine,” no. December 2020, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v6i2.3054.
- [6] M. F. Athallah, “Komparasi Outseal PLC Terhadap PLC di Bagian Pengemasan pada Industri,” Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, 2020.
- [7] Anonim, “Outseal PLC.” <https://www.outseal.com/index.html> (accessed Jan. 03, 2024).
- [8] K. Riyadi, P. Negeri, U. Pandang, A. Reverse, M. Induksi, and O. Studio, “OUTSEAL PLC PERFORMANCE ON INDUCTION MOTOR CONTROL,” vol. 20, no. 2, pp. 49–54, 2023.
- [9] D. Teknik, E. Fakultas, T. Universitas, and N. Padang, “VoteTEKNIKA,” vol. 10, no. 3, 2022.
- [10] A. Bakhtiar, “Panduan dasar outseal plc.” p. 91, 2019.
- [11] A. M. Nando and E. Fitriani, “Smart Home Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet Of Things Smart Home Using Outseal PLC and Based On Internet Of Things,” vol. 8, no. 1, pp. 22–31, 2023.
- [12] E. Darlington, “Uln2801a, uln2802a, uln2803a, uln2804a,” no. June, pp. 1–14, 2018.
- [13] C. Npn, “Low voltage complementary power Darlington transistors,” no. May, 2021.
- [14] A. S. Aziz, “PENGUKURAN KONSTANTA DIELEKTRIK UMBI PORANG MENGGUNAKAN METODE PLAT SEJAJAR As’ad Shidqy Aziz 3,” vol. 17, no. 1, pp. 23–32, 2017.
- [15] J. Devore, *Probability & Statistics for Engineering and Sciences*, Eight Edit. Boston USA: Brooks/Cole, 2010.