

## **Kontrol Sistem *Dosing Poly Aluminium Chloride* Menggunakan *Programmable Logic Controller* dan *Variable Speed Drive***

**Fadlioni, Edy Purwanto**

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jalan Cempaka Putih Tengah 27  
e-mail: fadlioni@ftumj.ac.id, 2016420055@ftumj.ac.id

### **ABSTRAK**

*Air sungai adalah sumber salah satu air bersih yang dapat di gunakan oleh masyarakat dalam kegiatan sehari-hari, air sungai yang sudah di cemari oleh limbah rumah tangga dapat berdampak buruk bagi Kesehatan masyarakat. Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 menjelaskan, tingkat kekeruhan air bersih yang bisa di gunakan yaitu 5 NTU ( Nephelometric Turbidity Unit ), tingkat kekeruhan air bersih yang bisa di gunakan yaitu 5 NTU maka kandungan yang melebihi nilai tersebut tidak bisa di gunakan dalam kegiatan sehari-hari. Untuk menjalankan sistem ini di perlukan beberapa device yang dapat membantu untuk sistim ini berjalan, antara lain menggunakan Turbidity meter, PLC, HMI, dan VSD. Sehingga proses yang di rencanakan dapat terealisasi, untuk PDAM yang menggunakan air sungai sebagai sumber air yang mereka perlukan untuk di salurkan ke masyarakat sistem ini sangat berguna, karena akan meminimalisir pekerjaan di proses selanjutnya yaitu Filtrasi dan Clorinisasi.*

**Kata Kunci : PLC, VSD, Frekuensi, Motor Pompa**

### **ABSTRACT**

*River water is source of clean water that can be used by the community in daily activities, river water that has been polluted by household waste can have negative impact on public health. Regulation of minister of health of the Republic of Indonesia number 492/MENKES/PER/IV/2010 explain, the level turbidity of clean water that can be used is 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit), the content that exceeds the value cannot be used in daily activities. To run this system, several device are needed that can help this system run, including using Turbidity Meter, PLC, HMI, and VSD. So that the planned process can be realized, for PDAMs that use river water as a source of water they need to distribute to the community, this system is useful because it will minimize work the next process, namely filtration and chlorinization.*

**Keywords : PLC, VSD, Frequency, Pump Motor**

## **1 PENDAHULUAN**

Air sungai merupakan salah satu sumber air bersih yang biasa digunakan oleh masyarakat dalam kegiatan sehari-hari. Air sungai yang sudah dicemari oleh air limbah dapat berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat [1].

Dosing PAC terhadap kadar kekeruhan air memang sudah di terapkan pada setiap PDAM yang menjadikan air sungai sebagai bahan baku yang akan di salurkan ke masyarakat. Sejauh ini, pihak PDAM masih melakukan dosing secara manual yaitu dengan cara setiap jam sekali mengambil sampel air di water intake lalu mereka membawa nya ke lab untuk kemudian di baca nilai NTU nya. Setelah nilai NTU nya sudah terbaca maka yang di lakukan adalah men dosing PAC secara manual dengan menjalankan pompa dosing PAC sesuai dengan kebutuhan atau NTU yang terbaca.

Sistem kontrol memegang peranan penting dalam pengendalian peralatan apa pun, baik peralatan pada industri atau non industri [2].

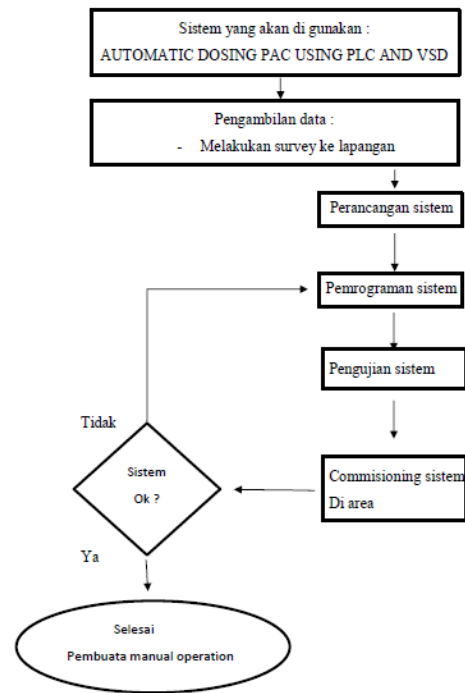
Dalam proses dosing PAC menggunakan motor pompa, koneksi pada motor ada DOL sedangkan untuk dosing tergantung dengan kebutuhan nya saja. Hal yang di lakukan untuk mengatur kecepatan motor pompa adalah dengan cara melakukan pengereman mekanik yaitu dengan cara menahan putaran dari motor dengan cara manual. Hal ini di sadari oleh pihak PDAM bahwa lambat laun dengan cara seperti ini akan membuat umur dari motor pompa tidak bertahan lama selain itu juga proses dari dosing juga tidak terlalu efektif karena untuk dosing PAC harus menunggu pembacaan sampel dari air yang di ambil, baru setelah itu di masukan berapa banya PAC yang harus di dosing. Dari segi efisiensi listrik pun mereka tetap harus menjalankan motor pompa dengan kecepatan maksimal yang tertera pada name plate

motor nya, sedangkan speed yang di butuh kan adalah sekitar 5 – 20 % saja dari kecepatan motor tersebut.

PDAM menyadari bahwa harus ada sistem baru yang membuat dosing PAC ini menjadi otomatis, supaya motor pompa nya bisa di atur kecepatannya tanpa harus melakukan pengereman manual seperti yang mereka lakukan sebelumnya. Dari masalah ini lah akhir nya mereka menggunakan kontrol dari PLC dan VSD, dimana mereka dapat melihat pembacaan nilai NTU secara *real time* dan proses selanjutnya akan berjalan sesuai dengan pembacaan NTU di *water intake*.

## 2 METODOLOGI

Untuk penambahan sistem yang dapat membantu mempercepat proses dosing PAC, sehingga operator PDAM tidak perlu lagi untuk mengambil sampel air karena sudah menggunakan sensor pembacaan kekeruhan air yaitu *turbidity meter* yang langsung terhubung ke PLC. Turbiditas sangatlah berpengaruh sebagai salah indikasi air layak atau tidaknya untuk dikonsumsi [3]. Teknik pengambilan data yang digunakan menggunakan teknik sampling dan observasi, observasi dilakukan dengan pengamatan langsung yaitu sumber mata air yang diambil langsung dari sungai. Lalu langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk menentukan berapa kecepatan pompa motor yang akan mentransferkan PAC. Kecepatan pengadukan No menentukan efisiensi penurunan parameter TSS, Turbidity, dan COD [4]. Upaya untuk pengaturan putaran motor ini dapat menggunakan peralatan tambahan yang disebut dengan Variable Speed Drive (VSD) [5]. Alat yang dapat mengatur frekuensi pada motor induksi dinamakan dengan variabel speed drive [6]. VSD adalah sebuah alat yang terdiri dari rectifier, filter, inverter dan kontroler untuk mengatur nilai output yang dihasilkan [7]. Dalam menentukan berapa kapasitas kecepatan pompa dapat dilakukan dengan menggunakan *trial and error*, jadi motor pompa akan dinyalakan menggunakan kecepatan maksimum yaitu 50 Hz lalu menggunakan *stopwatch* dan dilihat secara seksama lama waktu yang diperlukan oleh pompa untuk menghabiskan air yang ada dipenampungan sebanyak 100 liter.



Gambar 1. Diagram alur sistem.

Pembacaan sensor kekeruhan air dapat membaca nilai dari 0-700 NTU lalu akan mengirimkan data ke PLC berupa arus yaitu 4-20mA. Untuk sistem ini motor pompa tidak berputar dengan kecepatan penuh yaitu 50 Hz melainkan hanya sekitar 20% dari kecepatan pompa sehingga motor memerlukan *inverter* sebagai alat yang berfungsi untuk mengatur frekuensi yang dapat dikendalikan. PLC atau Programmable Logic Controller adalah sebuah perangkat pengendali dengan menggunakan prinsip logika [8]. PLC adalah komponen penting dari sistem kontrol industry [9]. PLC adalah pengontrol digital yang digunakan untuk otomatisasi proses elektromekanis industri tertentu [10]. PLC adalah komputer khusus yang terdiri dari tiga area fungsional: pemrosesan, memori, dan input/output [11]. PLC menggunakan memori yang bisa diprogram sebagai penyimpanan internal dari sekumpulan instruksi dengan mengimplementasikan fungsifungsi tertentu, seperti logika, sekuensial, pewaktuan, perhitungan, dan aritmetika, untuk mengendalikan berbagai jenis mesin ataupun proses melalui modul I/O digital dan analog [12]. Secara umum, PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama, yaitu central processing unit (cpu) dan sistem antarmuka input / output [13].

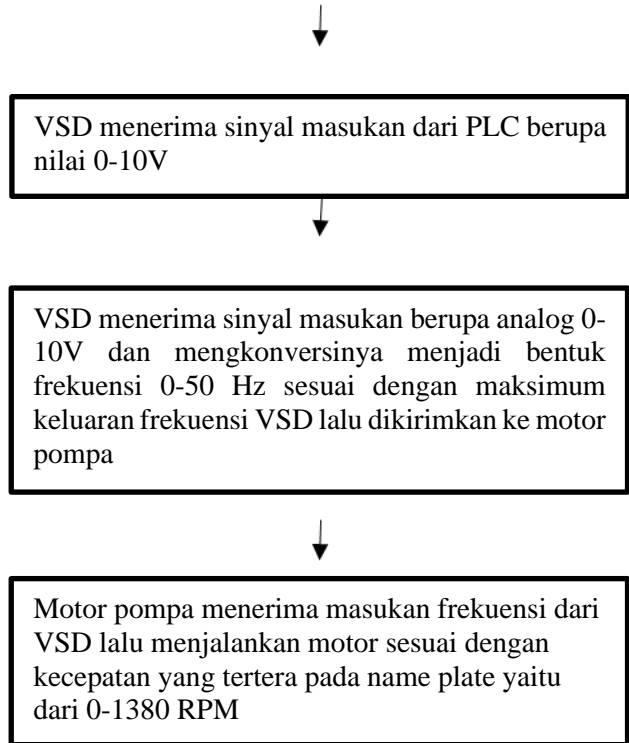
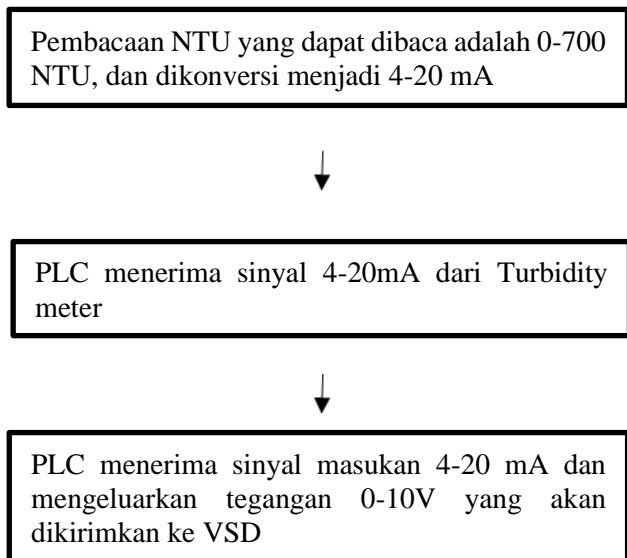
PLC akan memberikan sinyal tegangan kepada *inverter* berupa 0-10V yang berarti frekuensi motor dapat diatur yaitu dari 0-50 Hz. Selain itu perlu juga diketahui terminal pada *inverter* pada saat

pemasangan atau koneksi kabel yang sesuai dengan fungsinya.

Tabel 1. Terminal *inverter*.

Terminal.	Nama.	Fungsi.
3	AI 0+	Masukan sinyal analog input positif
4	AI 0-	Masukan sinyal analog input negatif
5	DI 0	Masukan sinyal digital input channel 0
6	DI 1	Masukan sinyal digital input channel 1
9	+24V OUT	Tegangan 24V DC keluar dari Control Unit
12	AO 0+	Keluaran sinyal analog output + dari Control Unit
13	GND	Keluaran sinyal analog output - dari Control Unit
19	DO 0 NO	Keluaran sinyal output relay
20	DO 0 COM	Sumber tegangan common relay
21	DO 1+	Keluaran sinyal digital output 1 positif
22	DO 1-	Keluaran sinyal digital output 1 negatif
28	GND	Sinyal negatif 24V DC
69	DI COM1	Sinyal negatif 24V DC

Koneksi kabel harus sesuai dengan nomer terminal sinyal masukan dan keluaran dapat sesuai dengan perintah yang diinginkan. Adapun tahapan sistem dari proses pembacaan *NTU* sampai proses jalannya motor pompa, dapat dilihat sebagai berikut :



### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menjalankan sistem ini dibutuhkan beberapa komponen elektronik yang saling terkoneksi dan disimpan didalam panel kontrol, sehingga tersusun rapi dan memudahkan operator jika suatu saat memerlukan perbaikan terhadap komponen elektronik yang ada di panel, dan tidak lupa juga untuk menyiapkan gambar *wiring* yang nantinya akan menjadi pedoman untuk pihak operator.

Tabel 2. Komponen dalam panel.

Nama.	Deskripsi.
-Q0	Circuit breaker size S00 for transformer protection A-release 10...16 A N-release 286 A
-Q1	Circuit breaker size S00 for motor protection, CLASS 10 A-release 1.8...2.5 A N-release 33 A
-Q2	Circuit breaker size S00 for motor protection, CLASS 10 A-release 1.8...2.5 A N-release 33 A
-INV1	SINAMICS G120C RATED POWER 0,75KW
-INV2	SINAMICS G120C RATED POWER 0,75KW
-SS1	SELECTOR SWITCH 230VAC 2AMP XB5 +OPTIONS
-KM1	Power contactor, AC-3 9 A, 4 kW / 400 V 1 NO, 230 V AC, 50 / 60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminal

-KM2	Power contactor, AC-3 9 A, 4 kW / 400 V 1 NO, 230 V AC, 50 / 60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminal
-R1	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-R2	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-Q4	Miniature circuit breaker 400 V 6kA, 2-pole, C, 2A Circuit breaker 400 V 6kA, 2-pole, C, 2A
-SIE1	SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, compact CPU, AC/DC/relay, onboard I/O: 14 DI 24 V DC; 10 DO relay 2 A
-SIE2	SIMATIC S7-1200, analog I/O SM 1234, 4 AI/2 AO, +/-10 V, 14-bit resolution or 0 (4)-20mA
-SIE3	SIMATIC HMI, KTP400 Basic, Basic Panel, Key/touch operation, 4" TFT display, 65536 colors
-Q5	Miniature circuit breaker 230/400 V 6kA, 1-pole, C, 6A Circuit breaker 230/400 V 6kA, 1-pole, C, 6A
-STK	Socket Outlet 220VAC Max. 6A
-FN1	Exhaust Fan 220VAC
-R3	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-R4	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-R5	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-R6	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket
-R7	Relay MY2N 24VDC 2NO/NC + Socket

Tabel 3. Data sinyal *digital*.

Digital Input	Deskripsi	Digital Output	Deskripsi
I0.0	Feed Back Run INV1	Q0.0	Command Run Inverter1
I0.1	Feed Back Run INV2	Q0.1	Command Run Inverter2
I0.2	Fault INV1	Q0.2	Reset Fault Inverter 1&2
I0.3	Fault INV2	Q0.3	Tower Lamp Alarm
		Q0.4	Tower Lamp Buzzer

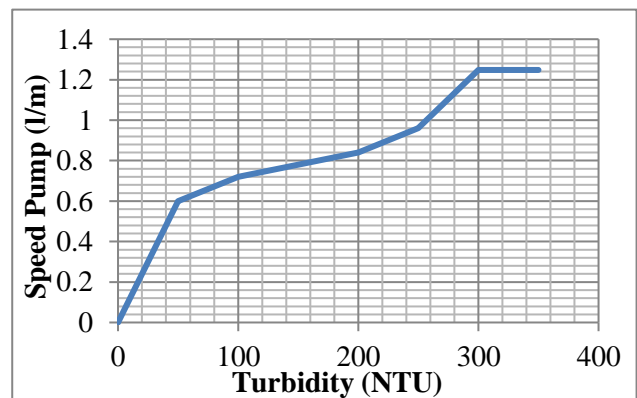
Tabel ini merupakan alamat sinyal *digital* yang telah tersimpan dalam *PLC*, sinyal ini berupa tegangan sebesar 24V dc. Ditabel ini juga menunjukkan nama alamat dan juga deskripsinya dan berupa sinyal masukan ke *PLC* dan juga sinyal yang dikeluarkan oleh *PLC* sebagai syarat untuk menjalankan sebuah sistem maka dibutuhkan sinyal masukan dan juga sinyal keluaran.

Tabel 4. Data sinyal *analog*.

Anal og Input	Deskripsi	Signal Type	Anal og Output	Deskripsi	Signal Type
IW68	Actual Speed motor 1	4-20mA	QW68	0-10V	Speed Setpoint motor 1
IW70	Actual Speed motor 2	4-20mA	QW70	0-10V	Speed Setpoint motor 2
IW72	Turbidity Sensor Intake	4-20mA			
IW74	Turbidity Sensor Outgoing	4-20mA			

Tabel 5. Perbandingan *NTU*

Step	Turbidity (NTU)	PPM	Speed (l/m)
1	0	0	0
2	50	25	0.6
3	100	30	0.72
4	200	35	0.84
5	250	40	0.96
6	300	52	1.248
7	350	52	1.248
8	350	52	1.248
9	350	52	1.248
10	350	52	1.248



Gambar 2. Grafik perubahan kecepatan pompa.

No	Data Motor	Nilai
1	Model	XS-71\B4AA1696
2	Motor rotation speed	1380 rpm
3	Motor frekuensi	50 Hz
4	Motor output power	0.37 KW
5	Motor voltage	400 V
6	Motor current	1.86 A

Gambar 3. Spesifikasi data motor.

Kapasitas motor pompa adalah 2.2 l/m untuk maksimum frekuensi yaitu 50 Hz, nilai ini didapat dari proses pengukuran waktu menggunakan stopwatch dengan metode berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengabiskan 100 liter air yang ada dalam bak penampungan, setelah itu didapatkan nilai 2.2 l/m.

Perhitungan nilai kecepatan sinkron menggunakan persamaan :

$$n_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

Perhitungan nilai slip menggunakan persamaan :

Untuk slip motor :

$$\% \text{ Slip} = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$\% \text{ Slip} = \frac{1500 - 1380}{1500} \times 100\%$$

$$\% \text{ Slip} = 8 \%$$

Dimana :

$n_s$  = Kecepatan sinkron

$n_r$  = Kecepatan putaran rotor

Perhitungan kecepatan rotor  $N_s$  pada kecepatan normal 50 (Hz) ;  $f = 50$  Hz , maka didapatkan nilai  $n_r$

$$n_r (50\text{Hz}) = 1500 \times (8\%)$$

$$n_r (50\text{Hz}) = 1380 \text{ rpm}$$

Nilai NTU yang terbaca oleh sensor adalah 50 NTU sehingga membuat motor berputar 0.6 l/m jika diubah menjadi frekuensi adalah 13.6 Hz. Perhitungan kecepatan rotor pada motor pompa menggunakan inverter.  $N_s$  pada kecepatan lambat 13.6 (Hz) ;  $f = 13.6$  Hz , maka didapatkan nilai  $n_r$

$$n_r (13.6\text{Hz}) = 408 \text{ rpm} \times (8\%)$$

$$n_r (13.6\text{Hz}) = 375.36 \text{ rpm}$$

Maka nilai putaran motor Ketika pembacaan sensor sebesar 50 NTU adalah 375.36 rpm.

#### 4 KESIMPULAN

Sensor Turbidity Meter membaca 0-700 NTU dan dikonversikan menjadi 4-20mA untuk dikirimkan ke PLC, jadi semakin tinggi pembacaan NTU maka semakin keruh air tersebut. Kadar kekeruhan air yang terbaca oleh sensor adalah 50 NTU sehingga motor

mengeluarkan 0.6 l/m jika diubah menjadi frekuensi adalah 13.6 Hz yang akan membuat motor berputar dengan kecepatan 375.36 RPM. Hal yang bisa membuat air menjadi semakin keruh adalah ketika hujan datang, sehingga lumpur yang mengendap di bagian bawah sungai menjadi terurai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. O. Putri and H. Harmadi, "Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Fotodiode Array Berbasis Mikrokontroler ATmega328," *J. Fis. Unand*, vol. 7, no. 1, pp. 27–32, 2018.
- [2] S. Sadi, "Implementasi Human Machine Interface pada Mesin Heel Lasting Chin Ei Berbasis Programmable Logic Controller (Implementation of Human Machine Interface on Chin Ei's Heel Lasting Machine Based on Programmable Logic Controller)," *J. Tek.*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [3] G. Wiranto and T. Rahajoeningroem, "Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Metode Nephelometri Berbasis Raspberry PI 3," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali Dan Elektron. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 23–29, 2020.
- [4] M. N. Ainurrofiq, "STUDI PENURUNAN TSS, TURBIDITY DAN COD DENGAN MENGGUNAKAN KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG KEONG SAWAH (Pila Ampullacea) SEBAGAI NANO BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. PHAPROS, TBK SEMARANG," other, Universitas Diponegoro, 2016. Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/51739/>
- [5] E. P. Wibowo, E. Zondra, and U. Situmeang, "Studi Penggunaan Variable Speed Drive Untuk Pengaturan Kecepatan Motor Exhaust Fan Pada Dyno Test Room PT. Trakindo Utama Pekanbaru," *J. Tek.*, vol. 12, no. 2, pp. 85–96, 2018.
- [6] Y. Pranata, T. Arfianto, and N. Taryana, "Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Inverter 3 Fasa," *TELKA-J. Telekomun. Elektron. Komputasi Dan Kontrol*, vol. 4, no. 2, pp. 91–102, 2018.
- [7] F. Fauzan, T. Hasannudin, S. M. Hafidh, and T. Taufik, "Studi Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa 4 KW Menggunakan Perangkat Kecepatan Variabel di PT. Pembangkit Jawa Bali PLTMG Arun," in

*Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri  
Lhokseumawe*, 2019, p. 207.

- [8] A. P. Dasril and R. Risfendra, "Perancangan Human Machine Interface untuk Sistem Otomasi Storage Berbasis PLC," *JTEV J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [9] V. M. Vaidyan and A. Tyagi, "Towards Quantum Artificial Intelligence Electromagnetic Prediction Models for Ladder Logic Bombs and Faults in Programmable Logic Controllers," in *2022 International Conference on Electronic Systems and Intelligent Computing (ICESIC)*, IEEE, 2022, pp. 1–6.
- [10] M. Kowsalya, A. Elakya, and R. Pradeep, "Solar Operated PLC Based Automated Irrigation System With Fault Preventer," in *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, IEEE, 2021, pp. 1549–1551.
- [11] R. Santhoshkumar, S. Suresh, B. Sridhar, B. Marisekar, and P. Deepa, "Proposal and Execution of PLC based Controller for AC Coaches in Indian Railway," in *2022 International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)*, IEEE, 2022, pp. 1248–1256.
- [12] D. Yuhendri, "Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis," *JET J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 121–127, 2018.
- [13] N. Evalina, A. Azis, and Z. Zulfikar, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller," *JET J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 73–80, 2018.