



RANGKAIAN PLC DAN SCADA MEMBALIK PUTARAN MOTOR 3 FASA

Intan Kumala Sari^{*1}, Djoko Anwar², Nur Effendy³, Adriene Raharjo⁴, Fitria Tri⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Elektro, Universitas Batam, Kota Batam, Indonesia

*Korespondensi penulis: IntanKumalaSari@univbatam.ac.id

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 8 Juli 2026

Direvisi, 30 Juli 2026

Disetujui, 24 Agustus 2026

Kata Kunci:

Motor 3 Fasa, PLC, SCADA

Keywords:

PLC, SCADA, Three-phase motor

ABSTRACT

Three-phase induction motors are widely used in the industrial world due to their simple construction, high efficiency, and relatively easy maintenance. In certain applications, three-phase motors must be able to rotate in two directions, namely clockwise (forward) and counterclockwise (reverse). This study aims to design and analyze a three-phase motor rotation direction reversal system based on a Programmable Logic Controller (PLC) that is monitored and controlled using Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). This system utilizes forward and reverse contactors controlled by a PLC, as well as a SCADA interface for real-time operation and monitoring. The design results show that the system can work well, safely, and efficiently in reversing the rotation direction of a three-phase motor.

ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan dalam dunia industri karena konstruksinya yang sederhana, efisiensi tinggi, dan perawatan yang relatif mudah. Dalam aplikasi tertentu, motor tiga fasa harus dapat berputar dua arah, yaitu searah jarum jam (forward) dan berlawanan arah jarum jam (reverse). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pembalik putaran motor tiga fasa berbasis Programmable Logic Controller (PLC) yang dimonitor dan dikendalikan menggunakan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Sistem ini memanfaatkan kontaktor maju dan mundur yang dikendalikan oleh PLC, serta antarmuka SCADA untuk pengoperasian dan pemantauan secara real-time. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik, aman, dan efisien dalam membalik arah putaran motor tiga fasa.

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

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Motor listrik tiga fasa merupakan penggerak utama yang paling banyak digunakan dalam dunia industri karena memiliki efisiensi tinggi, konstruksi sederhana, serta mampu bekerja pada beban besar. Dalam banyak aplikasi industri seperti conveyor, hoist, elevator, mesin produksi, dan sistem otomasi, motor tidak hanya dituntut untuk berputar satu arah, tetapi juga harus mampu membalik arah putaran (forward–reverse) sesuai kebutuhan proses.

Pada sistem konvensional, pembalikan putaran motor masih banyak dilakukan menggunakan rangkaian kontaktor manual. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain kurang fleksibel, tingkat keselamatan yang rendah, serta sulit untuk dimonitor dan dikendalikan dari jarak jauh. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang lebih aman, andal, dan terintegrasi.

Pada sistem konvensional, pembalikan putaran motor masih banyak dilakukan menggunakan rangkaian kontaktor manual. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain kurang fleksibel, tingkat keselamatan yang rendah, serta sulit untuk dimonitor dan dikendalikan dari jarak jauh. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang lebih aman, andal, dan terintegrasi.

Dengan mengombinasikan PLC dan SCADA, sistem pembalik putaran motor 3 fasa dapat dikendalikan secara otomatis, aman, dan mudah dioperasikan, sekaligus meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan rekayasa sistem (engineering approach). Metode ini dilakukan dengan merancang, membangun, memprogram, dan menguji sistem pembalik putaran motor 3 fasa berbasis PLC sebagai pengendali utama dan SCADA sebagai sistem monitoring dan kontrol.

Studi Literatur

Motor induksi tiga fasa merupakan penggerak yang paling banyak digunakan dalam sistem industri karena memiliki efisiensi tinggi, konstruksi sederhana, dan keandalan operasional yang baik. Arah putaran motor tiga fasa ditentukan oleh urutan fasa sumber tegangan, sehingga pembalikan arah putaran dapat dilakukan dengan menukar dua dari tiga fasa.

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat pengendali yang banyak digunakan dalam otomasi industri karena mampu bekerja secara andal, fleksibel, dan mudah diprogram. PLC digunakan untuk mengatur logika pengendalian motor, termasuk fungsi start-stop, pembalikan arah putaran, interlock, serta proteksi terhadap gangguan.

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) adalah sistem yang digunakan untuk melakukan pengawasan dan pengendalian proses industri secara terpusat dan real-time. SCADA berfungsi sebagai antarmuka antara operator dan sistem kendali, sehingga memudahkan monitoring kondisi motor, pemberian perintah, serta penanganan gangguan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PLC dan SCADA pada sistem pembalik putaran motor 3 fasa mampu meningkatkan keselamatan kerja, keandalan sistem, serta efisiensi operasional dibandingkan dengan sistem kendali konvensional.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem pembalik putaran motor 3 fasa dilakukan dengan mengintegrasikan PLC sebagai pengendali utama dan SCADA sebagai sistem monitoring dan kontrol. Sistem terdiri dari rangkaian daya, rangkaian kontrol, serta antarmuka SCADA.

Rangkaian daya dirancang menggunakan dua kontaktor, yaitu kontaktor forward dan reverse. Pembalikan arah putaran motor dilakukan dengan menukar dua fasa pada kontaktor reverse. Thermal overload relay dipasang sebagai pengaman untuk melindungi motor dari arus lebih. Rangkaian kontrol menggunakan PLC yang menerima input dari push button dan perintah SCADA. PLC menjalankan logika start-stop, interlock forward-reverse, self-holding, dan proteksi overload, sehingga motor tidak dapat berputar dua arah secara bersamaan.

Representasi Ladder Logic (Logika Tangga) yang umum untuk memprogram PLC seperti Siemens S7-1200 yang Anda gunakan. Ini menunjukkan bagaimana input (tombol tekan) mengaktifkan output (kontaktor K1 dan K2) dengan penguncian keamanan (interlocking).

Tabel 1. Logika kontrol PLC

INPUT/OUTPUT	ADDR	LOGIKA	DESKRIPSI
PB_START_FWD	10.0 (DIa.0)	XIC (Normal Terbuka)	Tombol Tekan start Forward
PB_STOP	10.2 (DIa.2)	XIC (Normal Tertutup)	Tombol Tekan Stop
CR1 (Internal COIL)	B3:0/0	DTE (Keluaran Koil)	Koil Relay Kontrol internal
K2_Interlock	Q0.1 (DQa.1)	XIC (Normal Tertutup)	Kontak NC untuk penguncian listrik
K1_COIL	Q0.0 (DQa.0)	QTE (Keluaran Koil)	

SCADA dirancang sebagai antarmuka operator untuk memberikan perintah dan memantau kondisi motor secara real-time, termasuk status arah putaran dan alarm gangguan. Integrasi PLC dan SCADA menghasilkan sistem pembalik putaran motor 3 fasa yang aman, andal, dan mudah dioperasikan.

Implementasi Sistem

Implementasi sistem pembalik putaran motor 3 fasa dilakukan dengan mengintegrasikan PLC sebagai pengendali utama dan SCADA sebagai sistem monitoring dan kontrol. Rangkaian daya menggunakan dua kontaktor, yaitu kontaktor forward dan reverse, dengan susunan fasa yang berbeda untuk menghasilkan arah putaran yang berlawanan. Thermal overload relay dipasang sebagai pengaman motor dari arus lebih.

Rangkaian kontrol dirancang menggunakan PLC dengan logika start-stop, interlock forward-reverse, dan self-holding untuk memastikan motor hanya beroperasi pada satu arah dalam satu waktu. Program PLC juga dilengkapi proteksi overload sehingga motor akan berhenti secara otomatis saat terjadi gangguan.

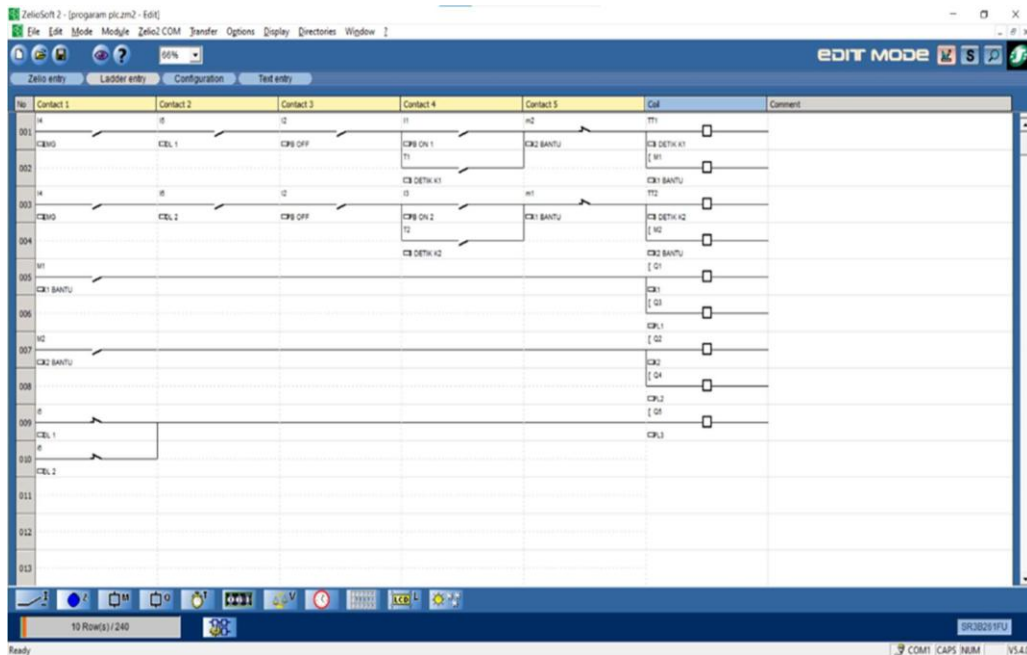
Sistem SCADA dihubungkan dengan PLC melalui komunikasi industri dan digunakan untuk memberikan perintah start/stop serta memantau status motor secara real-time. Melalui implementasi ini, sistem mampu membalik putaran motor 3 fasa secara aman, efisien, dan mudah dioperasikan.

Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian sistem PLC dan SCADA membalik putaran motor 3 fasa dilakukan untuk memastikan bahwa rangkaian bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian diawali dengan pemeriksaan rangkaian daya dan rangkaian kontrol untuk memastikan seluruh komponen terpasang dengan benar dan aman.

Pengujian dilakukan dengan menjalankan motor pada arah forward dan reverse melalui perintah dari push button dan SCADA. Data yang diambil meliputi kondisi arah putaran motor, status kontaktor, respons PLC terhadap perintah, serta tampilan status dan alarm pada SCADA. Selain itu, dilakukan pengujian sistem interlock dengan memberikan perintah arah berlawanan saat motor masih berjalan.

Pengujian proteksi overload dilakukan dengan mensimulasikan kondisi beban lebih untuk memastikan motor berhenti secara otomatis dan sistem menampilkan alarm. Seluruh data hasil pengujian dicatat dan dianalisis untuk menilai keandalan, keamanan, dan kinerja sistem secara keseluruhan.



dan mengirimkan sinyal ke PLC. PLC kemudian mematikan output kontaktor sehingga motor berhenti secara otomatis. Kondisi gangguan tersebut juga ditampilkan pada SCADA dalam bentuk indikator alarm, sehingga operator dapat segera mengetahui adanya masalah.

Dari sisi sistem SCADA, analisis data menunjukkan bahwa komunikasi antara PLC dan SCADA berjalan stabil. Setiap perubahan status motor, baik forward, reverse, stop, maupun kondisi gangguan, dapat ditampilkan secara real-time. Perintah yang diberikan melalui SCADA dapat diterima dan dieksekusi oleh PLC dengan respon yang cepat. Secara keseluruhan, hasil analisis data menunjukkan bahwa sistem PLC dan SCADA yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan perancangan, memiliki tingkat keandalan yang baik, serta memenuhi aspek keselamatan dan kemudahan pengoperasian pada sistem pembalik putaran motor 3 fasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan perancangan, perakitan, dan pengujian sistem PLC dan SCADA untuk membalik putaran motor 3 fasa, diperoleh hasil penelitian sebagai berikut.

a. Hasil Implementasi Sistem

Sistem pembalik putaran motor 3 fasa berhasil direalisasikan menggunakan PLC sebagai pengendali utama dan SCADA sebagai sistem monitoring dan kontrol. Rangkaian daya menggunakan dua kontaktor, yaitu kontaktor forward dan reverse, yang dilengkapi dengan thermal overload relay sebagai pengaman motor. Sistem kontrol PLC mampu mengatur proses start, stop, dan pembalikan arah putaran motor secara otomatis.

b. Hasil Pengujian Putaran Motor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor dapat berputar ke arah forward dan reverse sesuai perintah yang diberikan melalui push button maupun SCADA. Pembalikan arah hanya dapat dilakukan setelah motor berhenti, sehingga tidak menimbulkan gangguan pada motor maupun rangkaian.

c. Hasil Pengujian Interlock

Interlock mekanik dan elektrik bekerja dengan baik. Ketika salah satu kontaktor aktif, kontaktor lainnya tidak dapat diaktifkan. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu mencegah terjadinya hubung singkat antar fasa akibat aktivasi kontaktor secara bersamaan.

d. Hasil Pengujian Proteksi

Pada saat terjadi kondisi overload, thermal overload relay akan trip dan sinyal gangguan terbaca oleh PLC. PLC kemudian mematikan seluruh output sehingga motor berhenti secara aman. Kondisi gangguan tersebut juga ditampilkan pada SCADA sebagai alarm.

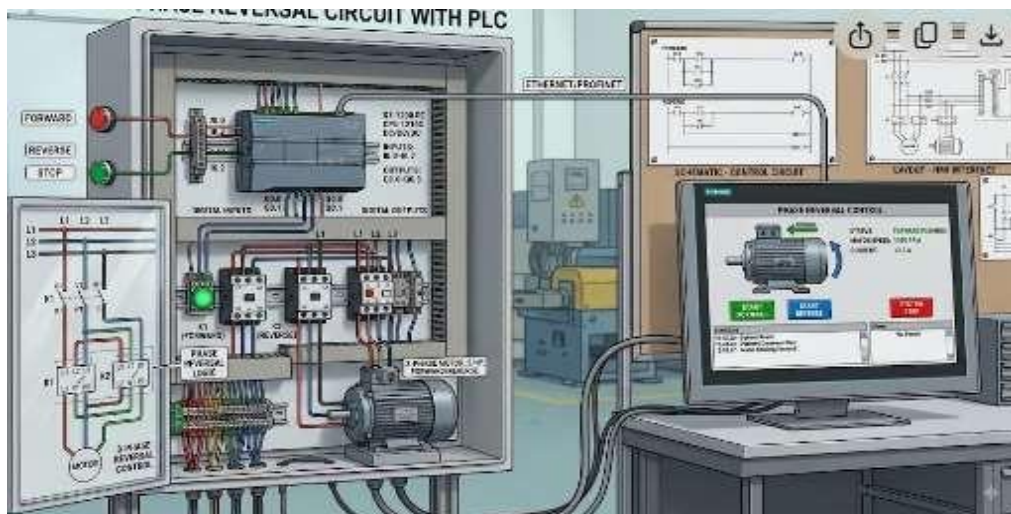
e. Hasil Pengujian Sistem SCADA

SCADA mampu menampilkan status motor secara real-time, meliputi kondisi forward, reverse, dan stop. Selain itu, SCADA dapat memberikan perintah start dan stop motor dengan respons yang cepat dan stabil. Fitur alarm pada SCADA memudahkan operator dalam mendeteksi gangguan sistem.

f. Ringkasan Hasil Penelitian

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Sistem PLC dan SCADA mampu membalik putaran motor 3 fasa dengan baik.
2. Sistem interlock dan proteksi bekerja efektif.
3. SCADA meningkatkan kemudahan monitoring dan pengendalian.
4. Sistem lebih aman dan andal dibandingkan rangkaian konvensional



Gambar 3. Rangkaian Lengkap PLC dan SCADA

Pembahasan

Sistem pembalik putaran motor 3 fasa berbasis PLC dan SCADA dirancang untuk meningkatkan keamanan, keandalan, dan kemudahan pengendalian motor dibandingkan dengan sistem konvensional. PLC berperan sebagai pengendali utama yang memproses perintah dari push button maupun SCADA, sedangkan SCADA berfungsi sebagai antarmuka monitoring dan pengendalian secara real-time.

Pembalikan arah putaran motor dilakukan dengan mengatur aktivasi dua kontaktor, yaitu kontaktor forward dan kontaktor reverse. Pada kondisi forward, motor menerima urutan fasa normal, sedangkan pada kondisi reverse, dua dari tiga fasa ditukar sehingga arah medan magnet berubah dan motor berputar berlawanan arah. Proses ini dikendalikan sepenuhnya oleh PLC berdasarkan logika program yang telah dibuat.

Keamanan sistem menjadi fokus utama dalam perancangan. Interlock mekanik dan elektrik diterapkan untuk mencegah kedua kontaktor aktif secara bersamaan, yang dapat menyebabkan hubung singkat antar fasa. Selain itu, PLC juga menerapkan interlock logika sehingga perintah pembalikan arah hanya dapat dijalankan setelah motor berhenti. Thermal overload relay digunakan sebagai proteksi terhadap beban lebih, dan ketika terjadi gangguan, PLC akan menghentikan motor serta mengirimkan sinyal alarm ke SCADA.

Integrasi SCADA memberikan kemudahan bagi operator dalam melakukan pengawasan dan pengendalian. Melalui tampilan SCADA, operator dapat mengetahui status motor (forward, reverse, atau stop), kondisi proteksi, serta menerima informasi gangguan secara langsung. Hal ini meningkatkan efektivitas operasional, terutama pada sistem industri yang membutuhkan kontrol jarak jauh dan pemantauan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, sistem PLC dan SCADA yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini lebih aman, fleksibel, dan mudah dikembangkan dibandingkan rangkaian konvensional, sehingga layak diterapkan pada berbagai aplikasi industri yang memerlukan pembalikan arah putaran motor 3 fasa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Programmable Logic Controller (PLC) dan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) pada rangkaian pembalik putaran motor 3 fasa mampu meningkatkan keandalan, keselamatan, dan efisiensi sistem kendali motor. PLC berperan sebagai pengendali utama yang mengatur logika pengoperasian motor, mulai dari fungsi start dan stop, pengaturan arah putaran forward dan reverse, hingga penerapan sistem interlock dan proteksi overload.

Rangkaian daya yang dirancang dengan dua kontaktor, yaitu kontaktor forward dan kontaktor reverse, telah bekerja sesuai dengan prinsip pembalikan urutan fasa pada motor induksi tiga fasa. Penggunaan interlock mekanik dan elektrik terbukti efektif dalam mencegah aktivasi kontaktor secara bersamaan, sehingga risiko terjadinya hubung singkat antar fasa dapat dihindari. Selain itu, proteksi thermal overload relay mampu melindungi motor dari kondisi arus lebih, yang berpotensi merusak motor apabila tidak segera ditangani.

Dari sisi pemrograman, program PLC yang dirancang menggunakan ladder diagram telah berhasil menjalankan logika forward–reverse secara aman dan sistematis. Motor hanya dapat beroperasi pada satu arah dalam satu waktu, serta diwajibkan berhenti terlebih dahulu sebelum terjadi perubahan arah putaran. Hal ini menunjukkan bahwa logika pengendalian yang diterapkan telah sesuai dengan standar keselamatan sistem industri.

Integrasi sistem SCADA memberikan nilai tambah yang signifikan terhadap sistem kendali motor. SCADA memungkinkan operator untuk melakukan monitoring kondisi motor secara real-time, seperti status motor berhenti, berputar forward, atau berputar reverse, serta mendeteksi adanya gangguan atau kondisi abnormal. Selain itu, SCADA juga berfungsi sebagai media pengendalian jarak jauh yang memudahkan operator dalam memberikan perintah tanpa harus berinteraksi langsung dengan panel kontrol.

Secara keseluruhan, sistem PLC dan SCADA yang dirancang telah terbukti lebih unggul dibandingkan sistem kendali konvensional, baik dari segi keselamatan, fleksibilitas, maupun kemudahan pengoperasian. Sistem ini sangat layak diterapkan pada berbagai aplikasi industri yang membutuhkan pengendalian motor dua arah, serta dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur seperti pengaturan kecepatan menggunakan inverter (VFD), pencatatan data historis, dan integrasi dengan sistem otomasi yang lebih kompleks.

REFERENSI

- [1] Bailey, D., & Wright, E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. Oxford: Newnes. Referensi utama dalam memahami konsep SCADA, arsitektur sistem, serta penerapan SCADA pada monitoring dan pengendalian proses industri
- [2] Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers*. Oxford: Elsevier. konsep dasar hingga lanjutan PLC, termasuk pemrograman ladder diagram, sistem interlock, serta penerapan PLC pada pengendalian motor industri.
- [3] Boyer, S. A. (2010). *SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition*. ISA. Buku ini menjelaskan prinsip dasar SCADA, komunikasi industri, serta integrasi SCADA dengan PLC
- [4] Hadi, G. T., & Saputra, A. (2023). Penggunaan Motor Wiper Untuk Mesin Pengangkut Sampah Selokan. *Jurnal Media Elektrik*, 20(3), 37-44.

- [5] Hadiyanto, G. T., Saptarika, R., Anwar, N. E., & Raharjo, A. K. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Kandang Anak Ayam Berbasis Arduino Uno Melalui Bluetooth. *Zona Elektro: Program Studi Teknik Elektro (S1) Universitas Batam*, 15(1)
- [6] Hughes, A., & Drury, B. (2019). *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications*. Oxford: Elsevier. Referensi ini membahas karakteristik motor listrik dan metode pembalikan putaran motor tiga fasa.
- [7] IEC 61131-3. (2013). *Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages*. Standar internasional yang menjadi acuan dalam pemrograman PLC, termasuk ladder diagram yang digunakan dalam sistem forward–reverse motor.
- [8] IEEE Standards Association. (2014). *IEEE Guide for Industrial Motor Control*. Standar ini menjadi acuan dalam perancangan sistem kontrol motor yang aman dan andal J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, “A stochastic model of TCP Renocongestion avoidance and control,” Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
- [9] Morib, Y., Hadi, G. T., Nanra, S., & Salim, K. (2025). RANCANGAN SISTEM KONTROL DIMMER PENCAHAYAAN LAMPU LED UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI. *Zona Elektro: Program Studi Teknik Elektro (S1) Universitas Batam*, 15(1).
- [10] Nise, N. S. (2019). *Control Systems Engineering*. Hoboken: John Wiley & Sons. Buku ini memberikan dasar teori sistem kendali yang mendukung perancangan sistem kontrol motor berbasis PLC.
- [11] Omron Corporation. (2019). *PLC Programming Manual*. Dokumen teknis yang membahas konsep pemrograman PLC dan contoh penerapannya pada sistem kontrol motor..
- [12] Petruzella, F. D. (2018). *Industrial Electronics*. New York: McGraw-Hill Education. prinsip kerja motor listrik, rangkaian kontrol motor, serta integrasi sistem kendali elektronik di lingkungan industri.
- [13] Rashid, M. H. (2017). *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. Pearson Education. Buku ini memberikan pemahaman tentang komponen daya dan proteksi yang digunakan dalam sistem kontrol motor industri
- [14] Siemens AG. (2020). *SIMATIC S7-1200 Programmable Controller System Manual*. teknis yang menjelaskan konfigurasi PLC, pemrograman I/O, serta aplikasi PLC pada pengendalian motor listrik.
- [15] Susanto, A., & Pratama, D. (2021). “Perancangan Sistem Kendali Motor Tiga Fasa Berbasis PLC,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 2
- [16] Wijaya, T. (2019). “Sistem Interlock pada Pengendalian Motor Listrik Menggunakan PLC,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*. Referensi ini menekankan pentingnya sistem interlock dalam pengendalian motor untuk meningkatkan keselamatan.