

# **Rancang Bangun Trainer Kit Praktikum Pengendalian Putaran Motor Tiga Fasa Dengan VFD Berbasis PLC Outseal dan HMI Dengan Implementasi Sepuluh Tombol**

**Djefry P. Hosang<sup>1</sup>, Moody N. Tumembow<sup>2</sup>, Van Gey Jacob Darosa<sup>3</sup>,**  
<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252,  
Indonesia  
Email: <sup>1</sup> djefryhosang69@gmail.com  
No. Hp: <sup>1</sup> 081241052988

## ***Abstrak***

*Penelitian ini ditujukan untuk merancang serta membangun sebuah kit pelatihan praktikum yang dapat digunakan untuk mengontrol rotasi motor induksi tiga fase dengan Variable Frequency Drive (VFD) yang dioperasikan melalui PLC Outseal dan Human Machine Interface (HMI). Kit pelatihan ini memiliki antarmuka dengan sepuluh tombol yang berfungsi sebagai media kontrol utama, sehingga pengguna dapat dengan mudah memilih mode dan kecepatan rotasi motor sesuai dengan kebutuhan pembelajaran mereka. Tahapan perancangan dimulai dengan pemilihan komponen, yaitu PLC Outseal, HMI Haiwell, VFD Delta VFD-EL, dan motor AC tiga fase tipe YME-IHP. Selanjutnya, perancangan program dilakukan menggunakan perangkat lunak Outseal Studio dan Haiwell SCADA. Program tersebut dihasilkan dalam bentuk diagram ladder, yang mengatur proses kerja sistem dari menghidupkan motor, memilih arah putaran (maju/mundur), hingga pengaturan kecepatan melalui sepuluh level frekuensi yang berbeda. Pengujian menunjukkan bahwa sistem pelatihan ini berfungsi dengan baik; setiap tombol merespons seperti yang telah diprogram, dan sistem kontrol beroperasi secara terintegrasi. Oleh karena itu, alat ini sangat sesuai digunakan sebagai media pengajaran untuk memahami prinsip dasar pengendalian motor menggunakan PLC dan HMI dalam laboratorium teknik.*

*Kata Kunci – Kit, Pelatihan, Motor induksi, tiga fase, VFD, PLC Outseal, HMI, Diagram, Ladder.*

## ***Design and Construction of a Three-Phase Motor Speed Control Practical Trainer Kit with PLC-Based VFD Outseal and HMI with Ten Button Implementation***

## ***Abstract***

*This research aims to design and develop a practical trainer kit that can be used to control the rotation of a three-phase induction motor using a Variable Frequency Drive (VFD) operated through an Outseal PLC and a Human Machine Interface (HMI). The trainer kit features a ten-button interface serving as the main control medium, allowing users to easily select the motor's rotation mode and speed according to their learning needs. The design process begins with the selection of components, including the Outseal PLC, Haiwell HMI, Delta VFD-EL, and a YME-IHP three-phase AC motor. Program development is then*

*carried out using Outseal Studio and Haiwell SCADA software. The program is created in the form of a ladder diagram, which controls the system's operation—from turning the motor on, selecting the direction of rotation (forward/reverse), to adjusting the speed through ten different frequency levels. Testing results indicate that the trainer system functions properly; each button responds as programmed, and the control system operates in an integrated manner. Therefore, this tool is highly suitable as an educational medium for understanding the basic principles of motor control using PLC and HMI in a technical laboratory setting.*

*Keywords – Trainer kit, Three-phase induction motor, VFD, Outseal PLC, HMI, Ladder diagram.*

## PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan di industri manufaktur dan otomasi industri karena memiliki keandalan yang tinggi, efisiensi yang baik, serta perawatan yang relatif muda dibandingkan dengan jenis motor lainnya. Dalam bidang teknik mesin, motor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem penggerak pada mesin perkakas, conveyor, pompa, kompresor, serta sistem produksi berbasis otomasi.

Dalam berbagai aplikasi industri, pengendalian kecepatan motor induksi menjadi aspek yang sangat penting. Kecepatan putaran motor yang tidak dapat dikendalikan dengan baik dapat mengurangi efisiensi operasional dan berdampak pada hasil produksi. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang memungkinkan motor beroperasi sesuai dengan kebutuhan spesifik, seperti penyesuaian kecepatan pada mesin bubut otomatis, pengaturan aliran fluida dalam sistem pompa, atau pengendalian pergerakan conveyor dalam lini produksi.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam pengendalian kecepatan motor adalah dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC merupakan perangkat kendali yang dirancang untuk mengotomatisasi sistem mekanik dan elektrik dalam industri. Dengan pemrograman yang tepat, PLC mampu mengendalikan kecepatan motor dengan tingkat presisi tinggi serta memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator guna meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem.

Selain PLC, *Human Machine Interface* (HMI) juga digunakan untuk pengoperasian sistem kendali motor dalam industri. HMI memungkinkan operator untuk memantau dan mengontrol mesin dengan tampilan yang lebih interaktif dan mudah di pahami. Dengan adanya HMI, operator dapat mengatur kecepatan motor, melihat kondisi operasi secara *Real-Time*, serta melakukan diagnosis jika terjadi kesalahan atau gangguan pada sistem.

Dalam dunia pendidikan teknik mesin, pemahaman mengenai sistem kendali motor berbasis PLC dan HMI masih menjadi tantangan bagi mahasiswa atau teknisi pemula. Kurangnya peranagakat pembelajaran yang interaktif dan aplikatif sering sekali menjadi kendala dalam proses pembelajaran. Oleh karna itu, diperlukan sebuah *Trainer Praktikum* yang dapat memberikan pengalaman langsung pada mahasiswa dalam memahami prinsip kerja dan implementasi sistem kendali motor berbasis PLC dan HMI.

*Trainer Praktikum* yang dirancang dalam penelitian ini akan menggunakan 10 tombol sebagai antarmuka sederhana untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa. Penggunaan 10 tombol ini bertujuan untuk menyederhanakan pengoperasian sehingga mahasiswa dapat lebih fokus pada konsep dasar pengendalian kecepatan motor sebelum melangkah kesistem yang lebih kompleks. Dengan adanya trainer ini, mahasiswa dapat memahami prinsip dasar pengendalian motor, memahami integrasi dalam sistem mekanik dan elektronik dalam otomasi industri serta meningkatkan keterampilan dalam pemograman PLC dan HMI. Selain itu trainer ini juga diharapkan menjadi solusi bagi institusi pendidikan teknik mesin dalam menyediakan perangkat pembelajaran yang lebih aplikatif dan sesuai dengan tujuan industri.

Rumusan masalah adalah: bagaimana merancang trainer praktikum untuk pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis PLC *Outseal* dan HMI dan bagaimana cara menginterasikan sistem kontrol berbasis PLC *Outseal* dan HMI dengan antar muka 10 tombol agar mudah digunakan dalam proses pembelajaran.

Tujuan dari perancangan ini adalah: merancang trainer praktikum untuk pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis PLC *Outseal* dan HMI; mengimplementasikan sistem kendali sederhana dengan 10 tombol sebagai antarmuka utama untuk memudahkan pengoprasian; dan menambah trainer praktikum pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa berbasis PLC *Outseal* dan HMI pada lab mekatronika.

### ***Penelitian Terdahulu***

Penelitian terdahulu tentang pengendali kecepatan putaran motor induksi 3 fasa telah membantu mengembangkan sistem kontrol yang baik.

1. Sistem ini menggunakan *Variable Speed Drive* (VSD) dan dioperasikan oleh OUSEAL PLC. Perancangan sistem *Human Machine Interface* (HMI) atau sistem pengawasan dilakukan melalui *software* LabVIEW dengan komunikasi serial RS-485 dan protokol modbus RTU. Untuk mengatur kecepatan putaran motor, antarmuka Lab VIEW mengubah nilai frekuensi yang masuk pada motor.
2. Ketika frekuensi dinaikkan dari 6 hingga 50 Hz, nilai kecepatan putar yang dibaca oleh tachometer dan sensor inframerah meningkat. Ini karena tegangan yang dihasilkan oleh VFD tidak mencapai nilai maksimal, sehingga nilai yang dibaca oleh sensor tidak sesuai dengan persamaan kecepatan putar.
3. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat prototipe sistem kendali dan monitoring kecepatan motor induksi yang bergantung pada pengontrol logika programable yang dilengkapi dengan layar sentuh. Pemilihan komponen dan desain diagram kelistrikan adalah bagian dari desain perangkat keras, sedangkan desain perangkat lunak mencakup pembuatan diagram tangga sebagai program untuk mengontrol variabel kecepatan penggerak, yang dapat mengubah frekuensi motor dan kemudian mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa. Serangkaian pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa hardware dan software berfungsi dengan benar.

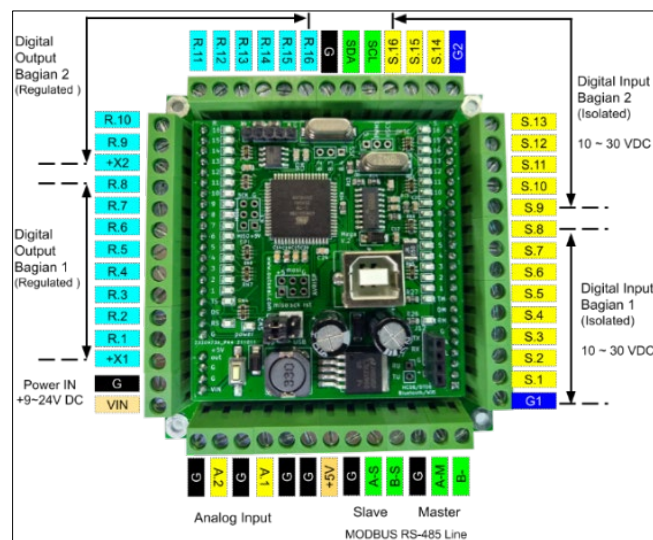
Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi seperti PLC, HMI, dan VFD dapat meningkatkan kinerja dan efisiensi oprasional dalam pengendali

kecepatan putaran motor 3 fasa. Penelitian kali ini akan berfokus pada perancangan alat trainer praktikum pengendali kecepatan putaran motor induksi 3 fasa dengan VFD berbasis PLC *Outseal* dan HMI.

### ***Programmabel Logic Control (PLC) Outseal***

PLC *Outseal* adalah PLC yang dibangun dengan arduino dan memiliki delapan digital input dan output yang dialamatkan dengan cara ini. PLC *Outseal* memiliki semua fitur dasar PLC, dan juga memiliki beberapa fitur tambahan. Salah satunya adalah dapat menerima masukan tegangan 24 volt dan menyediakan driver relay, yang memungkinkan Anda secara langsung mengontrol relay. Sistem kendali ini dikontrol oleh *Programmable Logic Controller* (PLC) dan dilengkapi dengan beberapa sensor untuk membuatnya bekerja secara otomatis. Mereka juga memiliki box panel kontrol yang berisi komponen sistem kontrol. *Outseal* studio, produk *Outseal*, adalah perangkat lunak yang diperlukan untuk merancang kontrol logika pada *Outseal* PLC. *Outseal* studio menggunakan diagram tangga visual programming yang mudah digunakan.[4]

*Outseal* dibuat dengan Arduino, dan hardware dan softwarena berbahasa Indonesia, dengan diagram tangga yang mudah dipelajari. Dengan menggunakan diagram tangga, *Outseal* dioperasikan dalam aplikasi *Visual Programming* yang disebut *Outseal* studio di PC. Diagram tangga ini menghasilkan rancangan kontrol logika yang diupload ke dalam hardware *Outseal Studio* secara permanen. Setelah kabel USB dilepas, *Outseal* dapat menjalankan perintah tanpa terhubung ke komputer.[5]



**Gambar 1. PLC *Outseal***

### ***Struktur Utama PLC Outseal***

Pada PLC *Outseal* memiliki berbagai komponen utama yang mendukung fungsi pemrosesan sinyal dan eksekusi perintah dalam sistem otomatisasi. Berikut adalah struktur utama dari PLC *Outseal*:

1. *Central Processing Unit (CPU)*  
CPU adalah otak dari PLC yang bertanggung jawab untuk mengelolah sinyal dari modul *Input* dan menghasilkan sinyal *Output* berdasarkan program yang telah di buat.
2. *Power Suplay*  
Power suplay pada PLC *Outseal* bertanggung jawab dalam menyediakan daya listrik yang stabil untuk mengopreasikan seluruh komponen dalam sistem.
3. *Input/Output Modul*  
Modul input/output digunakan untuk menerima dan mengirim sinyal dari CPU ke perangkat eksternal guna menjalankan perintah tertentu.
4. *Penyimpanan Program*  
PLC *Outseal* memiliki memori yang berfungsi untuk menyimpan program kendali dan data operasional.
5. *Comunication Modul*  
Modul komunikasi pada PLC *Outseal* memungkinkan untuk berinteraksi dengan perangkat lain seperti HMI (*Human Machine Interface*)

### ***Human Machine Interface (HMI)***

HMI adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Tugas dari HMI yaitu membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI dapat disesuaikan sehingga memudahkan pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan touch panel dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem. [6]

HMI merupakan komponen penting dalam sebuah sistem kendali otomasi industri yang dapat berinteraksi antara manusia dan mesin secara *reel time*, dengan HMI dapat memantau, mengontrol, dan menganalisa data operasional dengan lebih mudah sehingga dapat menungkatkan produktifitas dan keamanan sistem. HMI berupa layar sentuh atau komputer industri dengan tampilan grafis yang menampilkan data *real time*.



**Gambar 2. Human Machine Interface (HMI)**

### Variable Frequency Drive (VFD)

VFD adalah suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor listrik (AC) dengan mengontrol frekuensi daya listrik yang dipasok ke motor. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan kecepatan putar motor induksi tersebut diantaranya dengan kendali tegangan dan frekuensi yang dikenal dengan kendali V/f konstan. Kendali V/f konstan adalah salah satu cara untuk mengendalikan kecepatan putar motor induksi dengan merubah tegangan dan frekuensi, tetapi menjaga konstan rasio keduanya.[7]

Dalam prinsip kerjanya, VFD mengubah suplai listrik AC 3 fasa menjadi DC melalui rectifier, kemudian mengubah kembali menjadi AC dengan frekuensi yang dapat diatur melalui inverter.



Gambar 3. *Variable Frequency Drive (VFD)*

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode perancangan trainer praktikum pengendali kecepatan putaran motor 3 fasa berbasis PLC *Outseal* dan HMI dengan implementasi sepuluh tombol dilakukan dengan beberapa tahap perancangan. Pertama dilakukan studi literatur untuk memahami prinsip kerja motor 3 fasa, metode pengaturan kecepatan menggunakan inverter, serta program PLC dan HMI. Setelah itu, perancangan perangkat keras dengan memilih komponen utama seperti motor, PLC, HMI dan inverter. Selanjutnya pembuatan diagram kelistrikan untuk menghubungkan PLC dengan inverter dan motor serta merancang antarmuka HMI.

Setelah perangkat keras dirancang, tahapan implementasi dilakukan dengan merakit sistem dan menguji komunikasi antara komponen. Sistem kemudian diuji untuk memastikan fungsinya sesuai spesifikasi termasuk uji keamanan dan performa.

### Alat dan Bahan Penelitian

Pada perancangan Trainer Kit pengendali kecepatan motor 3 fasa memiliki alat dan bahan. Berikut adalah alat dan bahan yang akan digunakan:

**Tabel 1. Bahan yang Digunakan**

No	Bahan yang di Gunakan	Gambar
1	Besi siku 3x3	
2	Papan kayu 3mm	
3	Kabel	
4	Skrup	

**Tabel 2. Alat yang Digunakan**

No	Alat yang di Gunakan	Gambar
1	PLC <i>OUTSEAI</i>	
2	Power Suplay 220 AC 24 DC	



3	Motor AC 3 fasa	
4	HMI HAIWELL	
5	<i>Variable Frequency Drive</i> (VFD)	
6	Selektor switch	
7	<i>Push Button</i>	



8	<i>Emergency Button</i>	
9	Gerinda tangan	
10	Travo las	

### Prosedur Penelitian

Dalam penulisan proposal skripsi ini, langkah – langkah penelitian diambil untuk mendukung proses penelitian yang akan di lakukan, sehingga penelitan dapat dilakukan dengan lebih sistematis dan terarah sebagai berikut:

1. Penelitian dimulai dengan pencarian dan pengumpulan data dari penelitian terdahulu agar bisa dipakai sebagi acuan dalam perancangan trainer praktikum
2. Tujuan perancangan hardware adalah untuk membantu rangkaian peralatan dan pendukung yang akan digunakan dalam sistem
3. Pembuatan hardware adalah proses pembuatan support dan bok komponen yangakan di pasang pada trainer, kemuudian pembuatan software adalah proses pemmbuatan sistem rangkaian yang akan digunakan untuk menggerakan motor induksi 3 fasa tersebut.
4. Pengujian alat yang sudah dibuat dengan dan pengumpulan data yang di perlukan untuk membantu memecahkan masalah yang menjadi fokus penelitian. Sedangkan, jika terjadi eror pada sistem rangkaian maka kembali lagi pada tahap perancangan software
5. Setelah tahapan pengumpulan data selesai, data harus diproses dan diolah untuk menghasilkan kesimpulan tentang masalah.
6. Kesimpulan akhir mencakup kesimpulan dan analisa yang telah dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Data Hasil dan Pembahasan*

#### **Alamat Program pada PLC *Outseal***

Pada bagian ini, akan dibahas alamat program yang akan digunakan pada PLC *Outseal*. Alamat-alamat ini berfungsi untuk mengatur sistem kerja kontrol secara keseluruhan, mengoperasikan tombol-tombol pada HMI, mengatur VFD. Alamat program ini juga untuk memastikan bahwa setiap perintah yang di berikan berjalan dengan lancar sesuai dengan fungsi yang di berikan.

**Tabel 3. Alamat *Input***

<b><i>Input</i></b>	<b><i>Label</i></b>	<b><i>Keterangan</i></b>
S1	<i>Swicth 1</i>	<i>On</i>
S2	<i>Swicth 2</i>	<i>Off</i>
S3	<i>Swicth 3</i>	<i>Forward</i>
S4	<i>Swicth 4</i>	<i>Rivers</i>
S5	<i>Swicth 5</i>	<i>Stop</i>

**Tabel 4. Alamat *Memory***

<b><i>Memory</i></b>	<b><i>Label</i></b>	<b><i>Keterangan</i></b>
B1	<i>Binary 1</i>	<i>Speed 1</i>
B2	<i>Binary 2</i>	<i>Speed 2</i>
B3	<i>Binary 3</i>	<i>Speed 3</i>
B4	<i>Binary 4</i>	<i>Speed 4</i>
B5	<i>Binary 5</i>	<i>Speed 5</i>
B6	<i>Binary 6</i>	<i>Speed 6</i>
B7	<i>Binary 7</i>	<i>Speed 7</i>
B8	<i>Binary 8</i>	<i>Speed 8</i>
B9	<i>Binary 9</i>	<i>Speed 9</i>
B10	<i>Binary 10</i>	<i>Speed 10</i>
B11	<i>Binary 11</i>	<i>Out Speed 1</i>
B12	<i>Binary 12</i>	<i>Out Speed 2</i>
B13	<i>Binary 13</i>	<i>Out Speed 3</i>
B14	<i>Binary 14</i>	<i>Out Speed 4</i>
B15	<i>Binary 15</i>	<i>Out Speed 5</i>
B16	<i>Binary 16</i>	<i>Out Speed 6</i>
B17	<i>Binary 17</i>	<i>Out Speed 7</i>

B18	<i>Binary 18</i>	<i>Out Speed 8</i>
B19	<i>Binary 19</i>	<i>Out Speed 9</i>
B20	<i>Binary 20</i>	<i>Out Speed 10</i>
B21	<i>Binary 21</i>	<i>Multi Speed</i>
B22	<i>Binary 22</i>	<i>Main Speed</i>

**Tabel 5. Alamat Output**

<b>Output</b>	<b>Label</b>	<b>Keterangan</b>
R1	<i>Relay 1</i>	<i>Out Forward</i>
R2	<i>Relay 2</i>	<i>Out Revers</i>
R3	<i>Relay 3</i>	<i>Digital Input VFD MI3</i>
R4	<i>Relay 4</i>	<i>Digital Input VFbD MI4</i>
R6	<i>Relay 6</i>	<i>Digital Input VFD MI6</i>
R7	<i>Relay 7</i>	<i>Digital Input VFD MI5</i>

### **Pengoperasian Sistem Kerja**

Sistem pengendalian ini bekerja melalui serangkaian langkah kunci yang dirancang untuk membantu pengguna dalam mengatur putaran motor AC tiga fase. Proses dimulai dengan menghidupkan Saklar Pemilih, yang berfungsi sebagai saklar utama untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik ke PLC.

Setelah sistem dihidupkan, pengguna bisa memilih antarmuka untuk PLC *Outseal* pada layar awal HMI, di mana semua fungsi kontrol dapat dilihat. Di layar HMI ini, ada beberapa tombol dengan fungsi yang berbeda-beda, yaitu:

- Tombol On/Off: Berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan motor.
- Tombol Reset: Digunakan untuk menghentikan motor sebelum mengubah arah putarannya.
- 10 Tombol pengubah frekuensi: Tiap tombol mewakili tiap frekuensi yang telah di ataur pada VFD, Sehingga memungkinkan pengguna mengatur frekuensi ke motor melalui VFD.
- Tombol *Forward/Reverse*: Berfungsi untuk mengganti arah putaran motor, baik searah jarum jam maupun berlawanan arah.

### **KESIMPULAN**

1. Trainer kit yang dirancang berfungsi dengan baik dalam mengontrol putaran motor induksi tiga fasa. Di dalam sistem ini, PLC *Outseal* digunakan sebagai pengendali utama, VFD berfungsi untuk mengatur frekuensi, dan HMI berperan sebagai antarmuka yang memudahkan pengguna dalam menjalankan alat.
2. Penggunaan sepuluh tombol sebagai antarmuka ternyata efektif untuk mengubah mode operasi dan memilih kecepatan motor. Setiap tombol

mewakili satu nilai frekuensi yang telah diprogram dalam VFD, sehingga mempermudah pengguna dalam memilih kecepatan motor sesuai dengan tuntutan praktikum.

3. Sistem yang terdiri dari PLC, HMI, dan VFD dapat saling terintegrasi. Semua perintah yang dimasukkan melalui HMI dapat diproses dengan baik oleh PLC dan diteruskan ke VFD, yang kemudian mengubahnya menjadi sinyal frekuensi untuk mengatur putaran motor secara real-time.
4. Trainer kit ini sangat bermanfaat sebagai alat pembelajaran, terutama untuk memahami sistem kendali motor berbasis otomasi. Mahasiswa dapat belajar langsung mengenai prinsip kerja PLC, cara pengaturan frekuensi melalui VFD, dan membuat antarmuka HMI secara praktis.

## SARAN

1. Akan sangat membantu jika sistem ini memiliki fitur keamanan tambahan, Untuk pengembangan selanjutnya, beberapa rekomendasi yang bisa dipertimbangkan. Menambahkan fitur perlindungan seperti sensor suhu atau arus lebih untuk melindungi motor dan komponen lain agar tidak mengalami kerusakan saat alat digunakan. Tampilan HMI dapat dirancang untuk lebih interaktif, contohnya dengan menyertakan indikator visual untuk arah putaran, status motor, serta grafik yang menunjukkan perubahan kecepatan sehingga lebih mudah dipahami oleh pengguna.
2. Sistem komunikasi antara HMI dan PLC sebaiknya ditingkatkan, misalnya dengan menerapkan komunikasi berbasis *Ethernet* atau nirkabel, agar dapat diakses dari jarak jauh atau dikembangkan menjadi sistem pemantauan berbasis IoT. Diperlukan uji coba dalam waktu lama untuk memastikan stabilitas sistem dan daya tahan komponen saat digunakan dalam siklus praktikum yang padat.

## REFERENSI

- [1] Y. Afrida *et al.*, “Volume 4 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering,” vol. 4, no. 1, hal. 74–77, 2022.
- [2] A. B. Priahutama, T. Sukmadi, dan I. Setiawan, “Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa dengan Atmega 8535,” *Transmisi*, vol. 12, no. 4, hal. 160–167, 2010, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi>
- [3] B. P. H. dan E. Nurcahyo, “Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa,” *Elektrika*, vol. 1, no. no.1, hal. 1–9, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/elektrika>
- [4] W. S. Alfira dan K. Riyadi, “Kelayakan Plc Outseal Pada Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa,” *Semin. Nas. Has. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 1, hal. 106–110, 2022, [Daring]. Tersedia pada:

- <http://118.98.121.208/index.php/snp2m/article/download/3866/3275>
- [5] A. Nurcholis, N. Thamrin, dan V. Yusiana, “Motor 3 Fasa Star Delta Menggunakan Outseal PLC (Programmable Logic Control),” *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 6, no. 2, hal. 19, 2024, doi: 10.33087/jepca.v6i2.105.
- [6] P. P. L. C. O. Cjm dan L. Nulpulaela, “PERANCANGAN HUMAN MACHINE INTERFACE DENGAN VB6.0 UNTUK VISUALISASI DAN MONITORING KECEPATAN MOTOR AC 3PHASE PADA PLC OMRON CJ1M Lela Nulpulaela\*,” *Teknosain*, vol. 4, hal. 1–13, 2012.
- [7] A. B. F. Fakhri, Y. A. Deavy, dan M. Putri, “Analisis Pengaruh Kendali Putar Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Vfd Siemens,” *Pros. Konf. Nas. ...*, hal. 674–683, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/view/894%0Ahttps://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/894/479>