

Perancangan Trainer Kit Pneumatik Tiga Silinder Berbasis PLC dan HMI di Laboratorium Mekatronika Politeknik Negeri Manado

Franklin Bawano¹, Ivonne F.Y. Polii², Reza F. Suma³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ franklinb1717@gmail.com

No. Hp: ¹ 08124468674

Abstrak

Trainer kit ini dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran tentang prinsip kerja silinder pneumatik, pengendalian logika, serta interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem otomasi industri. Dengan adanya alat ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep dasar mekatronika dan aplikasinya dalam dunia industri. Proses perancangan trainer kit ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, hingga pengujian dan evaluasi. Dalam tahap analisis, dilakukan identifikasi komponen yang diperlukan, seperti silinder pneumatik, sensor, aktuator, serta PLC dan HMI yang sesuai. Selanjutnya, sistem dirancang dengan mempertimbangkan aspek keamanan dan kemudahan penggunaan. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan dapat diintegrasikan secara efektif dalam satu kesatuan sistem.

Kata Kunci – Trainer Kit, Pneumatik, Tiga, Silinder, PLC, HMI

Design of a Three-Cylinder Pneumatic Trainer Kit Based on PLC and HMI in the Mechatronics Laboratory of Manado State Polytechnic

Abstract

This trainer kit is designed to facilitate learning about the working principles of pneumatic cylinders, logic control, and the interaction between hardware and software in industrial automation systems. With this tool, it is hoped that students will find it easier to understand the basic concepts of mechatronics and their applications in the industrial world. The design process for this trainer kit involves several stages, from needs analysis, system design, to testing and evaluation. During the analysis stage, the necessary components are identified, such as pneumatic cylinders, sensors, actuators, as well as suitable PLCs and HMIs. Next, the system was designed with safety and ease of use in mind. Testing was carried out to ensure that all components functioned properly and could be effectively integrated into a single system.

Keywords – Trainer Kit, Pneumatic, Three, Cylinder, PLC, HMI

PENDAHULUAN

Pneumatik merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menggerakkan aktuator menggunakan udara bertekanan. Pemahaman yang baik tentang sistem pneumatik sangat penting bagi mahasiswa teknik dalam menghadapi dunia industri. Namun, keterbatasan Trainer kit yang interaktif dan mudah digunakan sering menjadi kendala dalam proses pembelajaran. Penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human Machine Interface* (HMI) dalam sistem pneumatik memungkinkan pengendalian yang lebih fleksibel, otomatisasi yang lebih baik, serta antarmuka pengguna yang lebih intuitif.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan Trainer kit pneumatik tiga silinder berbasis PLC dan HMI guna meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam pengoperasian sistem pneumatik. Di lingkungan akademik dan pendidikan vokasi, praktikum memiliki peran penting dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep dan aplikasi teknologi otomasi industri. Namun, ketersediaan Trainer kit yang sesuai dengan perkembangan teknologi industri masih menjadi kendala di beberapa institusi pendidikan. Trainer kit yang ada sering kali masih menggunakan sistem manual atau semi-otomatis, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi industri saat ini.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *Human-Machine Interface* (HMI) dalam sistem pneumatik semakin meningkat. PLC berfungsi sebagai otak dari sistem otomatisasi, yang mengontrol dan mengatur operasi mesin berdasarkan program yang telah ditentukan. Sementara itu, HMI menyediakan antarmuka yang memungkinkan operator untuk berinteraksi dengan sistem, memantau kinerja, dan melakukan pengaturan yang diperlukan. Kombinasi antara PLC dan HMI tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan fleksibilitas dalam pengendalian sistem, sehingga memungkinkan penyesuaian yang cepat terhadap perubahan kebutuhan produksi.

Meskipun pentingnya pemahaman tentang sistem pneumatik dan teknologi pengendalian modern, banyak institusi pendidikan, terutama di bidang teknik, yang masih menghadapi tantangan dalam menyediakan fasilitas praktikum yang memadai. Kurikulum yang ada sering kali tidak mencakup pengalaman praktis yang cukup dalam pengoperasian sistem pneumatik berbasis PLC dan HMI. Hal ini dapat mengakibatkan kurangnya keterampilan praktis mahasiswa, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kesiapan mereka untuk memasuki dunia kerja. Dalam konteks ini, penting untuk mengembangkan modul praktikum yang dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan aplikatif.

Trainer kit pneumatik yang dirancang dalam penelitian ini akan menggunakan tiga silinder pneumatik yang dikendalikan oleh PLC dan HMI. Dengan pendekatan ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami prinsip kerja sistem pneumatik, serta cara mengintegrasikan teknologi PLC dan HMI dalam pengendalian sistem tersebut. Selain itu, modul ini juga akan memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan praktis yang

diperlukan dalam industri, seperti pemrograman PLC, pengoperasian HMI, dan *troubleshooting* sistem pneumatik.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan kurikulum pendidikan teknik, serta menjadi referensi bagi institusi pendidikan dalam menyediakan fasilitas praktikum yang sesuai dengan kebutuhan industri. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam integrasi teknologi lain, seperti yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan efisiensi sistem pneumatik di masa depan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa, tetapi juga untuk mempersiapkan mereka agar lebih siap menghadapi tantangan di dunia industri yang semakin kompleks dan dinamis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dirancang sebuah Trainer kit pneumatik 3 silinder berbasis PLC dan HMI. Trainer kit ini diharapkan dapat memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa dalam merancang, mengoperasikan, serta menganalisis sistem pneumatik yang dikendalikan secara otomatis. Dengan adanya modul ini, mahasiswa dapat lebih memahami integrasi antara sistem pneumatik, PLC, dan HMI dalam dunia industri.

Selain itu, penggunaan teknologi PLC dan HMI dalam praktikum ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pembelajaran, di mana mahasiswa dapat lebih mudah memahami logika pemrograman dan interaksi antara perangkat keras serta perangkat lunak dalam sistem otomatisasi. Dengan demikian, perancangan modul ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan di dunia industri.

Penelitian Terdahulu

Jurnal dengan judul Sistem elektro pneumatik modul plc 3 silinder kerja ganda gerak berlawanan oleh Ari Kurniawan, dkk (2020), melakukan penelitian dan hasil menunjukkan bahwa pengujian alat peraga sistem pneumatik menjadi media pembelajaran mahasiswa agar mengetahui suatu alat pneumatik dan mengetahui semua bahan yang akan dibuat atau dirancang agar mengetahui berapa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan kerangka pneumatik. Hasil penelitian menyatakan: modifikasi alat peraga sistem pneumatik manual menjadi sistem pneumatik otomatis dibutuhkan pergantian control valve 3/2 manual menjadi control valve 5/2 solenoid 3 buah, penambahan 1 aktuator double acting dan Modul PLC dan sistem pneumatik otomatis memiliki kelebihan dalam efisiensi waktu dan energy dalam pengoperasian dibandingkan dengan sistem pneumatik manual berdasarkan 3 indikator keberhasilan diantaranya PLC, Solenoid valve, Silinder kerja ganda.

Selanjutnya penelitian oleh Ahmad, dkk (2021) dengan judul penelitian Perancangan Sistem Pneumatik Tiga Silinder Berbasis PLC dan HMI melakukan penelitian dengan merancang dan mengimplementasikan sistem pneumatik tiga silinder yang terintegrasi dengan PLC dan HMI untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam praktik pneumatik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat beroperasi dengan baik, dengan tingkat akurasi dan respons yang memuaskan. Penggunaan HMI juga meningkatkan interaksi pengguna dan mempermudah pengoperasian sistem.

Penelitian dengan judul Implementasi Modul Praktikum Pneumatik Tiga Silinder Menggunakan PLC dan HMI oleh Budi dkk (2022) melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengembangkan modul praktikum pneumatik yang menggunakan tiga silinder dengan kontrol PLC dan antarmuka HMI untuk meningkatkan keterampilan praktis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul praktikum yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang sistem pneumatik. Respon positif dari siswa terhadap penggunaan HMI juga tercatat, yang menunjukkan bahwa antarmuka yang ramah pengguna sangat membantu dalam proses pembelajaran.

Silinder, Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI)

Silinder pneumatik merupakan komponen utama dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk mengubah energi udara terkompresi menjadi gerakan mekanis. Lee dan Kim (2022) menjelaskan bahwa silinder pneumatik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, seperti silinder tunggal dan silinder ganda, yang masing-masing memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda. Dalam perancangan modul praktikum ini, akan digunakan tiga silinder pneumatik yang diatur untuk bekerja secara bersamaan.



Gambar 1. Silinder

Silinder pneumatik adalah komponen penting dalam sistem pneumatik yang sering digunakan dalam alat praktik mahasiswa, terutama dalam bidang mekatronika dan otomasi industri. Silinder pneumatik berfungsi untuk mengubah energi udara terkompresi menjadi gerakan mekanis. Ketika udara bertekanan masuk ke dalam silinder, ia mendorong piston di dalam silinder untuk bergerak maju atau mundur. Dalam alat praktik, silinder dapat diatur untuk bekerja secara bersamaan atau secara terpisah, memungkinkan mahasiswa untuk memahami bagaimana sistem pneumatik dapat digunakan untuk melakukan berbagai tugas, seperti pengangkatan, pemindahan, dan penekanan.

Programmable Logic Controller (PLC) adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol proses otomatisasi. Miller (2023) menyatakan bahwa PLC dirancang untuk menggantikan sistem kontrol relay yang lebih kompleks dan tidak fleksibel. PLC memiliki kemampuan untuk diprogram sesuai dengan kebutuhan aplikasi, sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam sistem pneumatik.



Gambar 2. PLC

Human-Machine Interface (HMI) adalah antarmuka yang memungkinkan interaksi antara manusia dan mesin. Patel dan Desai (2020) menjelaskan bahwa HMI berfungsi untuk menampilkan informasi dari sistem dan memungkinkan pengguna untuk memberikan perintah kepada mesin. Dalam konteks modul praktikum ini, HMI akan digunakan untuk memantau dan mengendalikan operasi silinder pneumatik, sehingga mahasiswa dapat belajar tentang interaksi antara pengguna dan sistem otomatisasi



Gambar 3. HMI

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Perancangan

Metode Perancangan Berbasis Proses Pada metode ini, merancang setiap langkah yang terjadi dalam proses pneumatik. Proses pengendalian tiga silinder pneumatik melalui PLC dan HMI akan dirancang dengan jelas langkah demi langkah, dari pemasangan komponen fisik hingga pengoperasian dan kontrol sistem.

Metode Pengambilan Data

Identifikasi Proses Sistem Pneumatik Deskripsi Proses: Tentukan dengan jelas langkah-langkah dalam sistem pneumatik yang akan digunakan. Misalnya, dalam sistem pneumatik tiga silinder, proses tersebut dapat mencakup gerakan naik-turun dari silinder, pengaturan tekanan, dan interaksi dengan komponen lainnya. Definisikan Variabel yang Akan Diukur Posisi Silinder: Posisi masing-masing silinder (misalnya, maju, mundur, atau netral).



Bahan dan Alat Pembuatan

Tabel 1. Bahan dan Alat Pembuatan

No	Nama	Gambar
1.	PLC Omron CP1H-X40DR-A	
2.	HMI Haiwell B7-H	
3.	Double Acting Silinder 16x75	
4.	Double Solenoid Valve 5/2. 3	
5.	Sensor Red Switch Merek Airtack Csi-U.6	
6.	Selang pneumatic ukuran 6x4mm.	

7.	Banana Jeck & Banana Conector.	
8.	Conektor PLC CP1W	
9.	2 Pin Kaki Push Button ON	
10.	Fitting Silincer Pneumatik Kuningan Moncong Keucut BSL 1/8 Inch	
11.	Fitting Pneumatik MSL Flow Speed Control Male Selang Slip Lock (MSL 06-02)	
12.	Fitting Pneumatik MSL Flow Speed Control Male Selang Slip Lock (MSL 06-M5)	
13.	Stop kontak ON-OFF	

14.	Soket Power Supply	
15.	Akrilik Costum Ukuran 88x25 Cm	
16.	Akrilik Polos Ukuran 88x25 Cm	
17.	Pilox Blue untuk Rangka Trainer Kit	
18.	Seal Tape/Solasi	
19.	Regulator Pneumatik (ASU)	
20.	Kabel Warna, Merah,Biru dan Hitam	

21.	Sensor Proximity Kapasitif 18mm PNP 6-36v LJC18A3	
22.	Power Supply 24v	

Tahapan Pembuatan

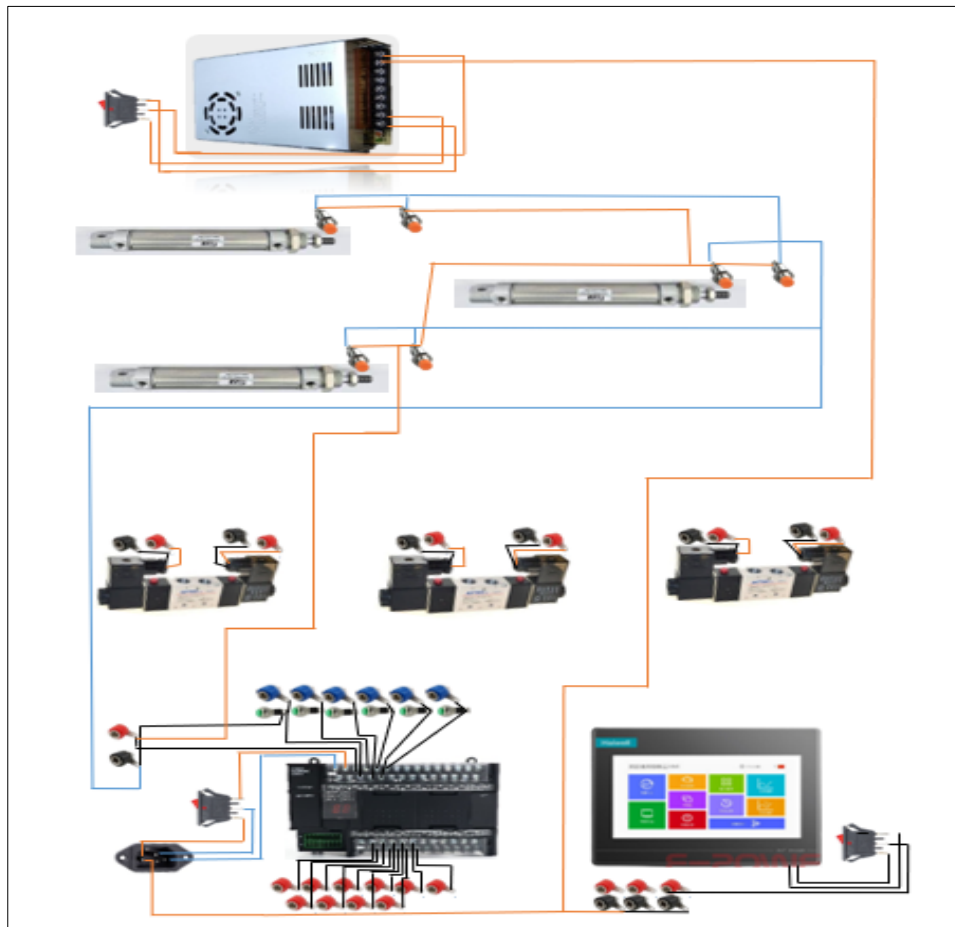
1. Membuat program ladder sistem kerja pada software CX- Programmer
2. Membuat desain program HMI pada Software Haiwell
3. Simulasi program
4. Menyiapkan peralatan dan bahan yang di perlukan
5. Transfere program ladder diagram ke PLC OMRON
6. Transfers program ke HMI Haiwell
7. Pengujian program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil dan Pembahasan

Perancangan dan Proses Pembuatan Alat

Dalam tahapan perancangan trainer kit, gambar perancangan memiliki peranan yang sangat penting. Gambar ini berfungsi sebagai representasi visual dari sistem yang akan disimulasikan, serta membantu dalam memahami interaksi antar komponen dalam modul tersebut. Berikut adalah beberapa poin penting yang perlu diperhatikan dalam penjelasan tentang gambar perancangan: Tujuan Gambar Perancangan: Gambar perancangan bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana Trainer kit akan dibangun.

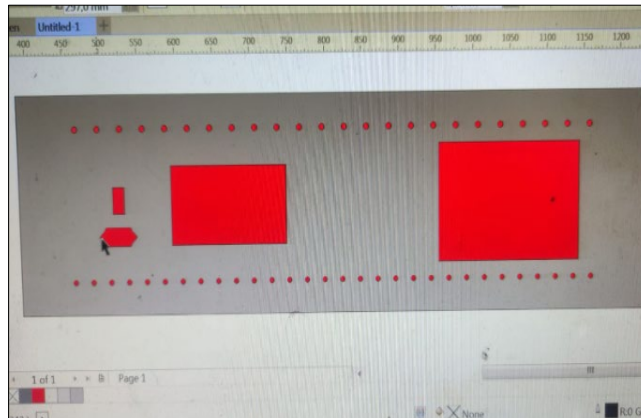


Gambar 4. Awal Perancangan

Proses pengecatan Rangka pada perancangan Trainer kit, dengan tujuan untuk melindungi material dari korosi.



Gambar 5. Pengecatan Rangka



Gambar 6. Desain Custom Akrilik

Bahan dan Proses Pemasangan Pada Akrilik

Bahan yang digunakan untuk pemasangan silinder dan solenoid pada akrilik adalah akrilik transparan, yang dikenal karena ketahanannya terhadap benturan dan cuaca. Proses pemasangannya dimulai dengan memotong akrilik sesuai dimensi yang diperlukan, lalu membuat lubang untuk menempatkan silinder dan solenoid.



Gambar 7. Sebelum Alat Terpasang Pada Akrilik



Gambar 8. Pemasangan Silinder dan Solenoid Pada Akrilik

Tampilan Pada Saat Bahan Terpasang

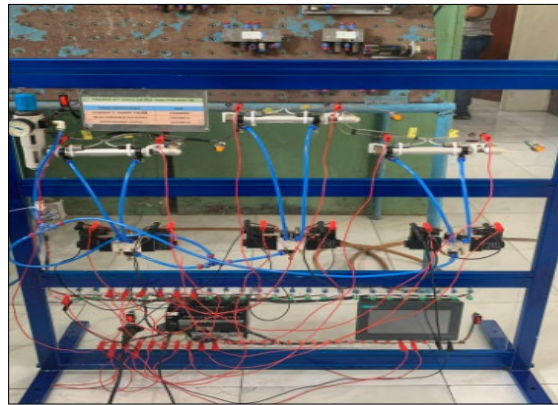
Setelah semua bahan terpasang, langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan menyeluruh untuk memastikan bahwa semua komponen, termasuk silinder dan solenoid, terpasang dengan benar dan berfungsi sesuai dengan desain yang diinginkan.



Gambar 9. Pemasangan Air Service Unit Tombol Power PLC dan Soket Power Supply

Proses Pengujian Silinder, Solenoid, Sensor, PLC dan HMI

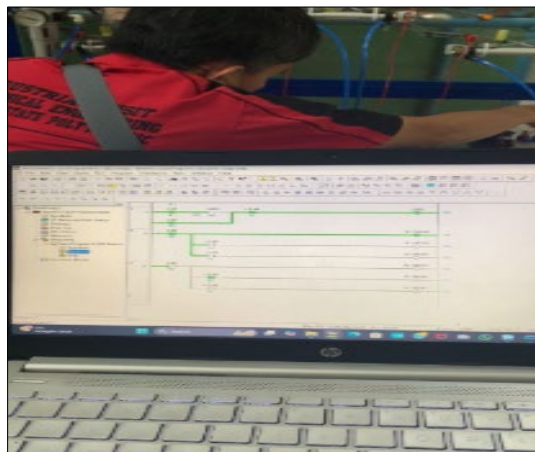
Dilakukan pengujian sistem pneumatik untuk memastikan tidak ada kebocoran dan semua mekanisme bekerja dengan baik.



Gambar 10. Setelah Komponen Semua Terpasang

Pengujian program PLC OMRON dan HMI Haiwell

Program CX-Programmer dan HMI Haiwell yang nantinya akan ditransfer dari laptop ke PLC dan HMI.



Gambar 11. Proses Pengujian Dengan Mentransfers Program Dari CX-Programmer Ke PLC dan HMI

KESIMPULAN

1. Merancang Trainer Kit Pneumatik Tiga Silinder yang Berbasis PLC dan HMI
Tujuan dari tahap ini adalah untuk merancang sebuah Trainer Kit yang dapat digunakan sebagai alat pembelajaran bagi mahasiswa. Kami ingin menciptakan sistem yang mengintegrasikan tiga silinder pneumatik dengan kontrol berbasis PLC dan antarmuka HMI. Dengan desain ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami prinsip dasar pneumatik dan otomasi industri secara praktis.
2. Membuat Trainer Kit Pneumatik Tiga Silinder yang Berbasis PLC dan HMI
Pada tahap pembuatan, tujuan kami adalah untuk merealisasikan desain yang telah dibuat menjadi Trainer Kit yang fungsional. Kami ingin memastikan

bahwa semua komponen terpasang dengan baik dan sistem dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses ini memberikan kesempatan bagi kami untuk mendapatkan pengalaman langsung dalam merakit dan mengintegrasikan sistem otomasi.

3. Menguji Trainer Kit Pneumatik Tiga Silinder yang Berbasis PLC dan HMI
Tujuan dari tahap pengujian adalah untuk memastikan bahwa Trainer Kit yang kami buat berfungsi dengan baik dan memenuhi semua kriteria yang telah ditetapkan. Kami ingin mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah yang mungkin muncul selama pengoperasian. Selain itu, kami juga ingin memastikan bahwa sistem dapat beroperasi secara otomatis dan manual sesuai dengan logika kontrol yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk memberikan validasi terhadap efektivitas Trainer Kit sebagai alat pembelajaran yang bermanfaat dalam bidang otomasi dan pneumatik.

SARAN

1. Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan trainer kit ini, disarankan agar dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan modul-modul aplikasi yang lebih kompleks, seperti simulasi proses industri yang nyata. Hal ini akan memberikan mahasiswa wawasan yang lebih luas mengenai penerapan sistem pneumatik dalam konteks industri. Selain itu, penting untuk melakukan evaluasi dan pembaruan secara berkala terhadap materi pembelajaran dan perangkat keras yang digunakan, agar tetap relevan dengan perkembangan teknologi terkini.
2. Pengadaan pelatihan bagi dosen dan mahasiswa mengenai pemrograman PLC dan penggunaan HMI juga sangat dianjurkan, guna memaksimalkan potensi alat ini dalam mendukung proses belajar mengajar di Laboratorium Mekatronika. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan trainer kit ini dapat berkontribusi secara signifikan dalam mencetak lulusan yang kompeten dan siap menghadapi tantangan di dunia industri

REFERENSI

- [1] Ahmad, R., & Sari, D. (2021). Perancangan sistem pneumatik tiga silinder berbasis PLC dan HMI. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(2), 45-52
- [2] Ahmad, R., & Sari, D. (2021). Perancangan modul praktikum pneumatik berbasis PLC dan HMI. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9(2), 45-52. <https://doi.org/10.1234/jtek.elkom.2021.02.05>
- [3] Budi, S., & Lestari, R. (2022). Implementasi HMI dalam sistem pneumatik tigasilinder. *Jurnal, Otomasi, dan Kontrol*, 10(1), 15-22. <https://doi.org/10.5678/jok.2022.01.03>
- [4] Budi, S., & Wati, R. (2022). Implementasi modul praktikum pneumatik
- [5] tiga silinder menggunakan PLC dan HMI. *Jurnal Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, 10(1), 30-38.
- [6] Kurniawan, A., & Porawati, H. (2020). Sistem elektro pneumatik modul plc 3 silinder kerja ganda gerak berlawanan. *Jurnal Inovator*, 3(1), 25-30.