

RANCANG BANGUN *TRAINER KIT PORTABLE* ELEKTRO PNEUMATIK BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC)

Fadli Afdillah Irawan¹, Zeluyvenca Avista², M. Asep Rizkiawan³, Yudha Witanto⁴,
Eko Kurniawan⁵

¹²³⁴⁵Program Studi Mekatronika Politeknik Takumi, Indonesia
Email : 2211010009@takumi.ac.id

Diterima: 2025 | Disetujui: 2025 | Dipublikasikan: 2025

ABSTRAK

Di era kemajuan teknologi otomasi industri seperti sekarang ini menuntut adanya media pembelajaran yang praktis, modular, dan mudah dipindahkan. Pembuatan alat ini merancang dan membangun *trainer kit portable* elektro-pneumatik berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk mendukung proses pembelajaran sistem kontrol industri. Perangkat menggunakan PLC CP1E N20 DRA sebagai pengendali utama, Pengujian dilakukan pada lima konsep cara kerja program logika *ladder diagram* pada gerakan silinder, kelima konsep gerakan ini dapat diaplikasikan di industri yaitu pergerakan silinder A+B+B-A- (*Conveyor box*). Hasil pengujian program dan sistem gerakan silinder sesuai dengan lima konsep cara kerja tersebut dan mampu dijalankan secara stabil selama uji. *Trainer kit* dapat dikonfigurasi ulang sesuai kebutuhan, mendukung pemrograman *ladder diagram*, serta mempermudah visualisasi proses elektro-pneumatik bagi pengguna. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa *trainer kit portable* yang dirancang terbukti memenuhi kriteria fungsional dan keandalan sistem, sehingga layak digunakan sebagai sarana pembelajaran otomasi industri di kelas maupun lapangan.

Kata kunci : *trainer kit*, elektro pneumatik, PLC, *portable*, otomasi industri

ABSTRACT

In this era of advancements in industrial automation technology, there is a demand for practical, modular, and easily portable learning media. The creation of this tool designs and builds a portable electro-pneumatic trainer kit based on a Programmable Logic Controller (PLC) to support the learning process of industrial control systems. The device uses the CP1E N20 DRA PLC as the main controller. Testing is conducted on five concepts of ladder diagram logic program operational mechanisms on cylinder movements. These five movement concepts can be applied in industry, namely: cylinder movement A+B+B-A- (Conveyor Box). The results of the program tests and cylinder movement systems correspond to the five operational concepts and can run stably during the test. The trainer kit can be reconfigured according to needs and supports ladder diagram programming.

Keywords : *trainer kit*, electro-pneumatic, PLC, *portable*, industrial automation

1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi terutama didalam dunia industri, makin banyak alat-alat atau penemuan-penemuan ide baru pada sistem penumatik. Pendidikan di era digital memerlukan inovasi dalam penyampaian materi pembelajaran, terutama dalam disiplin teknis[1]. Perkembangan sistem pneumatik didalam industri pekerja akan semakin di permudah dan lebih efisien dalam melakukan pekerjaannya. Sistem ini dapat melakukan pekerjaan yang mudah sampai yang sulit sanggup dikerjakan guna menghasilkan produk dengan tingkat kualitas dan produktifitas yang sangat baik, misalnya saja dalam industri perakitan kendaraan roda dua maupun lebih dan banyak juga industri lainnya yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksinya. Sebagian besar operasi dalam proses produksi memanfaatkan sistem kontrol, yang berfungsi guna mengatur berbagai aspek seperti kecepatan, pergerakan, dan tekanan[2]. Oleh karena itu, tenaga kerja yang memiliki keterampilan dalam bidang pneumatik sangat dibutuhkan. Rangkaian yang akan di buat oleh penulis menggunakan PLC sebagai *controller*, *actuator* sebagai *output* yang di *triger* oleh sensor *magnetic* sebagai *input* nya.

Trainer kit portable elektro pneumatik berbasis PLC yang akan kami rancang guna memenuhi kebutuhan pendidikan dan pelatihan, baik di tingkat pendidikan vokasi (SMK) maupun di tingkat perguruan tinggi. Pendidikan vokasi adalah pendidikan yang melatih lulusan dengan keterampilan kerja. Memasuki era Revolusi Industri 4.0, kebutuhan keterampilan di semua lapisan masyarakat dan pekerja telah mengalami perubahan yang luar biasa. Keterampilan yang dimiliki oleh lulusan sekolah vokasi harus sesuai dengan kebutuhan industri[3]. Alat ini memungkinkan mahasiswa atau peserta didik memahami lebih mendalam tentang prinsip kerja sistem pneumatik berbasis PLC dan HMI secara praktis dan aplikatif.

Maka, dalam tugas akhir ini nantinya dilaksanakan perancangan guna mengembangkan sistem elektropneumatik menjadi berbasis *programmable logic controller* (PLC). PLC telah menggantikan proses *rewiring* atau pemasangan ulang panel yang sebelumnya dipenuhi kabel, *relay*, *timer*, serta berbagai komponen lain. Dengan adanya PLC, pekerjaan yang awalnya memerlukan prosedur rumit dan waktu lama dapat diselesaikan lebih cepat melalui *reprogramming*[4]. Sistem otomasi yang menggabungkan komponen elektrik, mekanik, dan pneumatik menempatkan PLC sebagai pusat kendali atau otak guna mempermudah pemantauan sekaligus pengoperasian logika, yang juga dapat ditunjang dengan *Human Machine Interface* (HMI). PLC diartikan sebagai komputer khusus yang dirancang guna mengendalikan suatu proses atau mesin, dengan komponen utama meliputi (1) CPU, (2) memori, (3) catu daya, dan (4) modul input/output. Metode pemrograman yang tersedia mencakup (1) *Ladder Diagram*, (2) *Instruction List*, (3) *Function Block Diagram*, (4) *Sequence Flow Chart*, dan (5) *Structured Text*, di mana *Ladder Diagram* sering digunakan karena kemudahannya, termasuk pada perancangan ini yang memanfaatkan *CX-Programmer*. PLC yang digunakan yaitu Omron CP1E N20 DRA yang bersifat modular, dengan spesifikasi 12 slot input digital serta 8 slot output digital, dan slot I/O-nya dapat ditambahkan sesuai kebutuhan. Modul analog memiliki jumlah 3, 2 slot guna dimasukan bahkan 1 slot guna output analog. Sinyal yang diproses pada modul *input* dan *output* dapat berupa tegangan (0-5 V atau 0-10 V) atau arus (4-20 mA)[5]. Kemudian PLC bisa diprogramkan kembali bahkan jika mengalami kekeliruan ketika pemograman nantinya bisa dengan mudah guna mengalisa dan menemukan kesalahannya.

Keunggulan utama *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis PLC yang kami buat yang akan memberikan pengalaman belajar yang ditingkatkan meliputi keterampilan pemecahan masalah bagi pengguna dalam mendiagnosis dan memperbaiki kesalahan dalam sistem kontrol pneumatik, pemograman PLC dan elektro yang dilengkapi dengan sistem modul praktek hal ini bisa memperoleh pengalaman belajar yang lebih mudah dalam mempraktekannya, menarik serta interaktif.

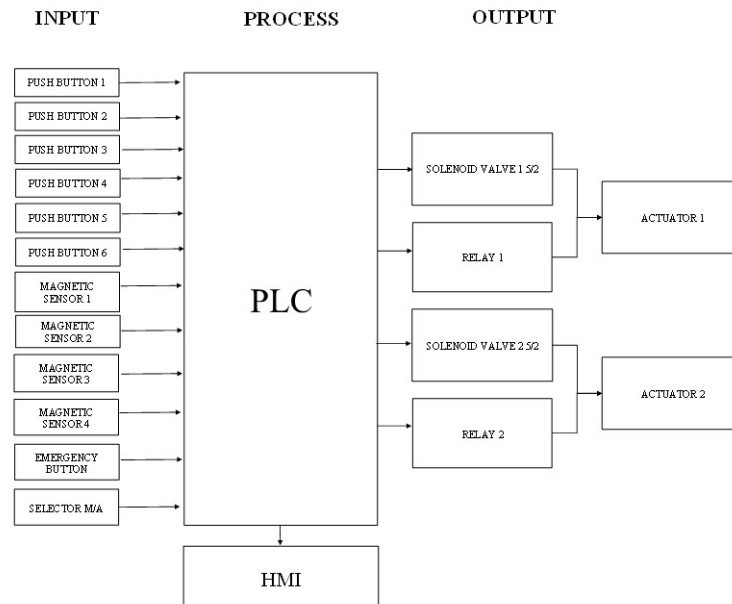
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental melalui perancangan sistem *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC). Perancangan ini terdiri dari empat kegiatan utama yaitu pembuatan desain *layout* komponen, pembuatan rangkaian eletrikal, pembuatan logika pemogramman *ledder diagram* PLC dan pembuatan desain HMI. Dalam trainer kit ini menggunakan sistem kontrol PLC Omron CP1E N20 DRA dan HMI Samkon sebagai visualisasi kontrol. kemudian untuk inputan terdiri dari magnetik sensor, *emergency button* dan *push button*. Sedangkan untuk

output terdiri dari solenoid valve 5/2 dan silinder *double acting*. Pembuatan konsep logika kontrol pada ladder diagram guna menggerakkan silinder A+B-B-A- conveyor box menggunakan *software CX-Programmer*.

2.1 Perancangan Blok Diagram

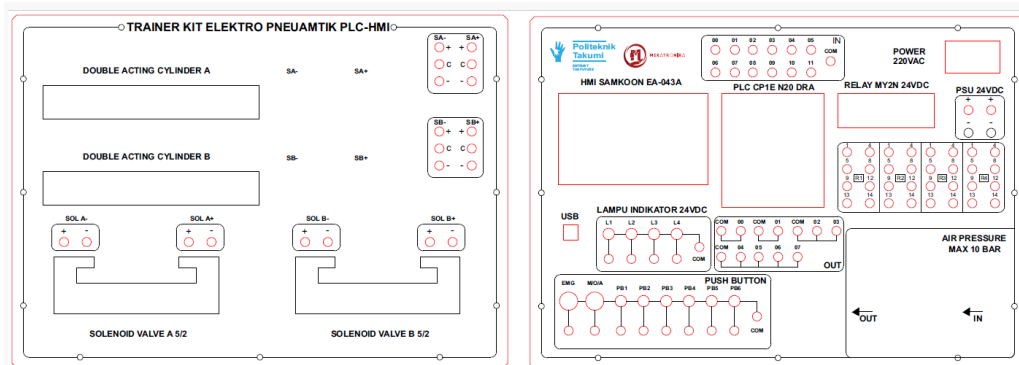
Diagram blok rangkaian pada *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC). merupakan representasi visual yang menggambarkan fungsional antara berbagai komponen dalam sistem, yang dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram blok tersebut menunjukkan komponen utama seperti PLC, HMI, sensor-sensor, solenoid valve 5/2 dan silinder *double acting* yang dihubungkan oleh garis-garis yang menunjukkan aliran informasi, sinyal, atau energi di antara komponen-komponen tersebut.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem Perancangan

2.2 Pembuatan desain layout komponen

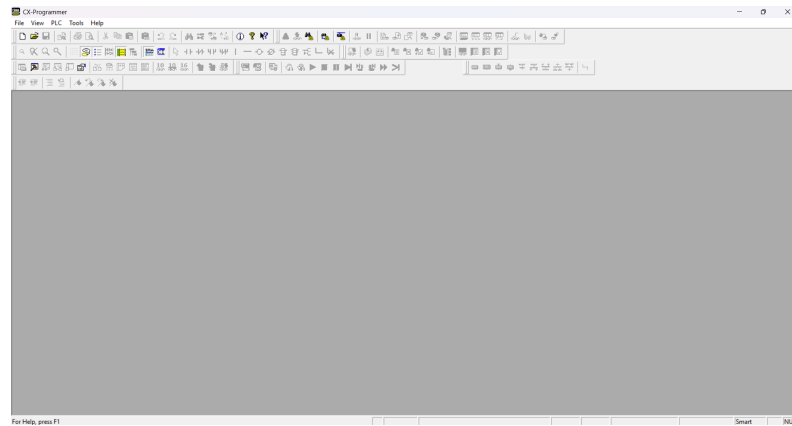
Training kit dirancang menggunakan perangkat lunak desain bernama *AutoCAD*. Perangkat lunak ini berfungsi guna membuat rancangan gambar dalam format dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D). Dalam proses perancangan, desain yang akan dibuat pada media akrilik guna *trainer kit* elektro-pneumatik mencakup berbagai komponen dan tata letak yang diperlukan guna menunjang fungsi sistem secara optimal. Berikut gambar sisi atas pada *trainer kit* elektro pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2 Desain *trainer kit* elektro penumatik

2.3 Pembuatan ladder diagram

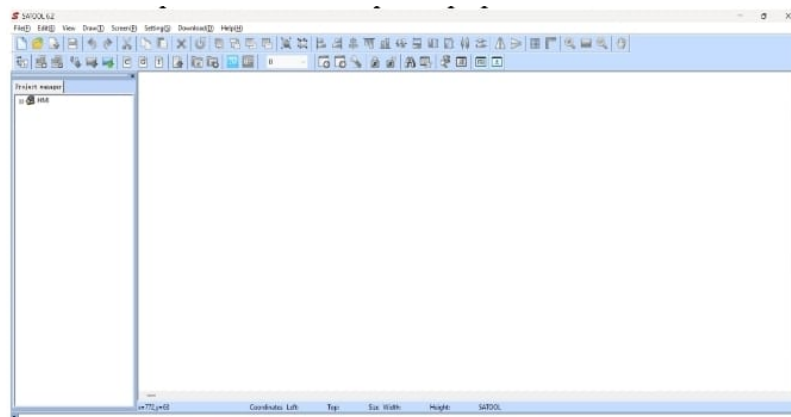
Proses ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *CX-Programmer*, yang berperan dalam menyusun program kendali pada PLC serta mengunggahnya ke PLC tipe CP1E N20 DRA guna mengatur operasi sistem pneumatik. Jenis bahasa pemrograman yang digunakan dalam tahap ini adalah *Ladder Diagram*. Tampilan software *CX-Programmer* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3 Tampilan pada *software CX-Programmer*

2.4 Perancangan Desain *Humman Machine Interface* (HMI)

Pembuatan desain *Humman Machine Interface* (HMI) pada proyek tugas akhir ini dengan menggunakan aplikasi SATOOL6.2. Aplikasi desain *visualisasi* HMI ini dapat digunakan pada jenis HMI bermerk Samkoon tipe EA-043A. Pembuatan desain HMI terdiri dari tampilan *home screen*, tampilan *visualisasi* program secara manual, tampilan *visualisasi* program secara auto dan tampilan *alarm history*. Tampilan aplikasi SATOOL6.2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4 Tampilan pada aplikasi SATOOL6.2

2.5 Komponen

Pada penelitian ini digunakan PLC Omron CPIO N20 DRA sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 5 PLC model CPIO ini bersifat modular, dengan spesifikasi 12 slot input digital serta delapan slot output digital, dan slot I/O-nya dapat ditambahkan sesuai kebutuhan. Modul analog memiliki tiga jumlah dua slot guna masukan dan satu slot guna output analog. Penggunaan PLC pada penelitian ini guna menggantikan proses *rewiring* atau pemasangan ulang panel yang sebelumnya dipenuhi kabel, *relay*, *timer*, serta berbagai komponen lain. Dengan demikian, PLC Omron CPIO N20 DRA memungkinkan untuk diintegrasikan dengan perangkat lain seperti sensor magnetik, *selector switch*, *emergency button* dan *push button*. Agar *trainer kit* ini bisa menarik serta interaktif maka digunakan *Humman Machine Interface* (HMI) jenis Samkoon tipe EA-043A komponen ini dijadikan sebagai alat *visualisasi* kontrol. Komponen ini memiliki spesifikasi terdiri dari dimensi 138 × 86 × 38 mm (P × T × L), ukuran *display* 4.3" TFT LCD (16:9) dan *resolution* 480×272 *pixels*. *Humman Machine Interface* (HMI) jenis Samkoon tipe EA-043A yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Sensor yang digunakan yaitu sensor magnetik untuk mendeteksi logam dari pergerakan silinder, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 5 PLC Omron CPM1A



Gambar 6 HMI Samkoon EA-043A



Gambar 7 Sensor Magnetik

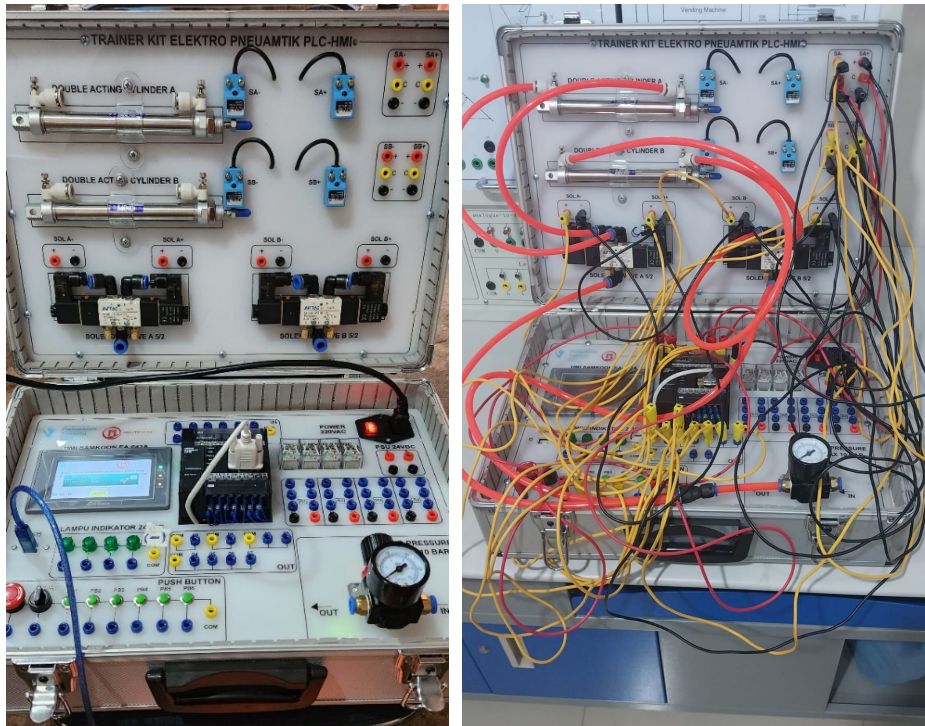
Adapun daftar komponen yang digunakan dalam perancangan *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis PLC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komponen trainer kit portable elektro pneumatik berbasis PLC

No	Nama Komponen	Merk/ Spesifikasi
1	PLC	Omron CPM1A
2	HMI	Samkoon EA-043A
3	Relay	Omron MY2N 24VDC
4	Banana plug	konektor 4 mm, Pin 4mm
5	Lampu indikator	<i>Pilot Lamp</i> 24V DC 22mm EWIG
6	Emergency push button	FORT AVW411ERP 22mm
7	Push button	<i>Normally Open</i> (NO) 22mm EWIG
8	Selector swith	Toogle 3P
9	Solenoid valve	Airtac tipe 5/2
10	Silinder pneumatik	<i>Cylinder double acting, stroke</i> 200 mm
11	Power supply	24VDC/2A
12	Kabel	AWG 26 100mm, M/H
13	Sensor Magnetik	SN04-N/NPN NO
14	Regulator angin	1/8"
15	Selang angin	PU 1/8"

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

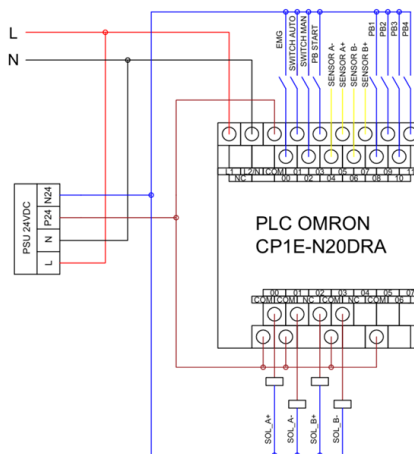
Pembuatan rancang bangun *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis PLC diawali dengan pembuatan desain *layout* komponen, perancangan konstruksi dan perancangan komponen yang bertujuan untuk menyesuaikan implementasi desain secara jelas. Hasil keseluruhan konstruksi dari hasil perancangan ditunjukkan pada Gambar 8. Dengan demikian, pengguna dapat melihat bagaimana tata letak perangkat sistem kontrol, sensor, dan aktuator. Hal ini mampu meningkatkan pemahaman pengguna serta dapat mendukung proses pengembangan dan implementasi *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis PLC.



Gambar 8 Hasil Perancangan Kontruksi *Trainer Kit*

3.1 Diagram *wiring* elektrik PLC

Rangkaian *wiring* elektrik PLC pada rancang bangun *trainer kit portable* berbasis *programmable logic controller* (PLC). Pada rangkaian sistem kontrol *PLC trainer kit* terdiri *power supply* 24V DC, empat sensor magnetik, lima push button, satu selector switch dan satu emergency button sebagai input PLC, Kemudian untuk *output* PLC menggunakan dua solenoid valve 5/2 guna mengontrol pergerakan aktuator. Rangkaian elektrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 9 Rangkaian Diagram *Wiring* Elektrik PLC

3.2 Alamat PLC

Pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini adalah alamat *input* PLC, alamat input HMI dan alamat output PLC pada rancang bangun *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC).

Table 2 Alamat *input* PLC *trainer kit*

No	Input PLC	Komponen	Alamat
1	EMG	Emergency Stop	0.00
2	AUTO	Selector Switch Auto	0.01
3	MANUAL	Selector Switch Manual	0.02
4	PB START	Push Button 6	0.03
5	S_A-	Sensor Magnetic A-	0.04
6	S_A+	Sensor Magnetic A+	0.05
7	S_B-	Sensor Magnetic B-	0.06
8	S_B+	Sensor Magnetic B+	0.07
9	PB1 (A-)	Push Button 1	0.08
10	PB2 (A+)	Push Button 2	0.09
11	PB3 (B-)	Push Button 3	0.10
12	PB4 (B+)	Push Button 4	0.11

Table 3 Alamat *input* HMI *trainer kit*

No	Input PLC	Komponen	Alamat
1	EMG	Emergency Stop	1.06
2	AUTO	Selector Switch Auto	1.00
3	MANUAL	Selector Switch Manual	1.01
4	PB START	HMI Start	1.07
5	PB STOP	HMI Stop	1.08
6	PB1 (A-)	HMI A-	1.02
7	PB2 (A+)	HMI A+	1.03
8	PB3 (B-)	HMI B-	1.04
9	PB4 (B+)	HMI B+	1.05

Table 4 Alamat *output* *trainer kit*

No	Output PLC	Komponen	Alamat
1	SOLA+	Solenoid A+	100.00
2	SOLA-	Solenoid A-	100.01
3	SOLB+	Solenoid B+	100.02
4	SOLB-	Solenoid B-	100.03

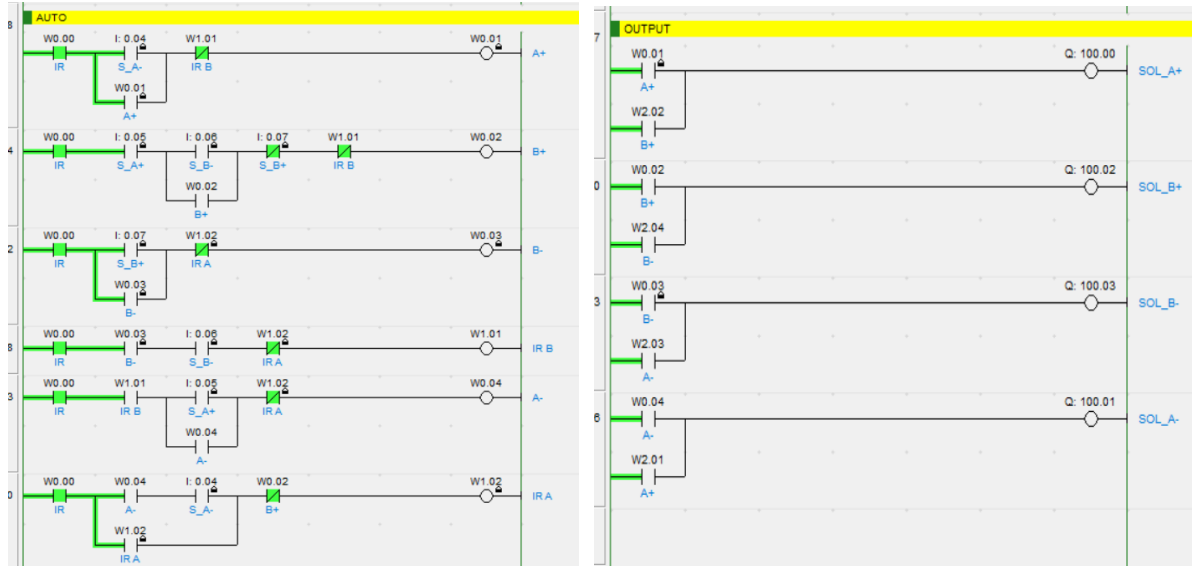
3.3 Program PLC

Pergerakan *actuator* A+B+A-B- secara *continue* dan ilustrasikan sebagai *conveyor box* dapat dilihat pada Gambar 10 dibawah ini :

Deskripsi cara kerja program sebagai berikut :

- PB1 digunakan guna menggerakkan silinder A ke posisi A-.
- PB2 digunakan guna menggerakkan silinder A ke posisi A+.
- PB3 digunakan guna menggerakkan silinder B ke posisi B-.
- PB4 digunakan guna menggerakkan silinder B ke posisi B+.
- Emergency stop* ditekan bila terjadi kondisi *emergency* dan langsung akan memberhentikan sistem.

Pada gambar dibawah ini adalah *ladder diagram* percobaan program *auto* yang diilustrasikan pada pergerakan silinder A+B+B-A- (*Conveyor Box*), selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13 Ladder Diagram program *Auto*

Deskripsi cara kerja program sebagai berikut :

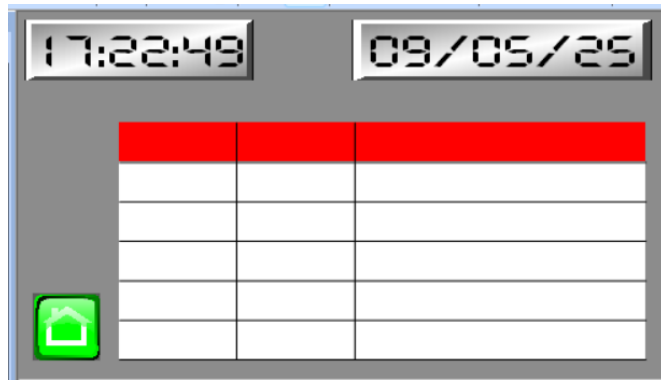
- Putar *selector switch* ke posisi *auto* dan tekan tombol *start* dan silinder A akan maju (A+) mendorong *box* keluar dari jalur *conveyor* 1.
- Lalu silinder B akan maju (B+) mendorong kembali *box* menuju *conveyor* 2 dan silinder B akan mundur kembali ke posisi semula (B-).
- Selanjutnya, silinder A akan mundur kembali ke posisi semula (A-) dan sistem akan terus berulang pada kondisi *auto*.
- Tombol *Emergency button* digunakan guna menghentikan sistem jika dalam kondisi *abnormal*.

3.4 Desain HMI

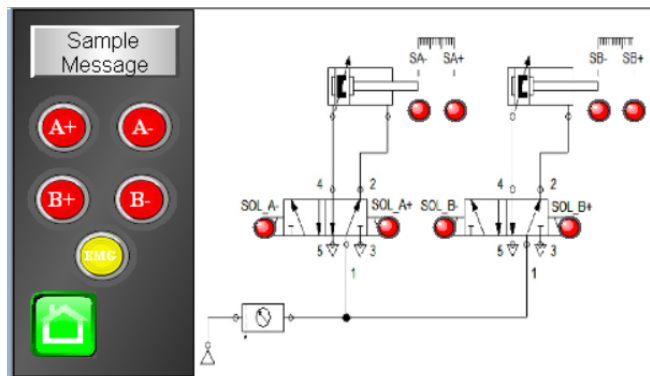
Berikut merupakan tampilan desain *home screen*, *alarm history*, *program manual*, *program auto* pada *monitor* HMI dapat dilihat pada dibawah ini :



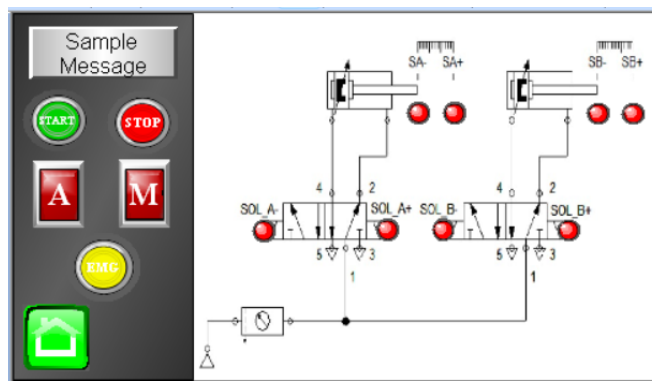
Gambar 14 Tampilan *Home Screen*



Gambar 15 Tampilan desain *Alarm History Screen*



Gambar 16 Tampilan desain program Manual



Gambar 17 Tampilan desain program *Auto*

3.5 Pengujian

Pengujian I/O dilakukan menggunakan monitor mode pada *software CX programmer* pada PLC. Berikut dibawah ini adalah hasil dari pengujiannya:

Table 5 Hasil pengujian perangkat *input* PLC

No	Alamat	Perangkat Uji	Fungsi	Parameter	Status	
					OK	NG
1	0.00	Emergency Stop	Menghentikan sistem dalam kondisi darurat/abnormal	Kontak I0.00 pada monitor mode NO /non aktif	O	
2	0.01	Selector Switch Auto	Memilih program auto	Kontak W2.00 pada monitor mode aktif	O	
3	0.02	Selector Switch Manual	Memilih program manual	Kontak W3.00 pada monitor mode aktif	O	

4	0.03	Push Button 6	PB program auto aktif	Kontak W0.00 pada monitor mode aktif	O	
5	0.04	Sensor Magnetic A-	Mendeteksi silinder diposisi A-	Kontak I0.04 pada monitor mode aktif	O	
6	0.05	Sensor Magnetic A+	Mendeteksi silinder diposisi A+	Kontak I0.05 pada monitor mode aktif	O	
7	0.06	Sensor Magnetic B-	Mendeteksi silinder diposisi B-	Kontak I0.06 pada monitor mode aktif	O	
8	0.07	Sensor Magnetic B+	Mendeteksi silinder diposisi B+	Kontak I0.07 pada monitor mode aktif	O	
9	0.08	Push Button 1	Menjalankan silinder ke posisi A-	Kontak W2.01 pada monitor mode aktif	O	
10	0.09	Push Button 2	Menjalankan silinder ke posisi A+	Kontak W2.02 pada monitor mode aktif	O	
11	0.10	Push Button 3	Menjalankan silinder ke posisi B-	Kontak W2.03 pada monitor mode aktif	O	
12	0.11	Push Button 4	Menjalankan silinder ke posisi B+	Kontak W2.04 pada monitor mode aktif	O	

Table 6 Hasil pengujian perangkat *output* PLC

No	Alamat	Perangkat Uji	Fungsi	Parameter	Status	
					OK	NG
1	Q100.00	Solenoid A+	Indikator silinder bergerak maju ke posisi A+	Output Q100.00 pada monitor mode aktif	O	
2	Q100.01	Solenoid A-	Indikator silinder bergerak mundur ke posisi A-	Output Q100.01 pada monitor mode aktif	O	
3	Q100.02	Solenoid B+	Indikator silinder bergerak maju ke posisi B+	Output Q100.02 pada monitor mode aktif	O	
4	Q100.03	Solenoid B-	Indikator silinder bergerak mundur ke posisi B-	Output Q100.03 pada monitor mode aktif	O	

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan secara keseluruhan sampai kepada tahap pengujian alat *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Cara kerja *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC) dilengkapi dengan komponen *input* seperti *push button*, *selector switch*, tombol *emergency* dan sensor magnetik, lalu komponen *output* yaitu katup *valve* solenoid 5/2, silinder *double acting* dan Relay, kemudian untuk komponen kontrol nya menggunakan PLC Omron CP1E N20 DRA dan HMI Samkoon. Dan alat *trainer kit* ini didukung oleh software CX-Programmer yang berguna untuk

membuat program logika *ladder diagram* pada alat *trainer kit* ini. Adapun cara kerja yang sudah dibuat dan diuji oleh penulis dalam mengoperasikan alat *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC), yaitu silinder dengan gerak A+B+B-A- *conveyor box*. Cara kerja ini dapat dipilih menggunakan *selector switch* dengan kondisi manual ataupun auto, jika pada kondisi manual untuk menggerakkan silinder ke arah A+ tekan PB2 dan untuk menggerakkan silinder ke arah A- tekan PB1, lalu pada silinder B jika ingin menggerakkan silinder B+ dengan menekan PB4, kemudian jika ingin menggerakkan silinder ke posisi B- tekan tombol PB3. Selanjutnya jika kondisi auto cukup menekan PB6 (PB START) lalu program akan bergerak secara auto, selanjutnya jika ingin memberhentikan sistem jika keadaan tidak aman atau *abnormality* maka menekan *emergency button* lalu sistem akan berhenti.

4.2 Saran

Berikut dari alat *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC) yang sudah penulis buat tentunya masih sangat jauh dari kata sempurna, banyak kekurangan dan kurang maksimal. Dikarenakan masih adanya kekurangan pada alat *trainer kit portable* elektro pneumatik berbasis *programmable logic controller* (PLC) untuk komponen perkabelan yang masih dilihat kurang rapih karena terlalu panjang, agar terkesan rapih komponen kabel bisa diganti dengan ukuran yang lebih pendek

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Eliza, O. Candra, R. Mukhaiyar, R. Fadli, and Y. E. Wibowo, "Development of a Microcontroller Training Kit to Increase Student Learning Motivation," *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 15, no. 3, pp. 22319–22326, Jun. 2025.
- [2] M. S. Aulia Rahman, D. Haryanto Sinaga, A. Sinuraya, B. Dwi Waluyo, R. Arbi Azizi Lubis, and R. Nelson Tampubolon, "PENGEMBANGAN MODUL TRAINER KENDALI OTOMASI BERBASIS PLC SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI LABORATORIUM," vol. 11, no. 1, 2024.
- [3] H. Pratama, M. Azman, N. Zakaria, and M. Khairudin, "The effectiveness of the kit portable PLC on electrical motors course among vocational school students in Aceh, Indonesia," *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo syr'â/Complex Use of Mineral Resources/Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalamu*, vol. 320, no. 1, pp. 75–87, Mar. 2022.
- [4] "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TRAINER-KIT PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM OTOMASI INDUSTRI", 2020 Muh Khassin Khuluqi, "NASKAH PUBLIKASI MUH KHASSIN," 2020.
- [5] E. Depto Maniar, S. Kurniawan, M. Isnen, and A. Ridwan, "ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Perancangan Human Machine Interface (HMI) Pada Modul Praktikum Sistem HMI Berbasis PLC Omron CP1E NA20DRA," 2019.
- [6] Z. Arifin and A. Teknik Soroako, "RANCANG BANGUN MEDIA PRAKTIKUM SISTEM PNEUMATIK BERBASIS PLC," *Prosiding Seminar Nasional*, vol. 03, no. 1, 2018.
- [7] T. Margono, A. Gamayel, M. Zaenudin, and R. Ariyansah, "PERANCANGAN DAN PABRIKASI MESIN PEMOTONG MATERIAL PLASTIK SEDOTAN DENGAN AIR CYLINDER BERBASIS PLC OMRON SYSMAC CP1E," 2023.
- [8] R. Bangun Pemisah Benda Pemisah Logam and A. Finawan, "RANCANG BANGUN PEMISAH BENDA LOGAM DAN NON LOGAM MENGGUNAKAN ELEKTRO PNEUMATIC," *JURNAL TEKRO*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [9] Y. Rahmawati, I. U. V. Simanjuntak, and D. Aprianto, "Pneumatic Brushing Machine Automation Design Based On Programmable Logic Controller (PLC)," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 6, no. 1, pp. 101–112, Jul. 2022.
- [10] A. Goeritno and S. Pratama, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 16, no. 3, Dec. 2020.
- [11] N. Rahmadayanti, "ANALISIS PNEUMATIK SEBAGAI PEMINDAH LOGAM PADA CARRYING ROBOT BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya)," Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, 2019.

- [12] D. Subagio, D. Khaendy Putri, S. Ardi Program Studi Teknik Produksi, P. Manufaktur, and P. Manufaktur Astra Jl Gaya Motor Raya No, "RANCANG BANGUN PLC TRAINING KIT DIVISI SERVICE PARTS AND WELDING PRODUCTION BERBASIS PLC OMRON CJ2M-CPU11," 2016.
- [13] I. Sukoco, R. Setiadi, R. Ambar, K. Ursit Gendroyono, and S. Artikel, "Journal of Mechanical Engineering Learning RANCANG BANGUN MEDIA SISTEM OTOMASI BERBASIS PLC I N F O ARTIKEL," 2023.
- [14] P. : Eka and S. 2020 Ma'arif, *Panduan Operasional PLC Seri: Omron*. 2020.
- [15] D. Untuk Mengikuti Sidang Tugas Akhir and D. Prananto, "ANALISIS SISTEM PNEUMATIK RESIPROKAL DUA SILINDER PADA TRAINER ELEKTRO PNEUMATIK LAPORAN TUGAS AKHIR," 2021.
- [16] F. A. Aziz and R. D. Puriyanto, "Rancang Bangun Mesin Pengecat Otomatis Berbasis PLC CP1E NA20DR A," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 1, no. 3, p. 118, Dec. 2019.
- [17] Fathan Mubina Dewadi, S.T., M.T, I Putu Tedy Indrayana, S.Pd., M.Sc, Ir. Ahmad Yani, M.T, Zeluvenca Avista, S.T., M.T, Eko Kurniawan, S.T., M.Sc, Ir. Indriyani, A.P., S.T., M.Si, Cahyo Wibowo, S.T., M.T, Ahmad Khairul Faizin, Ir. Ari Beni Santoso, S.T., M.T, "Mesin Fluida," PT. Indie Press, Mar. 2025.