

Penerapan Aplikasi Factory I/O Untuk Proses Kontrol Simulasi Dengan Animasi Sortir Benda Logam Dan Nonlogam Berbasis PLC

Farras Aprilistian Ardana¹, Erry Yadie², Prihadi Murdiyati³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda
 erryadie@polnes.ac.id

Abstrak- Perkembangan teknologi industri modern menuntut pemahaman yang mendalam tentang penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC merupakan perangkat elektronika digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menjalankan instruksi khusus seperti operasi aritmetika, pewaktu, pencacah, logika, dan sekuensial guna mengendalikan perangkat dalam suatu sistem. Namun, kurangnya sarana pembelajaran menyebabkan rendahnya tingkat pemahaman mahasiswa mengenai konsep dasar dan praktik PLC. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan aplikasi Factory I/O sebagai media pembelajaran penggunaan PLC bagi mahasiswa Teknik Elektro, dengan fokus pada sebuah studi kasus sistem penyortiran benda logam dan nonlogam. Factory I/O adalah *software* simulasi yang memungkinkan perancangan dan pengujian sistem kontrol industri secara virtual. Dalam penelitian ini, Factory I/O digunakan untuk merancang simulasi pabrik yang kemudian dikendalikan oleh PLC dan dimonitor melalui HMI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memisahkan benda logam dan nonlogam serta memberikan gambaran nyata tentang implementasi teori di industri. Dengan demikian, aplikasi Factory I/O yang dikombinasikan dengan PLC dan HMI dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran pada mata kuliah PLC.

Kata kunci: Factory I/O, PLC, HMI, Media Pembelajaran.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi industri modern, pemahaman konsep dan praktik penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) menjadi keterampilan yang sangat penting bagi para mahasiswa teknik khususnya pada mahasiswa Teknik Elektro. NEMA mengartikan PLC sebagai perangkat elektronik digital yang memanfaatkan memori yang bisa diprogram untuk memuat serangkaian perintah yang mengatur instruksi khusus, seperti logika, urutan, pengaturan waktu, perhitungan, dan operasi aritmetika. Dengan penggunaan modul I/O digital dan analog, PLC ini digunakan untuk mengoperasikan berbagai perangkat pada sebuah proses [1].

Pada konteks pembelajaran pada mata kuliah PLC kurangnya sarana atau bahan pembelajaran dapat menurunkan tingkat pemahaman mahasiswa terkait konsep konsep dasar dan praktik penggunaan PLC itu sendiri, yang mana hal ini akan sangat penting bagi setiap mahasiswa ketika telah lulus dari sebuah perguruan tinggi vokasi khususnya, maka dari itu pendekatan yang menarik dan interaktif menjadi salah satu kunci untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap

konsep-konsep dasar dan praktik penggunaan PLC. Salah satu cara untuk mencapai hal ini adalah melalui penggunaan sebuah aplikasi simulasi plant industri yang realistis, seperti Factory IO.

Klasifikasi bahan logam dan nonlogam dalam dunia industri sering dilakukan karena kedua bahan tersebut mempunyai sifat, kegunaan, proses produksi, dan pengelolaan limbah yang berbeda serta untuk faktor keamanan lingkungan bersama. Dalam sistem penyortiran, PLC digunakan untuk mengontrol perangkat seperti *conveyor*, sensor pendeteksi logam (*proximity inductive*), aktuator pemisah, dan lainnya untuk memisahkan benda logam dan nonlogam.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan aplikasi Factory IO sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah PLC, dengan fokus pada studi kasus sistem pemilahan logam dan nonlogam. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada mata kuliah PLC, dan mempersiapkan mahasiswa dengan keterampilan yang relevan dan diperlukan dalam dunia industri.

II. LANDASAN TEORI

A. Simulasi

Simulasi adalah sarana untuk mereplikasi atau mendeskripsikan fitur, tampilan, serta sifat-sifat dari sistem yang sebenarnya. Gagasan utama dari simulasi adalah untuk mereplikasi situasi dunia sebenarnya dengan metode matematis, lalu mempelajari ciri maupun aspek operasinya dan menarik kesimpulan serta menghasilkan keputusan berdasarkan hasil simulasi. Karena cara ini, sistem dalam kehidupan nyata tidak perlu diintervensi atau dimodifikasi hingga diketahui kelebihan dan kekurangan dari suatu keputusan [2].

B. Factory I/O

Factory I/O merupakan sebuah simulasi plant yang berwujud 3 dimensi dirancang guna memahami sistem otomasi. Didesain agar mudah digunakan, memungkinkan untuk membangun pabrik virtual dengan cepat menggunakan pilihan komponen industri yang umum digunakan [3]. Menggunakan perintah drag dan drop, perangkat lunak Factory I/O memanfaatkan keterbaruan teknologi untuk memfasilitasi pembuatan sistem industri 3D dengan lebih cepat dan mudah.

Sistem yang dibuat menggunakan Factory I/O dapat dikendalikan secara langsung dalam waktu nyata [4].

Factory I/O memiliki banyak pilihan I/O Drivers yang dapat digunakan untuk menjalankan scene yang telah dibuat sebelumnya, hal ini menjadi salah satu keunggulan, karena dengan ini Factory I/O menjadi software yang fleksibel dalam penggunaannya. Berikut adalah beberapa pilihan driver yang dapat digunakan :

- Advantech USB 4750 & USB 4704
- Allen-Bradley Logix5000
- Automgen Server
- Control I/O
- Modbus TCP/IP Client
- Modbus TCP/IP Server
- OPC Client DA/UA
- Siemens LOGO!
- Siemens S7-PLCSIM

Dari berbagai driver yang tersedia, dipilih driver yang berbasis pada Modbus TCP/IP Client karena pada penelitian ini digunakan hardware PLC Schneider Modicon M221. Selain PLC Schneider, jenis PLC lain juga dapat dikonfigurasi pada software Factory I/O yakni seperti PLC Siemens, Omron, maupun jenis PLC lain yang support terhadap protokol Modbus TCP/IP.

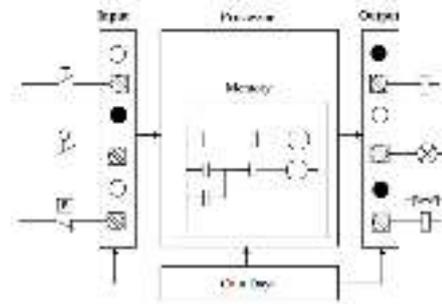
C. Programmable Logic Controller (PLC)

Pengertian PLC menurut National Electrical Manufactures Association (NEMA) merupakan sebuah perangkat elektronika digital yang memanfaatkan sebuah memory yang bisa diprogram untuk memuat beberapa perintah dari sebuah instruksi khusus seperti operasi matematika, timer, counter, logika, dan sekuensial untuk mengontrol perangkat dalam suatu sistem. PLC dibuat sebagai pengganti sistem kendali konvensional, dengan gagasan utama mengganti kontrol relai, timer, counter, dan sebagainya yang diperlukan untuk menerapkan rangkaian kontrol [5].

Ada 4 bagian utama dari perangkat PLC, yang meliputi [6]:

1. Central Processing Unit (CPU) – berdasar pada program, prosesor mengendalikan peralatan atau sistem.
2. Input – diperlengkap dengan interface antara PLC dan peralatan masukan diluar PLC.
3. Output - diperlengkap dengan interface antara PLC dan peralatan keluaran diluar PLC.
4. Power supply – diperlengkap dengan berbagai tingkat tegangan yang diinginkan untuk processor atau komponen input dan output.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram sistem kontrol PLC [6].

D. Bahasa Pemrograman

IEC 1131-3 menetapkan dua bahasa pemrograman berbasis grafis dan dua bahasa pemrograman berbasis teks:

Bahasa pemrograman berbasis grafis antara lain:

1. Diagram tangga (LD)
2. Function Block Diagram (FBD).

Bahasa pemrograman berbasis teks antara lain:

1. Instruction List (IL)
2. Structured Text (ST)

Selain itu IEC 1131 juga menetapkan bahasa pemrograman yang berfokus pada objek yang dikenal sebagai Sequential Function Chart (SFC). SFC terkadang diklasifikasikan sebagai bahasa IEC 1131-3. Namun pada penelitian ini penulis hanya akan membahas bahasa pemrograman Ladder Diagram [6].

Micro Control (1999), menjelaskan ladder diagram menampilkan program dengan bentuk grafik. Diagram ini berasal dari rangkaian rele yang tersusun yang mengilustrasikan aliran arus listrik. Pada diagram tangga terdapat 2 garis vertikal yang mana garis vertikal sebelah kiri terhuung dengan sumber tegangan plus (+) pada power supply dan garis sebelah kanan terhubung dengan sumber tegangan mines (-) pada power supply. Program ini dibuat menggunakan bentuk pictorial atau lambang yang identik dengan circuit konvensional. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti kontak NO, kontak NC, pewaktu, sequencer dll. ditampilkan seperti dalam bentuk pictorial. Diagram tangga disusun oleh dua vertical line yang menggambarkan rel daya. Di antara vertical line tersebut disusun horizontal line yang disebut rung yang digunakan untuk meletakkan komponen sistem kendali [7].

E. PLC Schneider Modicon M221

PLC Schneider Modicon M221 adalah sebuah kontroler logika yang dapat diprogram, dipasang pada industri dan digunakan untuk mengontrol proses otomatisasi. Diproduksi oleh Schneider Electric, PLC ini dirancang dengan ukuran yang ringkas namun memberikan performa tinggi. PLC ini mendukung berbagai bahasa pemrograman dan protokol komunikasi industri untuk integrasi yang lebih baik dengan perangkat dan sistem lain dalam lingkungan industri [8].

Sebagai perangkat yang dapat diprogram, PLC Schneider Modicon M221 memungkinkan pengguna untuk mengembangkan program kontrol yang disesuaikan dengan

kebutuhan spesifik aplikasi industri, seperti pengendalian mesin, proses manufaktur, dan sebagainya. Keamanan terintegrasi, kemampuan komunikasi yang baik, dan fleksibilitas dalam pengembangan program menjadi ciri utama PLC Schneider Modicon M221 [8]. Untuk bentuk fisiknya dapat dilihat pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Bentuk Fisik PLC Schneider Modicon M221 [8].

F. EcoStruxure Machine Expert Basic V1.2.1

EcoStruxure Machine Expert - Basic adalah alat pemrograman grafis yang dirancang untuk membantu mengkonfigurasi, mengembangkan, dan menjalankan program untuk *Programmable Logic Controller*. *Software* ini menyediakan antarmuka yang mudah digunakan, sehingga dapat digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat pengalaman.

EcoStruxure Machine Expert juga merupakan penerus dari perangkat lunak pemrograman Schneider Electric SoMachine, menawarkan kompatibilitas dengan versi sebelumnya. EcoStruxure Machine Expert - Basic juga menyediakan fitur simulasi yang memungkinkan para pengembang menguji dan memvalidasi program mereka tanpa harus terhubung ke perangkat keras fisik. Hal ini mempercepat siklus pengembangan dan meminimalkan risiko kesalahan saat program diimplementasikan pada lingkungan produksi [9].

G. Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) merupakan perangkat *interface* antara peralatan atau pabrik dengan seorang operator. Kebanyakan HMI tersusun oleh sebuah *center computer* atau beberapa *computer* terpisah yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan peralatan, pabrik, dan *process*. Maksud dari penggunaan HMI ialah untuk menghimpin serta menunjukkan informasi dari sebuah proses pada *plant*. HMI bisa difungsikan secara langsung dengan PLC. Dengan berkembangnya teknologi yang semakin maju, penggunaan keduanya secara berdampingan menjadi sebuah keharusan pada pembuatan mesin produksi. Hal ini harus dilakukan karena meminimalisir kesalahan manusia dan menghindari ketergantungan manusia terhadap kapasitas produksi [10]. Pada penelitian ini penulis menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) dari Schneider Electric dengan seri HMIGTO3510 yang dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Bentuk fisik HMIGTO3510 [11].

H. Vijeo Designer 6.2

Vijeo Designer 6.2 adalah sebuah *software* yang bisa digunakan untuk membuat panel operator serta mengonfigurasi parameter operasi untuk *Human Machine Interface* (HMI). *Software* ini menyediakan semua *tools* yang digunakan untuk membuat proyek HMI, mulai dari akuisisi data hingga pembuatan dan tampilan animasi gambar [12].

Dengan Vijeo Designer, kita dapat mengonfigurasi panel HMI untuk berkomunikasi secara bersamaan dengan berbagai perangkat Schneider Electric dan pihak ketiga yang berbeda. Unit HMI berikut ini dapat dirancang dan dikonfigurasi menggunakan *software* Vijeo Designer [12]:

1. Seri XBT GC
2. Seri XBT GT
3. Seri XBT GK
4. Seri XBT GTW
5. Seri XBT GH
6. Seri Compact iPC
7. Seri Smart iPC
8. Seri HMIGTO
9. Seri HMIGTU
10. Seri HMISTO
11. Seri HMISTU

I. Logam dan Nonlogam

Logam dapat diartikan sebuah unsur kimia yang memiliki sifat sebagai berikut: Lentur, kuat, keras, konduktor listrik dan panas, berkilau, dan umumnya memiliki titik leleh yang tinggi [13]. Logam dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu logam ferro (besi) dan logam non ferro (bukan besi). Paduan logam yang tersusun dari kombinasi besi dan karbon disebut logam ferro sedangkan logam non-ferro merupakan logam yang secara kimiawi tidak mengandung unsur besi (Fe), sehingga disebut sebagai logam non-ferro [14].

Unsur nonlogam adalah unsur yang tidak mempunyai ciri yang serupa dengan logam. Secara umum, unsur-unsur non logam berbentuk gas atau padatan pada suhu serta tekanan normal. Nonlogam adalah kumpulan unsur kimia yang memiliki sifat elektronegatif, artinya elektron valensi dari atom lain lebih mudah ditarik daripada ketika melepaskan. Kebanyakan unsur nonlogam dapat dijumpai pada bagian atas tabel periodik, selain unsur hidrogen yang terletak di kiri atas bersanding dengan logam alkali [15].

J. Sensor Proximity Inductive

Salah satu komponen yang dapat menentukan ada atau tidaknya suatu benda adalah sensor *proximity*. Sensor jarak induktif banyak digunakan untuk mendeteksi benda logam non-kontak pada jarak tertentu. Sensor induktif mengidentifikasi benda logam yang berdekatan dengan mengukur arus yang dihasilkan oleh medan magnet. Sensor jarak semacam ini beroperasi melalui teknik induktif dan kapasitif, yang mengandalkan medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh osilator frekuensi tinggi di sekitar permukaan sensor. Amplitudo getaran di sekitar sensor dipengaruhi oleh jenis zat logam tertentu yang memiliki efek material induktif dan kapasitif [16]. Untuk bentuk fisiknya dapat dilihat pada [Gambar 4](#).

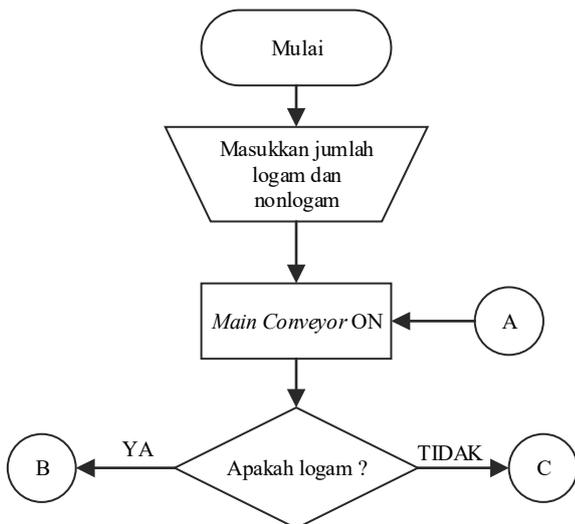


Gambar 4. Bentuk fisik sensor *proximity inductive* [16].

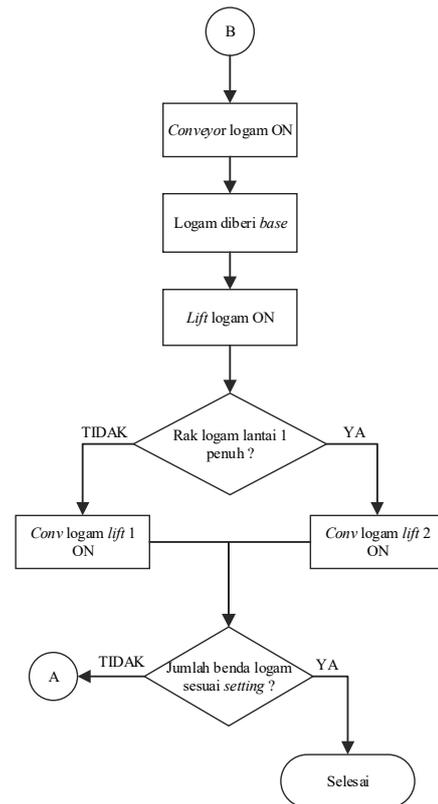
III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir (Flowchart) Prinsip Kerja Sistem

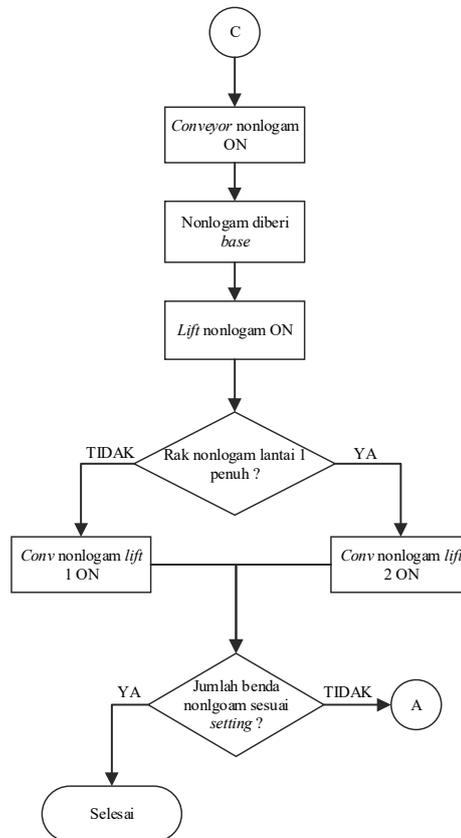
Proses prinsip kerja sistem dengan judul Penerapan Aplikasi Factory I/O Untuk Proses Kontrol Simulasi Dengan Animasi Sortir Benda Logam Dan Nonlogam Berbasis PLC memiliki beberapa tahapan, yaitu dapat dilihat pada [Gambar 5](#), [Gambar 6](#), dan [Gambar 7](#).



Gambar 5. Diagram alir (flowchart) prinsip kerja sistem



Gambar 6. Diagram alir (flowchart) prinsip kerja sistem (lanjutan)



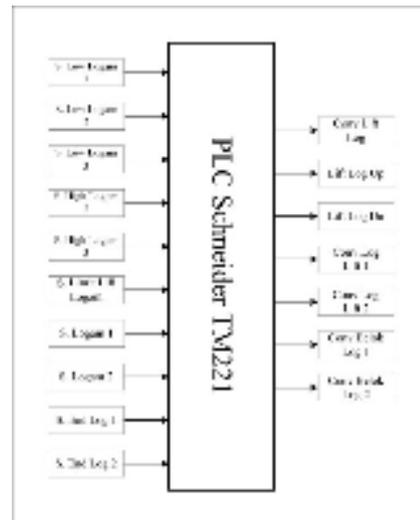
Gambar 7. Diagram alir (flowchart) prinsip kerja sistem (lanjutan)

B. Diagram Blok Sistem

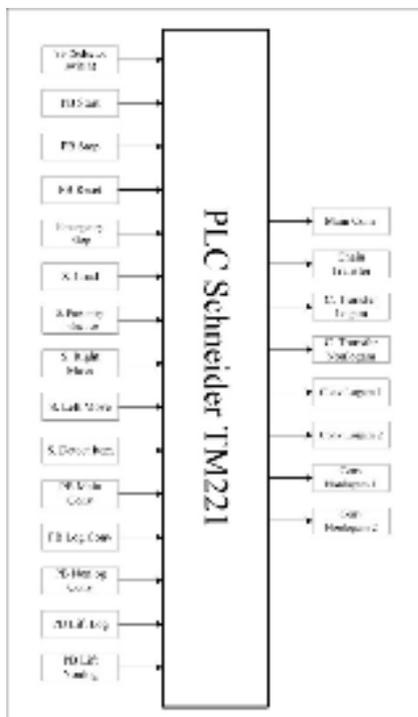
Pada diagram blok ini terdapat komponen *input* dan *output* PLC yang terhubung ke pin PLC Schneider TM221. Komponen ini terdiri dari sensor *proximity inductive*, *proximity capacitive*, *infrared* serta beragam jenis *conveyor*. Pada sistem ini diagram blok dibagi menjadi 5 bagian, yakni sebagai berikut :

1. Diagram blok sistem utama
2. Diagram blok lengan robot benda logam
3. Diagram blok lengan robot benda nonlogam
4. Diagram blok *lift* benda logam
5. Diagram blok *lift* benda nonlogam

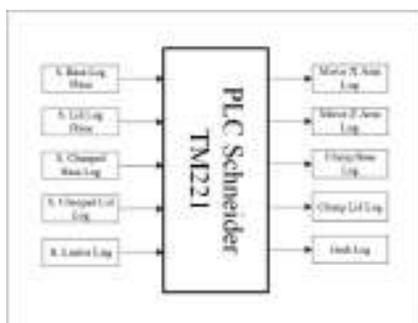
Karena diagram blok lengan robot serta *lift* pada logam dan nonlogam hanya terdapat perbedaan penamaan saja maka untuk diagram blok nonlogam dapat diwakilkan dengan diagram blok logam. Berikut diagram blok sistem pada rancangan sistem sortir benda logam dan nonlogam dapat diperhatikan pada [Gambar 8](#). s/d [Gambar 10](#).



Gambar 10. Diagram blok *lift* benda logam.



Gambar 8. Diagram blok sistem utama.



Gambar 9. Diagram blok lengan robot benda logam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Program PLC

Dalam pembuatan program *ladder diagram* digunakan *software programming* yakni Machine Expert Basic. Pada program yang telah dibuat terdapat 10 *section* yang terdiri dari :

- 1) Sortir Sistem
- 2) Main Robot
- 3) Log Robot
- 4) Nonlog Robot
- 5) Lift Logam
- 6) Lift Nonlogam
- 7) To Hardware
- 8) HMI Tampak Atas
- 9) HMI Tampak Samping (Logam)
- 10) HMI Tampak Samping (Nonlogam)

B. Pengujian Program Ladder PLC

Pengujian program *ladder* PLC pada sistem ini meliputi pengujian seluruh komponen *input* dan *output* yang terdapat pada program. Pengujian dilakukan pada mode *auto* yaitu pengujian ketika terdapat masukkan benda logam. *Input* dan *output* program ini akan diuji dengan menampilkan nilai dalam bentuk logika yakni hanya 1 dan 0 untuk tiap *input* atau *output*-nya.

Data hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel, pada tabel ini akan dibandingkan kondisi *input* dan *output* dalam beberapa langkah pengujiannya, untuk tabel pengujian mode *auto* dengan masukkan benda logam dapat dilihat pada Gambar 11.

TABEL PENGUJIAN BENDA LOGAM																											
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
INPUT	SS Auto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
	PB Start	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1
	PB Reset	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	PB Stop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0
	S. Proximitv Inductive	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Load	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Right Move	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Sum Log Base	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Base Log Place	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Lid Log Place	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Clamped Base Log	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Clamped Lid Log	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Detect Log	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Leave Log	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Low Logam 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	0	0	0	1	0
	S. Low Logam 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. High Logam 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Low Logam 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1	1	0	0	0
	S. High Logam 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0
	S. Limit Lift Logam L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0
	S. Limit Lift Logam R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0	0
	S. Detect Item	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
	S. Logam 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0
	S. Logam 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0
	S. End Log 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0
	S. End Log 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0
	Emergency Stop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
OUTPUT	Move X Arm Log	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Move Z Arm Log	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Raise Log	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Conv Lift Log	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0		1	0	0	1	0	0	0	
	Lift Log Dn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		0	0	0	1	0	0	0	
	Lift Log Up	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0		0	1	1	0	0	0	0	
	Slow Logam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		0	0	1	1	0	0	0	
	Conv Log Lift 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0	
	Conv Log Lift 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	0	
	Conv Belok Log 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0	
	Conv Belok Log 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	0	
	Ext Conv Log 1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	
	Ext Conv Log 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	
	Main Conv	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0	
	Chain Transfer	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	C. Transfer Logam	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Conv Logam 1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	
	Conv Logam 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	
	Base Log	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	Clamp Base Log	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
Clamp Lid Log	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		
Grab Log	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		

Gambar 11. Pengujian mode *auto* dengan masukkan benda logam.

Dapat dilihat pengujian sistem pada mode *auto* dengan memasukkan benda logam, sistem ini akan mulai beroperasi ketika *selector switch* dipindah pada posisi *auto* kemudian tombol *start* ditekan. Selanjutnya sistem akan bekerja secara otomatis dalam melakukan pemilahan, umumnya setiap *output* akan aktif ketika dipicu oleh sensor-sensor yang terdapat pada sistem ini. Sistem ini akan berhenti ketika tombol *stop* ataupun tombol *emergency* ditekan, namun ketika dihentikan dengan tombol *emergency*, maka untuk mengaktifkan sistem ini kembali harus *me-reset* tombol *emergency* terlebih dahulu.

C. Program HMI

Dalam pembuatan program HMI digunakan *software programming* yakni Vijeo Designer 6.2. Pada program terdapat 7 panel yang terdiri dari :

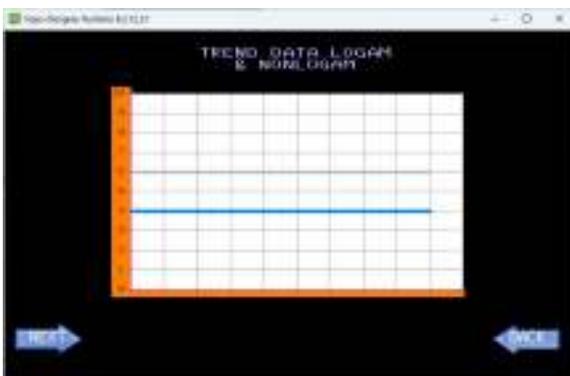
- 1) Home page
- 2) Plant Utama
- 3) Value Setting
- 4) Trend Data
- 5) Tampak Atas
- 6) Tampak Samping 1
- 7) Tampak Samping 2

D. Pengujian Program HMI

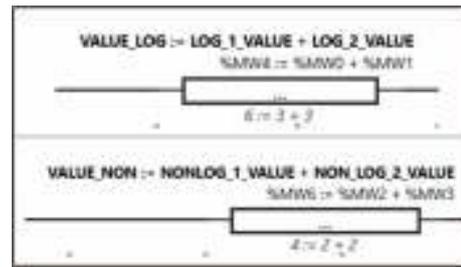
Pengujian program HMI pada sistem ini meliputi pengujian seluruh *object* pada setiap panel. Pada pengujian ini *object* akan diuji per setiap *panel*-nya, setiap *object* yang diuji akan dibandingkan dengan program *ladder* pada PLC. Berikut adalah pengujian setiap *panel*-nya :

1) Trend Data (panel 4)

Pada panel ini yang diuji adalah kesesuaian antara nilai pada *object trend graph* yang terdapat pada HMI dengan *memory word* pada PLC, pada pengujian ini *memory word* diberi nilai, yang mana untuk *memory word* dengan alamat %MW4 diberi nilai 6 (benda logam) sedangkan *memory word* dengan alamat %MW6 diberi nilai 4 (benda nonlogam), kemudian akan dibandingkan antara *memory word* pada PLC dengan *object trend graph* yang terdapat pada HMI. Berikut pengujiannya dapat diperhatikan pada Gambar 12. dan Gambar 13.



Gambar 12. Pengujian *object trend graph*.

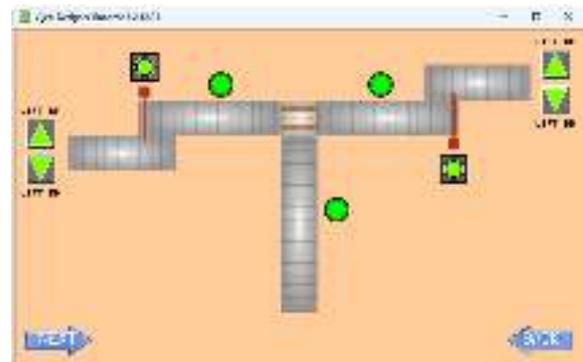


Gambar 13. Nilai *memory word panel* 4 pada PLC.

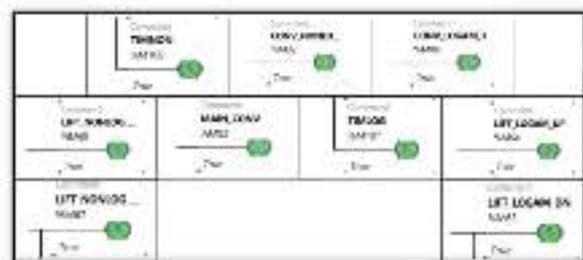
Dapat dilihat pada Gambar 12. bahwa *object trend graph* menampilkan nilai 6 untuk benda logam yang ditandai dengan garis berwarna perak dan 4 untuk benda nonlogam yang ditandai dengan garis berwarna biru, kemudian dapat dilihat pada Gambar 13. bahwa nilai *memory word* untuk benda logam adalah 6 dan nilai *memory word* untuk benda nonlogam adalah 4, hal ini menandakan bahwa *object trend graph* pada HMI dengan *memory word* pada PLC sesuai, maka *object trend graph* pada HMI telah sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

2) Tampak Atas (panel 5)

Pada panel ini yang diuji adalah kesesuaian antara *object* lampu indikator yang terdapat pada panel dengan output sebenarnya pada PLC, pada pengujian ini semua output diaktifkan, kemudian akan dibandingkan antara output PLC dengan *object* lampu indikator pada HMI. Berikut pengujiannya dapat diperhatikan pada Gambar 14. dan Gambar 15.



Gambar 14. *Object* lampu indikator pada panel 5.



Gambar 15. *Output panel* 5 pada PLC.

Dapat dilihat pada kedua gambar sebelumnya bahwa seluruh *object* lampu indikator pada HMI panel 5 menyala dan seluruh *variable output* PLC panel 5 juga berada pada logika 1 yang artinya *output* ini dalam keadaan aktif, ini menandakan

bahwa lampu indikator dan *output* PLC sesuai, maka *object* lampu indikator ini dapat bekerja dengan baik.

E. Scene Factory I/O

Dalam pembuatan *scene* Factory I/O, *scene* dibuat berdasarkan deskripsi kerja yang diinginkan, pada penelitian ini *scene* yang akan dibuat adalah *scene* yang berisikan sebuah *plant* yang memiliki tujuan untuk mensortir benda logam dan nonlogam menggunakan sebuah sensor *proximity inductive*. Setelah benda disortir, selanjutnya setiap benda akan diberi sebuah *base*, pada proses ini digunakan sebuah lengan robot untuk memudahkan pemberian *base* pada setiap benda. Setelah benda diberi *base*, maka proses selanjutnya benda akan melewati sebuah *lift* yang akan memindahkan benda dari lantai dasar ke lantai 2 atau 3. Kemudian benda akan dipindahkan pada rak penyimpanan 1 dan 2.

Pada aplikasinya benda logam dan nonlogam akan dipisahkan ke sisi kiri dan kanan dari *plant*, yang mana keduanya memiliki proses yang sama, keseluruhan *scene* dapat dilihat pada [Gambar 16](#). dan [Gambar 17](#).



Gambar 16. Keseluruhan *scene* tampak depan pada Factory I/O.



Gambar 17. Keseluruhan *scene* tampak samping pada Factory I/O.

F. Pengujian Scene Factory I/O

Pengujian *scene* Factory I/O pada sistem ini meliputi pengujian *input* dan *output* pada *scene*. Pada pengujian ini *input* dan *output* pada *scene* akan diuji, setiap *input* dan *output* yang diuji akan dibandingkan dengan program *ladder* pada PLC. Berikut adalah pengujian setiap detail dari *scene*-nya :

1) *Panel Box*

Pada bagian *panel box*, *input* dan *output* yang diuji adalah 9 buah *push button*, 1 buah *selector switch*, dan 1 buah

emergency stop sebagai *input*, serta 2 buah lampu indikator dan 2 buah *led display* sebagai *output*. Pada pengujian ini setiap *input* akan dipaksa aktif pada *software* Factory I/O kemudian dibandingkan dengan *input* pada *ladder* PLC, sedangkan untuk *output* akan diaktifkan pada *ladder* PLC kemudian dibandingkan dengan *output* pada *software* Factory I/O. Berikut pengujiannya dapat dilihat pada [Gambar 18](#). dan [Gambar 19](#).



Gambar 18. Pengujian *panel box* pada *software* Factory I/O.



Gambar 19. Pengujian *panel box* pada *ladder diagram*.

Dapat dilihat dari [Gambar 18](#). dan [Gambar 19](#). bahwa ketika seluruh *input* diaktifkan pada Factory I/O, maka seluruh *input* pada *ladder* akan berlogika 1 yang artinya *input* ini aktif. Kemudian ketika *output* pada PLC diberi logika 1, maka seluruh *output* pada Factory I/O juga akan aktif, kedua hal tersebut membuktikan bahwa antara *software* Factory I/O dengan PLC telah terkoneksi dengan baik.

Kemudian seperti yang ditunjukkan *operation block* pada [Gambar 19](#). bahwa nilai *memory* %MW4 dan %MW6 yang merupakan alamat dari *led display* jumlah benda logam dan nonlogam seperti pada 16. diberi nilai 4 dan 6, lalu dapat dilihat bahwa *led display* menampilkan nilai yang sesuai dengan nilai yang ditulis pada %MW4 dan %MW6, yang artinya *software* Factory I/O telah terkoneksi dengan baik dengan PLC.

2) *Chain Transfer*

Pada bagian *chain transfer*, *input* dan *output* yang diuji adalah 4 buah sensor sebagai *input*, serta 3 buah motor sebagai *output*. Pada pengujian ini setiap *input* akan dipaksa aktif pada *software* Factory I/O kemudian dibandingkan dengan *input* pada *ladder* PLC, sedangkan untuk *output* akan diaktifkan pada *ladder* PLC kemudian dibandingkan dengan *output* pada

software Factory I/O. Berikut pengujiannya dapat dilihat pada [Gambar 20](#), dan [Gambar 21](#).



Gambar 20. Pengujian *chain transfer* pada software Factory I/O.



Gambar 21. Pengujian *chain transfer* pada software Factory I/O.

Dapat dilihat dari [Gambar 20](#), dan [Gambar 21](#), bahwa ketika seluruh *input* diaktifkan pada Factory I/O, maka seluruh *input* pada *ladder* akan berlogika 1 yang artinya *input* ini aktif. Kemudian ketika *output* pada PLC diberi logika 1, maka seluruh *output* pada Factory I/O juga akan aktif, kedua hal tersebut membuktikan bahwa hubungan PLC dengan Factory I/O telah berhasil.

3) Main Conveyor

Pada bagian *main conveyor*, *input* dan *output* yang diuji adalah 2 buah sensor sebagai *input*, serta 1 buah *conveyor* sebagai *output*. Pada pengujian ini setiap *input* akan dipaksa aktif pada software Factory I/O kemudian dibandingkan dengan *input* pada *ladder* PLC, sedangkan untuk *output* akan diaktifkan pada *ladder* PLC kemudian dibandingkan dengan *output* pada software Factory I/O. Berikut pengujiannya dapat dilihat pada [Gambar 22](#), dan [Gambar 23](#).



Gambar 22. Pengujian *main conveyor* pada software Factory I/O.



Gambar 23. Pengujian *main conveyor* pada *ladder diagram*.

Dapat dilihat dari [Gambar 22](#), dan [Gambar 23](#), bahwa ketika seluruh *input* diaktifkan pada Factory I/O, maka seluruh *input* pada *ladder* akan berlogika 1 yang artinya *input* ini aktif. Kemudian ketika *output* pada PLC diberi logika 1, maka seluruh *output* pada Factory I/O juga akan aktif, kedua hal tersebut membuktikan bahwa antara software Factory I/O dengan PLC telah terhubung dengan baik.

Sebagai tambahan dapat dilihat pada [Gambar 24](#), yang merupakan gambar panel HMI yang merepresentasikan output berupa *main conveyor*, gambar tersebut menunjukkan bahwa indikator *main conveyor* juga dalam kondisi aktif maka ini sesuai dengan yang tertera pada software Factory I/O dan program PLC yakni dalam kondisi aktif (berlogika 1)



Gambar 24. Pengujian *main conveyor* pada panel HMI

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa simulasi *plant* sistem penyortiran benda logam dan nonlogam menggunakan software Factory I/O, PLC, dan HMI dapat terkoneksi dengan baik serta sesuai dengan deskripsi kerja yang diinginkan, artinya software Factory I/O dapat dimanfaatkan sebagai sarana dalam membuat simulasi *plant* sebuah sistem penyortiran benda logam dan nonlogam yang diotomasi oleh PLC dan dapat dipantau melalui perangkat HMI.

REFERENSI

- [1] D. Yuhendri, "Penggunaan PLC sebagai pengontrol peralatan building otomatis," *Journal of Electrical Technology*, vol. 3, no. 3, p. 121, 2018.
- [2] I. D. Wijaya, E. S. Astuti dan A. Prasetyo, "Simulasi pembelajaran penanganan kebakaran hutan berbasis Android," *Prosiding SENTIA*, vol. 8, p. 289, 2016.
- [3] Real Games, "Welcome," Real Games, 2023. [Online]. Available: <https://docs.factoryio.com/#about>. [Diakses 10 Desember 2023].
- [4] G. . R. Hidayat dan . I. H. Kurniawan, "Simulasi alat pengisi barang dan pengepakan barang menggunakan

- Factory IO,” *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 3, no. 1, p. 16, 2021.
- [5] W. M. A. Artiyasa, D. M. Taufik dan A. D. Wibowo, "Sistem penetasan telur berbasis PLC," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 47-48, 2020.
- [6] T. BSE, *Sistem Kontrol Terprogram Semester 4*, Jakarta: Buku Sekolah Elektronik, 2014.
- [7] M. Fahri, K. M. Ismail dan O. Fatra, "Rancangan sistem otomatis start dan monitoring air handling unit terminal 2 Bandar Udara Internasional Soekarno - Hatta," *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviassi*, vol. 14, no. 1, p. 12, 2021.
- [8] Schneider Electric, "Modicon M221 Logic Controller User Guide," Mei 2023. [Online]. Available: <https://www.se.com/id/id/download/document/EIO0000000976/>. [Diakses 4 Desember 2023].
- [9] Schneider Electric, "EcoStruxure Machine Expert - Basic V1.2," Juni 2022. [Online]. Available: https://www.se.com/id/id/download/document/Machine_Expert_Basic_V1_2_SP1/. [Diakses 12 Oktober 2023].
- [10] Y. Prasetyo, N. A. Hidayatullah, B. Artono dan B. D. S, "Power factor correction using programmable logic control based rotary method," *Journal of Physics: Conference Series*, p. 2, 2021.
- [11] Schneider Electric, "Advanced touchscreen panel 800 x 480 pixels WVGA- 7.0" TFT," 2023.
- [12] Schneider Electric, "Vijeo Designer Tutorial," April 2014. [Online]. Available: <https://www.se.com/id/id/download/document/VD-userguide-V6.2/>. [Diakses 4 Desember 2023].
- [13] A. K. Samlawi dan R. Siswanto, *Diktat Bahan Kuliah Material Teknik*, Banjarmasin: Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, 2016.
- [14] E. Ferdiansyah, *Ilmu Bahan Teknik 1*, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- [15] E. Ferdiansyah, *Ilmu Bahan Teknik 2*, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- [16] D. Aribowo, D. R. Ekawati dan N. Rahmah, "Sistem perancangan conveyor menggunakan sensor proximity PR18-8DN pada wood sanding machine," *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 8, no. 1, p. 71, 2021.