

Perancangan Elektrikal dan Pemograman PLC-HMI *Trainer Kit System Process Control*

Muhammad Resza¹, dan Ir. M. Syafei Gozali, S.T.,M.T¹

¹Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

Email: syafei@polibatatam.ac.id

Abstrak—Revolusi Industri 4.0 yang massif membutuhkan efisiensi pada proses produksi. Perkembangan teknologi membutuhkan sistem otomasi yang dapat dikontrol dan dimonitor dengan jangkauan jarak tertentu. Pada penelitian ini dikembangkan *Training Kit System Process Control* yang terdapat 3 station, bagian pertama adalah *Station water tank and Pump*, Kedua *Station Processing*, dan yang terakhir *Station Storage*. Masing-masing station menggunakan PLC Siemens S7-1200 yang dapat berintegrasi dengan *station* lainnya dalam satu jaringan. Setiap proses *station Training kit* ini dapat dikontrol dan dimonitor menggunakan *Human machine Interface* ataupun menggunakan perangkat yang dapat mengakses jaringan yaitu Tablet ataupun PC. Pada *Training kit system monitoring control* yang dikembangkan terdapat metode perancangan yang meliputi perancangan mekanikal design dengan menggunakan software deisgn mekanikal Solid edge, dalam perancangan elektrikal menggunakan software Autocad, dan pada perancangan software menggunakan software Tia Portal V16 dan Easybuilder. Berdasarkan implementasi yang sudah dibuat dapat diperoleh hasil bahwa *training kit system process control* dapat berfungsi dan bekerja sesuai dengan rancangan serta sudah divalidasi oleh supervisi.

Kata Kunci: PLC, HMI, Training Kit Kontrol Proses

Abstract—The massive Industrial Revolution 4.0 requires efficiency in the production process. The development of technology requires an automation system that can be controlled and monitored within a certain distance. In this research, a *Training Kit System Process Control* is developed which has 3 stations, the first part is the *Water Tank and Pump Station*, the second is the *Processing Station*, and the last is the *Storage Station*. Each station uses Siemens S7-1200 PLC which can integrate with other stations in one network. Each station process of this *Training kit* can be controlled and monitored using a *Human machine Interface* or using a device that can access the network, namely a Tablet or PC. In the *Training kit monitoring control system* developed there is a

design method which includes mechanical design using Solid edge mechanical deisgn software, electrical design using Autocad software, software design using Tia Portal V16 and Easybuilder software. Based on the implementation that has been made, it can be obtained that the training kit process control system can function and work according to the design and has been validated by supervision.

Keywords: PLC, HMI, Training Kit Process Control

I. PENDAHULUAN

Industri bergerak terus dengan sangat cepat. Belakangan ini muncul tren di kalangan kita bahwa revolusi industri telah mencapai suatu babak baru yang dikenal dengan era 4.0. Industri 1.0 dicirikan dengan adanya mekanisasi produksi, 2.0 ditandai dengan standarisasi mutu yang menyertai produksi massal, dan 3.0 sudah mulai melibatkan otomasi dan robot [1]. Sedangkan era 4.0 ditandai dengan digitalisasi pada berbagai bidang sehingga yang pada awalnya manusia sebagai pusat perekonomian, kini telah mulai banyak digantikan oleh teknologi digital [2].

Seiring dengan berkembangnya suatu industri untuk meningkatkan kapasitas, higienitas, dan kualitas, maka suatu proses automasi ialah pengisian cairan ke dalam botol [3]. Apabila dilakukan secara manual, kemungkinan kontaminasi sangat tinggi dan tentunya beresiko terhadap kesehatan. Terlebih lagi produk minuman yang komposisi utamanya adalah air yang bisa dibilang sangat mudah untuk ditumbuhi oleh mikroba [4]. Automasi pada tahap ini juga memiliki keunggulan pada ketepatan pengisian cairannya. Apabila dilakukan secara manual, akan sulit untuk mendapatkan sejumlah cairan isi yang jumlahnya benar-benar sama, dengan headspace yang sudah ditentukan [5].

Data statistik menunjukkan bahwa dari 7,56 juta total pengangguran terbuka, 20,76% berpendidikan SMK (BPS, 2015), hanya 22,3% guru SMK yang mengajar sesuai bidang keterampilan (Guru Produktif) dan pendidikan vokasi belum link-and-match dengan DUDI (dunia usaha/ industri). Sesuai dengan UU Sisdiknas Nomor 23 Tahun 2013, DUDI juga bisa dilibatkan dalam pembiayaan pendidikan. Di sekolah yang erat kerja samanya dengan DUDI, DUDI juga bisa dilibatkan dalam pembangunan laboratorium atau tempat praktik atau

pemberian bantuan peralatan praktik di sekolah. Sekolah yang erat hubungannya dengan DUDI dan bisa menerapkan praktik keahlian ganda dipastikan bisa menghasilkan lulusan yang dibutuhkan oleh DUDI [6].

Dalam pembuatan sistem *training kit* ini, penulis akan menggunakan beberapa komponen diantaranya adalah PLC, HMI, dan MPS® System 203 Industry 4.0 sebagai referensi. *Software* PLC TIA Portal digunakan memprogram PLC yang akan digunakan.

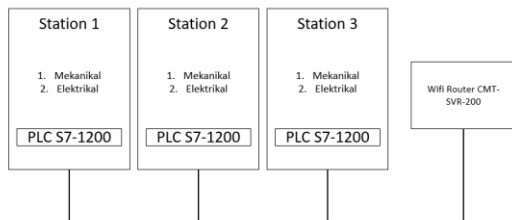
Menurut Asnal Effendi [7] sistem kontrol adalah sekumpulan komponen yang disusun sedemikian rupa sehingga dapat melakukan kegiatan seperti memerintah, mengarahkan atau mengukur sistem atau dapat mengendalikan sistem lainnya. Yahya [8] menegaskan bahwa sistem kontrol yaitu proses dimana suatu sistem terjadi karena kendali yang dihasilkan dari suatu masukan dapat di proses dan menghasilkan output atau keluaran.

Mercy [9] mengatakan bahwa monitoring didefinisikan sebagai siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan Tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Umumnya, monitoring digunakan dalam pemeriksaan antara kinerja dan target yang telah ditentukan. Monitoring merupakan suatu analisis dalam mengumpulkan informasi secara sistematis di dalam suatu proses yang sedang berlangsung. Dari asumsi tersebut dapat pengamatan untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dengan actual selama proses tersebut berjalan [10].

II. METODE

A. Perancangan

Pada tahap ini perancangan dibagi menjadi 3 *Station* yaitu *Station water Tank and Pump*, *Station Assembly and Process* dan *Station Storage*. Pada masing masing station terdapat perancangan mekanikal, elektrikal dan pemograman PLC pada setiap station. PLC pada masing – masin *station* dihubungkan ke wifi router menggunakan ethernet ip.



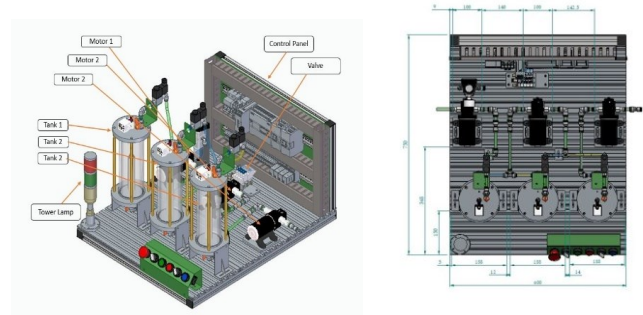
Gambar 1. Metode Perancangan

B. Perancangan Sistem Mekanikal

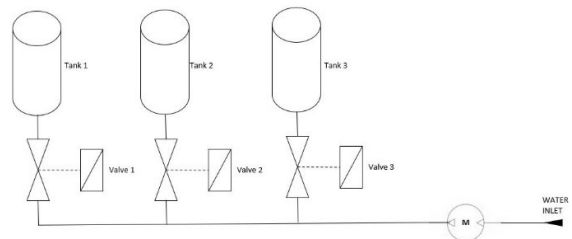
Pada *Training Kit Process Control* ini terdapat 3 *Station* yaitu *Station Water Tank and Pump*, *Station Assembly and Process*, *Station Storage*. Desain mekanikal dengan menggunakan aplikasi Siemens Solid Edge. Perakitan mekanikal menggunakan mesin bubut, cnc milling, dan cnc turning.

Pada gambar berikut, komponen yang akan digunakan antara lain, 3 unit water tank, 3 unit motor pump, tower lamp,

valve, dan control panel. Dimensi keseluruhan pada station 1 yaitu 600mm x 700mm.

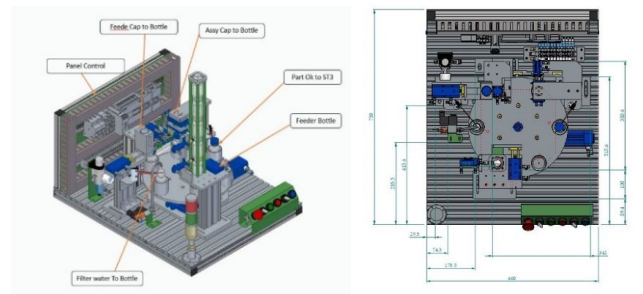


Gambar 2. Desain Station Water Tank and Pump

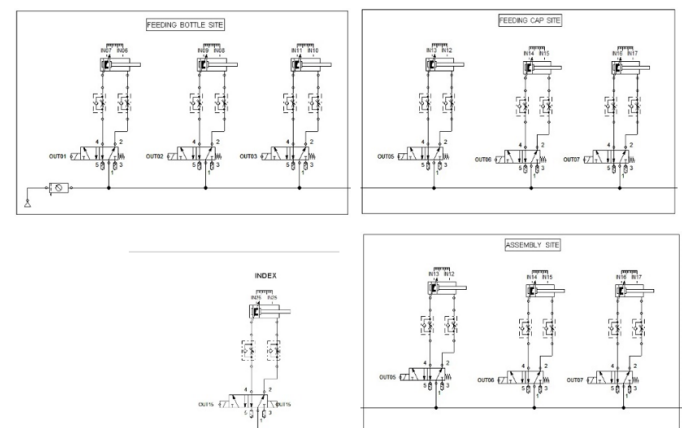


Gambar 3. P&ID Diagram Station 1

Setelah itu pada station 2, komponen yang akan digunakan antara lain, 1 unit feeder botol, 1 unit water filter, 1 unit mekanisme assmbler cap dan botol, dan control panel. Bisa dilihat pada gambar berikut bahwa dimensi keseluruhan dari station 2 adalah 600mm x 700mm.

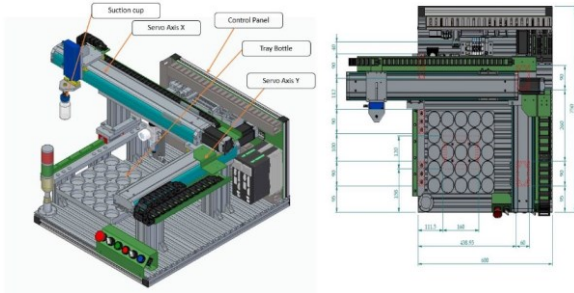


Gambar 4. Desain Station Assembly and Process

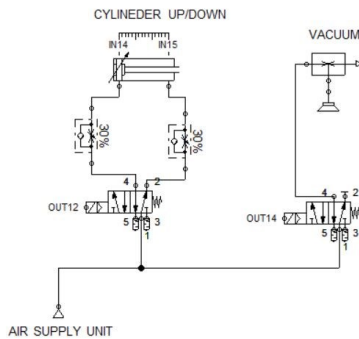


Gambar 5. Pneumatic Diagram Station 2

Pada station 3, komponen yang akan digunakan antara lain, *Suction cup*, *Servo Mechanism X* dan *Y*, *Tray* sebagai tempat botol, dan *control panel*. Dimensi keseluruhan station 3 yaitu 600mm x 700mm.



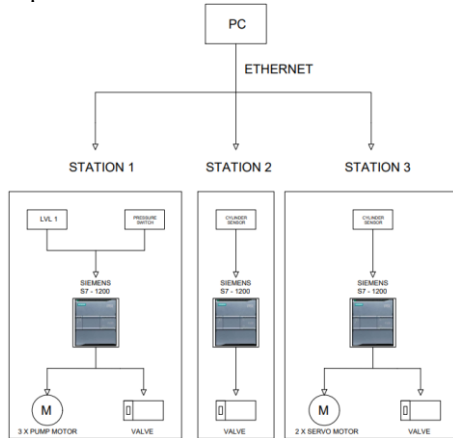
Gambar 6. Desain Station Storage Process



Gambar 7. Pneumatic Diagram Station 3

C. Perancangan Sistem Elektrikal

Sistem elektrikal dirancang menggunakan *software design* terlebih dahulu. Pada perancangan sistem elektrikal ini menggunakan *software autodesk autocad*. Setiap station mempunyai panel kontrol tersendiri.



Gambar 8. Blok diagram Elektrikal

Elektrikal dibagi menjadi 3 kontrol panel pada masing – masing station. Pada setiap station menggunakan PLC siemens S7-1200. pada *station 1* memiliki input yaitu *level sensor* dan *pressure sensor* dan output yaitu motor pump dan valve. Pada *station 2* memiliki input yaitu sensor silinder dan output yaitu solenoid valve. Pada *station 3* memiliki input yaitu sensor silinder dan servo posisi dan output yaitu solenoid valve dan

servo motor. Setiap station akan terhubung dengan cloud CMT-SVR-200 menggunakan komunikasi ethernet.

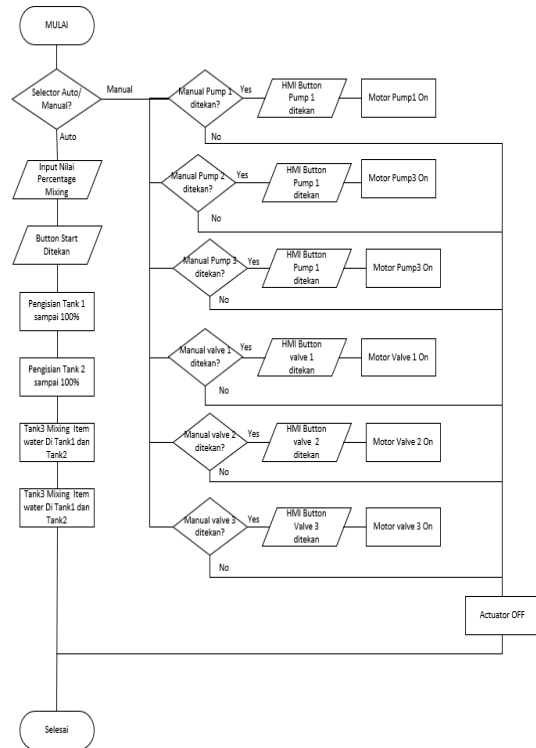
D. Perancangan Software

Dalam menjalankan suatu proses pengolahan atau *akuisisi data* dibutuhkan suatu perangkat lunak yang dapat memproses data – data yang berasal dari input seperti komponen sensor – sensor dan mampu memberikan tindakan pada output yang dikehendaki sehingga dapat digunakan dalam hasil akhir dari perancangan alat yang ini.

Untuk perancangan perangkat lunak dibutuhkan beberapa *software* pendukung proses perancangan yaitu *software easy builder pro* sebagai pembuatan HMI (*human machine interface*) dan *software TIA PORTAL* sebagai pembuatan program *controller PLC* yang akan digunakan.

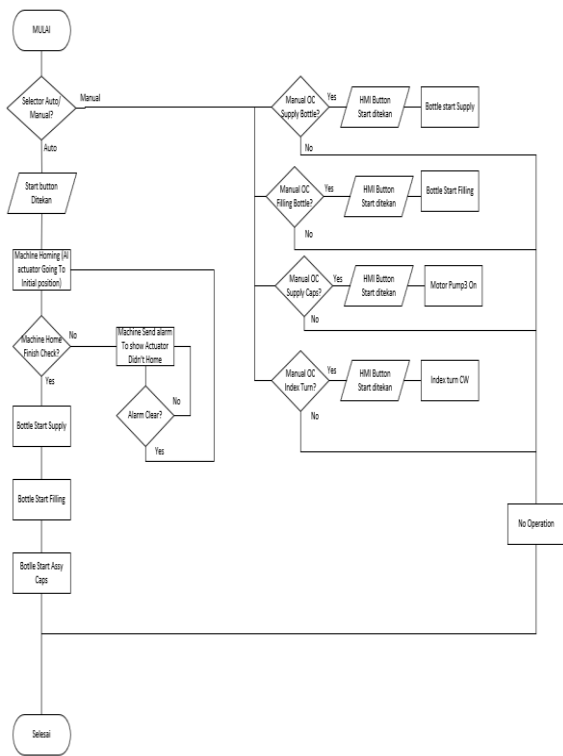
- Rancangan Pemrograman PLC

Suatu perangkat controller akan mampu memproses data yang diinginkan dengan cara memberikan *instruksi* pada setiap alamat sehingga alamat tersebut dapat di proses berdasarkan logika program yang diinginkan agar menghasilkan output yang dikehendaki. Pada dasarnya PLC memiliki 3 kategori penggunaan alamat yaitu (I) untuk kode *input*, (Q) untuk kode *output*. Setelah mengidentifikasi input dan output maka tahap selanjutnya yaitu memulai pemrograman PLC dengan mengikuti proses kerja mesin sesuai flowchart.



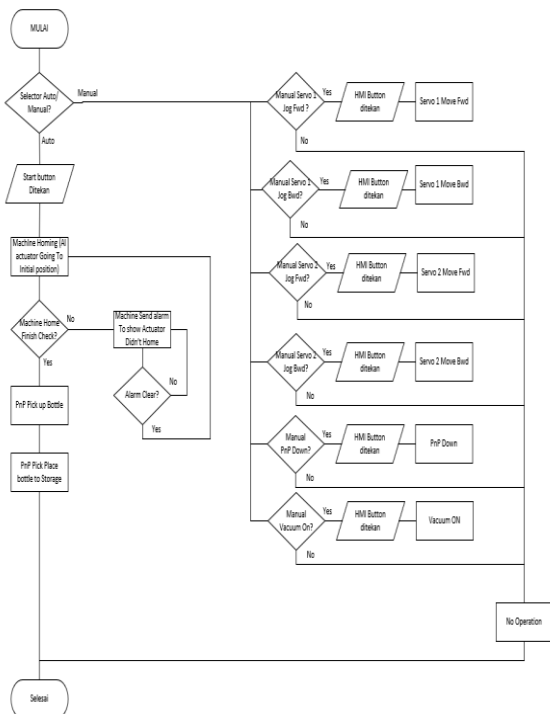
Gambar 9. Flowchart Station 1

Pada gambar diatas menjelaskan tentang *sequence* yang terapat pada station 1. Pertama, user harus memilih selector mode auto atau manual. Jika selector manual maka *sequence* station 1 menjalankan proses fungsi manual pada operator. Jika user memilih selector auto maka proses auto pada mesin akan berjalan. Tank 1 akan di isi sampai level air 100% kemudian diikuti dengan tanki 2. Setelah 2 tanki terisi maka dilanjutkan dengan proses *mixing* pada tank 3.



Gambar 10. Flowchart Station 2

Gambar diatas menjelaskan *sequence* pada station 2. User memilih selector auto atau manual. Jika selector mengarah pada manual. Mekanisme mesin akan menjalankan manual fungsi actuator pada mesin. Jika selector mengarah pada auto dan tombol start mesin akan menjalankan proses inialisasi. Setelah inialisasi selesai mesin akan melanjutkan proses auto mulai dari suplai botol kemudian suplai cap botol dan terakhir botol dan cap di assembly.

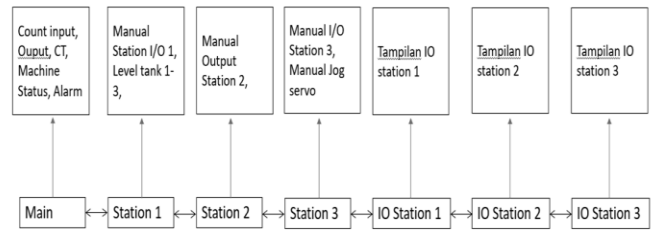


Gambar 11. Flowchart Station 3

Gambar diatas menjelaskan *sequence* yang terapat pada station 3. User memilih selector auto atau manual. Jika selector mengarah pada manual. Mekanisme mesin akan menjalankan manual fungsi actuator pada mesin. Jika selector mengarah pada auto dan tombol start mesin akan menjalankan proses inialisasi. Setelah inialisasi selesai mesin akan melanjutkan proses pemindahan botol yang sudah di assembly pada station 2 ke rak.

• Perancangan Design Interface

Dalam perancangan HMI (*human machine interface*) terdapat beberapa proses kontrol yang sudah terintegrasi dengan program PLC yang mana alamat pada setiap proses tersebut dapat digunakan untuk mengontrol mesin dengan menekan tombol *virtual* yang ada di HMI, HMI ini dirancang menggunakan sebuah *software* pendukung yaitu *software easy builder pro* dimana *software* ini dapat berkomunikasi dengan berbagai macam PLC. Agar program pada PLC dapat berkomunikasi dengan *software Easy builder pro* maka dilakukan settingan pada sistem parameter dengan menambahkan *device* PLC dengan tipe PLC yang sesuai pada actual PLC dan setiap alamat.



Gambar 12. Diagram Blok HMI

Pada gambar 12, merupakan rancangan design interface pada HMI. Pada HMI akan terdapat 7 bagian menu diantara lain:

- Main
- Station 1
- Station 2
- Station 3
- IO station 1
- IO station 2
- IO station 3

Pada menu main terdapat informasi jumlah input dan output botol yg di proses pada mesin, Status kondisi mesin dan Alarm. Menu Station 1 terdapat informasi bagian-bagian input/ouput yang ada pada station 1 termasuk juga informasi level tank 1 sampai 3. Station 2 terdiri dari manual ouput yang ada pada station 2. Station 3 terdapat informasi Manual output dan manual gerak axis x dan y pada servo motor station 3. Untuk menu IO station 1 sampai IO station 3 merupakan informasi input dan output pada masing masing station.

III. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui performa sistem dan fungsi mesin dapat bekerja sesuai rancangan awal. Berikut tahapan pengujian diantara lain:

A. Pengujian Fungsi Input dan Output pada PLC

Pengujian fungsi input dan output dilakukan dengan melihat indikator pada tag input dan output pada software PLC Siemens S7-1200 TIA PORTAL.

B. Pengujian Fungsi manual mesin HMI

Pengujian fungsi manual dilakukan untuk mengetahui proses gerak masing masing actuator secara manual menggunakan HMI ataupun tablet.

C. Pengujian Fungsi Auto mesin

Pengujian fungsi manual dilakukan dengan menekan tombol start pada HMI atau button start pada mesin, tujuan dari fungsi ini agar dapat mengetahui sequence auto berjalan sesuai rancangan program.

D. Pengujian Cycle Time

Pengujian fungsi Cycle time dilakukan untuk menganalisis setiap sequence proses terhadap waktu ketika mesin dijalankan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Fungsi Input dan Output pada PLC

Pengujian fungsi input dan output dilakukan dengan memberikan *force*/aksi pada masing – masing input pada list input masing-masing station.

Pengetesan output dilakukan dengan *memforce* atau memberikan sinyal digital pada aplikasi siemens Tia Portal.

No	Label	Input	Comment	HASIL	Label	Output	Comment	Hasil
1	IN01	I0.0	PB Emergency	OK	OUT01	Q0.0	Out Motor Pump Tank 1	OK
2	IN02	I0.1	PB Start	OK	OUT02	Q0.1	Out Motor Pump Tank 2	OK
3	IN03	I0.2	PB Stop	OK	OUT03	Q0.2	Out Motor Pump Tank 3	OK
4	IN04	I0.3	SW Auto/Manual	OK	OUT04	Q0.3	Out SV tank 1	OK
5	IN05	I0.4	PB Reset	OK	OUT05	Q0.4	Out SV tank 2	OK
6	IN06	I0.5	Spare IN06		OUT06	Q0.5	Out SV tank 3	OK
7	IN07	I0.6	Spare IN07		OUT07	Q0.6	Out Spare OUT06	
8	IN08	I0.7	Spare IN08		OUT08	Q0.7	Out TL Red	OK
9	IN09	I1.0	Spare IN09		OUT09	Q1.0	Out TL Green	OK
10	IN10	I1.1	Spare IN10		OUT10	Q1.1	Out TL Buzzer	OK
11	IN11	I1.2	Spare IN11					
12	IN12	I1.3	Spare IN12					
13	IN13	I1.4	Spare IN13					
14	IN14	I1.5	Spare IN14					
15	A11	IW90	Spare A11					
16	A12	IW92	Spare A12					
17	A103	IW100	Pressure tank 1	OK				
18	A104	IW101	Pressure tank 2	OK				
19	A105	IW102	pressure tank 3	OK				
20	A106	IW103	level tank 1	OK				
21	A107	IW104	level tank 2	OK				
22	A108	IW105	level tank 3	OK				
23	A109	IW106	Spare A109	OK				
24	A110	IW107	Spare A110					
25	A111	IW108	Spare A111					

Gambar 13. Tabel Input dan Output Station 1

No	Label	Input	Comment	Hasil	Label	Output	Comment	Hasil
1	IN01	I0.0	PB Emergency	OK	OUT01	Q0.0	Out UT1 Stopper 1 Fwd	OK
2	IN02	I0.1	PB Start	OK	OUT02	Q0.1	Out UT1 Stopper 2 Bwd	OK
3	IN03	I0.2	PB Stop	OK	OUT03	Q0.2	Out UT1 Feeder Fwd	OK
4	IN04	I0.3	SW Auto/Manual	OK	OUT04	Q0.3	Out UT2 Water Filter On	OK
5	IN05	I0.4	PB Reset	OK	OUT05	Q0.4	Out UT3 Pusher Bottle Fwd	OK
6	IN06	I0.5	UT1 Stopper1 Fwd Lmt	OK	OUT06	Q0.5	Out UT3 Pressing Bottle Down	OK
7	IN07	I0.6	UT1 Stopper1 Bwd Lmt	OK	OUT07	Q0.6	Out UT3 Gripper Open	OK
8	IN08	I0.7	UT1 Stopper2 Fwd Lmt	OK	OUT08	Q0.7	Out TL Red	OK
9	IN09	I1.0	UT1 Stopper2 Bwd Lmt	OK	OUT09	Q1.0	Out TL Green	OK
10	IN10	I1.1	UT1 Feeder Fwd Lmt	OK	OUT10	Q1.1	Out TL Buzzer	OK
11	IN11	I1.2	UT1 Feeder Bwd Lmt	OK	OUT11	Q2.0	Out UT4 Rotation CW	OK
12	IN12	I1.3	UT3 Pusher Bottle Fwd Lmt	OK	OUT12	Q2.1	Out UT4 Gripper1 Open	OK
13	IN13	I1.4	UT3 Pusher Bottle Bwd Lmt	OK	OUT13	Q2.2	Out UT4 Gripper2 Open	OK
14	IN14	I1.5	UT3 Pressing Bottle Up Lmt	OK	OUT14	Q2.3	Out Index Rotation CCW	OK
15	A11	IW90	Spare A11		OUT15	Q2.4	Out Index Rotation CW	OK
16	A12	IW92	Spare A12		OUT16	Q2.5	Out Spare OUT16	
17	IN15	I2.0	UT3 Pressing Bwd Lmt	OK	OUT17	Q2.6	Out Spare OUT17	
18	IN16	I2.1	UT3 Gripper Open Lmt	OK	OUT18	Q2.7	Out Spare OUT18	
19	IN17	I2.2	UT3 Gripper Close Lmt	OK	OUT19	Q3.0	Out Spare OUT19	
20	IN18	I2.3	UT4 Rotation CW Lmt	OK	OUT20	Q3.1	Out Spare OUT20	
21	IN19	I2.4	UT4 Rotation CCW Lmt	OK	OUT21	Q3.2	Out Spare OUT21	
22	IN20	I2.5	UT4 Gripper1 Open Lmt	OK	OUT22	Q3.3	Out Spare OUT22	
23	IN21	I2.6	UT4 Gripper1 Close Lmt	OK	OUT23	Q3.4	Out Spare OUT23	
24	IN22	I2.7	Spare IN22		OUT24	Q3.5	Out Spare OUT24	
25	IN23	I3.0	UT4 Gripper2 Open Lmt	OK	OUT25	Q3.6	Out Spare OUT25	
26	IN24	I3.1	UT4 Gripper2 Close Lmt	OK	OUT26	Q3.7	Out Spare OUT26	
27	IN25	I3.2	Index Rotation CW Lmt	OK				
28	IN26	I3.3	Index Rotation CCW Lmt	OK				
29	IN27	I3.4	Index Water Filter Detection	OK				
30	IN28	I3.5	End Station Detection	OK				
31	IN29	I3.6	Spare IN29					
32	IN30	I3.7	Spare IN30					

Gambar 14. Tabel Input dan Output Station 2

Label	Input	Comment	Hasil	Label	Output	Comment	Hasil
IN01	I0.0	PB Emergency	OK	OUT01	Q0.0	Out M1 (X) Pulse	OK
IN02	I0.1	PB Start	OK	OUT02	Q0.1	Out M1 (X) Sign	OK
IN03	I0.2	PB Stop	OK	OUT03	Q0.2	Out M2 (Y) Pulse	OK
IN04	I0.3	SW Auto/Manual	OK	OUT04	Q0.3	Out M2 (Y) Sign	OK
IN05	I0.4	PB Reset	OK	OUT05	Q0.4	Out M1 (X) Servo On	OK
IN06	I0.5	M1 (X) Ready	OK	OUT06	Q0.5	Out M1 (X) Reset	OK
IN07	I0.6	M1 (X) Alarm	OK	OUT07	Q0.6	Out M2 (Y) Servo On	OK
IN08	I0.7	M1 (X) Proximity Bwd	OK	OUT08	Q0.7	Out TL Red	OK
IN09	I1.0	M1 (X) Proximity Home	OK	OUT09	Q1.0	Out TL Green	OK
IN10	I1.1	M1 (X) Proximity Fwd	OK	OUT10	Q1.1	Out TL Buzzer	OK
IN11	I1.2	M2 (Y) Ready	OK	OUT11	Q2.0	Out M2 (Y) Reset	OK
IN12	I1.3	M2 (Y) Alarm	OK	OUT12	Q2.1	Out Cyl P&P Down	OK
IN13	I1.4	M2 (X) Proximity Bwd	OK	OUT13	Q2.2	Out Cyl P&P Vacuum On	OK
IN14	I1.5	M2 (X) Proximity Home	OK	OUT14	Q2.3	Out Spare OUT14	
A11	IW90	Spare A11		OUT15	Q2.4	Out Spare OUT15	
A12	IW92	Spare A12		OUT16	Q2.5	Out Spare OUT16	
IN15	I2.0	M2 (X) Proximity Fwd	OK	OUT17	Q2.6	Out Spare OUT17	
IN16	I2.1	P&P Up Lmt	OK	OUT18	Q2.7	Out Spare OUT18	
IN17	I2.2	P&P Down Lmt	OK				
IN18	I2.3	P&P Vacuum On	OK				
IN19	I2.4	Spare IN19					
IN20	I2.5	Spare IN20					
IN21	I2.6	Spare IN21					
IN22	I2.7	Spare IN22					

Gambar 15. Tabel Input dan Output Station 3

B. Pengujian Fungsi Manual Pada HMI

Pengujian fungsi manual pada HMI ditujukan untuk memastikan HMI dan PLC saling terhubung dan fungsi manual dapat bekerja sesuai rancangan awal.

Name	Input/Output	Signal
Tombol Manual Pump 1	Button Manual	1 Press 0 Release
	Pump 1	1 Pump On 0 Pump Off
Tombol Manual Pump 2	Button Manual	1 Press 0 Release
	Pump 2	1 Pump On 0 Pump Off
Tombol Manual Pump 3	Button Manual	1 Press 0 Release
	Pump 3	1 Pump On 0 Pump Off
Tombol Manual Valve 1	Button Manual	1 Press 0 Release
	Valve 1	1 Valve On 0 Valve Off
Tombol Manual Valve 2	Button Manual	1 Press 0 Release
	Valve 2	1 Valve On 0 Valve Off
Tombol Manual Valve 3	Button Manual	1 Press 0 Release
	Valve 3	1 Valve On 0 Valve Off

Gambar 16. Hasil Uji Fungsi Manual Station 1

Name	Input/Output	Signal
Tombol 1 Cycle Index Table	Button Start	1 Press 0 Release
	Machine Status	1 Run 1 Cycle 0 No Action
Tombol 1 Cycle Bottle Supply	Button Start	1 Press 0 Release
	Machine Status	1 Run 1 Cycle 0 No Action
Tombol 1 Cycle Filling Bottle	Button Start	1 Press 0 Release
	Machine Status	1 Run 1 Cycle 0 No Action
Tombol 1 Cycle Caps Supply & Assy	Button Start	1 Press 0 Release
	Machine Status	1 Run 1 Cycle 0 No Action

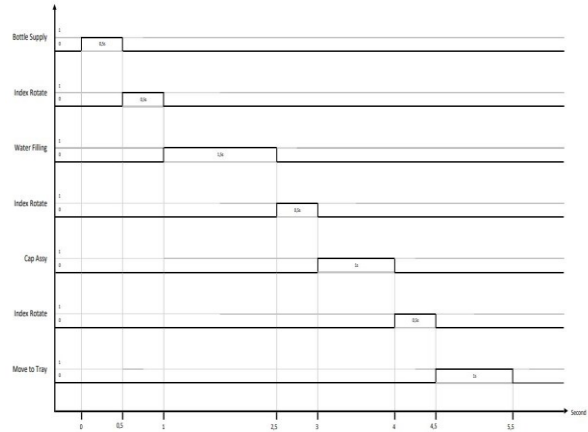
Gambar 17. Hasil Uji Fungsi Manual Station 2

Name	Input/Output	Signal
Tombol Manual Jog Forward	Button Start	1 Press 0 Release
	Robot 1 Axis	1 Move Forward 0 No Action
Tombol Manual Jog Backward	Button Start	1 Press 0 Release
	Robot 1 Axis	1 Move Backward 0 No Action
Tombol Manual Cylinder PnP Down	Button Start	1 Press 0 Release
	Cylinder	1 Cylinder down 0 Cylinder up
Tombol Manual Vacuum	Button Start	1 Press 0 Release
	Vacuum	1 Vacuum On 0 Vacuum Off

Gambar 18. Hasil Uji Fungsi Manual Station 3

C. Pengujian Fungsi Auto

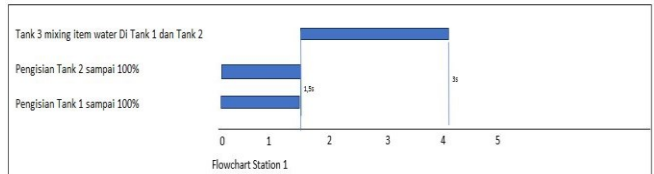
Pada pengujian fungsi auto, mesin dijalankan dengan menekan tombol start. Pada pengujian ini ditujukan untuk melihat mekanika dan elektrikal bekerja sesuai dengan rancangan awal. Pada proses ini auto terdapat modifikasi pada rancangan mekanikal.



Gambar 19. Hasil Uji Fungsi Auto

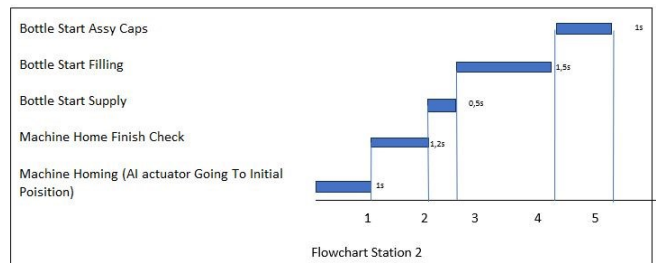
D. Pengujian Cycle Time Mesin

Pada pengujian cycle time ini ditujukan untuk melihat performa dan efisiensi kerja mesin. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur waktu masing-masing sub station. Alat ukur yang digunakan pada pengujian adalah stopwatch.



Gambar 20. Cycle Time Station 1

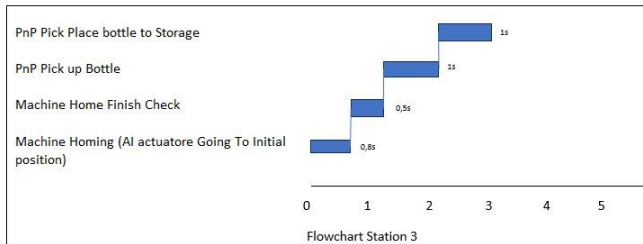
Pada gambar di atas, bisa dilihat bahwa proses pengisian tank 1 dan tank 2 membutuhkan waktu 1.5 detik untuk mencapai titik penuh, dan untuk proses mixing di tank 3 membutuhkan waktu 3 detik. Sehingga total cycle time pada station 1 yaitu 4.5 detik.



Gambar 21. Cycle Time Station 2

Pada gambar di atas, proses Assembly botol membutuhkan 5.2s/1botol. Proses ini dibagi menjadi beberapa proses yaitu, Proses home atau inialisasi, Supply bottle, Filling Bottle, dan terakhir Assembly cap atau tutup pada botol. Proses home membutuhkan waktu 1s, supply botol 0.5s, filling bottle 1.5s, assembly caps 1s.

Pada gambar selanjutnya, proses Pick up botol yang sudah di filling dan sudah assembly menuju ke rak membutuhkan waktu 3.3s. dimana proses tersebut dibagi beberapa bagian. Proses inisialisasi membutuhkan waktu 0.8s. Pick up bottle membutuhkan waktu 1s. Dan placement atau meletakkan botol ke rak membutuhkan waktu 1s.



Gambar 22. Cycle Time Station 3

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dalam rangkaian penelitian ini, nilai dari perancangan, pengujian, serta implementasi secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa *Wiring* diagram yang telah dirancang dapat tersambung dengan *device* input dan output pada masing-masing *station*. Program PLC yang telah dirancang dapat di implementasikan pada masing-masing PLC setiap *station*. *Sequence* dapat bekerja sesuai rancangan flowchart. Sistem HMI yang telah dirancang dapat tersambung pada masing-masing *station*. *Device* input dan output setiap *station* dapat dikontrol dan dimonitor melalui *tablet*, *pc* dan *handphone*. Serta Perancangan dan hasil yang telah di implementasikan dapat disetujui oleh supervisi.

B. Saran

Adapun hal – hal yang masih bisa dikembangkan dari trainer kit sistem monitoring proses control ini adalah Pengembangan protokol keamanan agar data yang dikirim dapat dikirim dengan aman tanpa adanya pencurian data, serta Pengembangan fitur penyimpanan data pada database.

REFERENCES

- [1] J. S. Arief Budiman, "Sistem Informasi Monitoring dan Pemeliharaan Penggunaan Scada (Supervisory Control and Data Acquisition)," *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 15, no. 2, pp. 168-179, 2021.
- [2] M. Y. N. M. K. Nabilah Purba, "Revolusi Industri 4.0: Peran Teknologi dalam Eksistensi Penguasaan Bisnis dan Implementasinya," *JSPB*, vol. 9, no. 2, pp. 91-97, 2021.
- [3] N. D. Thomas Philbeck, "The Fourth Industrial Revolution," *Journal of International Affairs*, vol. 72, no. 1, pp. 17-22, 2018.
- [4] A. Sudrajat, "Rancang Bangun Alat Pembuat Kopi Vietnam Drip Otomatis Menggunakan PLC dan HMI (Software)," 2017.
- [5] Sudaryono, *Pneumatik dan Hidrolik*, Malang: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013.
- [6] N. H. Y. Milandah Maulina, "Optimalisasi link and match sebagai upaya relevansi SMK dengan dunia," *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, vol. 10, no. 1, pp. 28-37, 2022.
- [7] A. Efendi, "Perancangan Pengontrolan Pemanas Air Menggunakan PLC Siemens S7-1200 dan Sensor Arus ACS712," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 12-19, 2013.
- [8] W. Yahya, "Desain Media Pembelajaran Sistem Kontrol Elektropneumatik Berbasis Programmable Logic Controller," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [9] M. Corps, *Design, Monitoring and Evaluation Guidebook*, USA: Uniformed Services University, 2003.
- [10] M. R. H. B. Y. Mehmet Fatih Isik, "Smart Phone Based Energy Monitoring System for 3 Phase Induction Motors," *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 90-93, 2017.
- [11] M. R. Fata, *Modul elektronika dan mekatronika elektropneumatik dan PLC Siemens*, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017.
- [12] A. T. d. K. R. Emir Nasrullah, "Model Sistem Kontrol Pemilahan Produk Berbentuk Kotak," *ELITE ELEKTRO Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 3, no. 1.
- [13] S. Bryan, *Aplikasi Sistem Monitoring Pada Rancang Bangun Penyortir Barang Berwarna Merah dan Hijau dengan HMI Berbasis PLC Schneider*, Semarang: Universitas Diponegoro, 2018.
- [14] I. L. V. C. A. R. K. Velaga Pavani, "Local Area Network (LAN) Technologies," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 1, no. 5, pp. 70-73, 2012.
- [15] W. Forum, "cMT-SVR-200 – A New cMT-SVR Model, Just Perfect for Wireless Industrial," Weintek, 30 Januari 2019. [Online]. Available: <https://forum.weintek.com/cmt-svr-200/>. [Accessed 03 Februari 2022].

[5] Sudaryono, *Pneumatik dan Hidrolik*, Malang: