

MODUL SISTEM PRODUKSI PADA PROSES FABRIKASI, PENYIMPANAN, DAN PENGANGKUTAN MENGGUNAKAN PLC

Oleh: Adi Wisaksono¹, Sri Kusumastuti², Muhamad Taufiq Irvani³, Rensa Linanda⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275

Email: adi.wisaksono@polines.ac.id¹, kuzumastuti@gmail.com²

Abstrak

Modular production system untuk tiga station memiliki perangkat masukan yang terdiri dari Sensor ReedSwitch, Inductive Proximity, Photoelectric, Sensor Warna, Pressure Sensor dan Sensor Fiber Optic. Sedangkan untuk perangkat keluarannya menggunakan Motor DC, Aktuator, Pilot Lamp, Tower Light, dan Buzzer. Dengan kendali program menggunakan PLC serta software Wago e!Cockpit, maka ketiga proses tersebut berjalan secara kontinu dan berkesinambungan dari station fabrikasi dengan kinerja untuk pengencangan screw, station penyimpanan untuk menyimpan produk hasil fabrikasi, dan outlet lifter sebagai station untuk mengembalikan palet ke proses awal. Dari ketiga modul tersebut, semua alat bekerja sesuai dengan tugas masing-masing dengan durasi waktu yang sesuai. Alat peraga modular production system ini digunakan sebagai modul pembelajaran bagi mahasiswa Politeknik Negeri Semarang

Kata kunci : e!Cockpit, fabrikasi, penyimpanan, PLC, outlet lifter

Abstract

The modular in understanding production system for these three stations has input devices consisting of Reed Switch Sensors, Inductive Proximity, Photoelectric, Color Sensors, Pressure Sensors and 1 d Fiber Optic Sensors. As for the outputdevice using a DC Motor, Actuator, Pilot Lamp, Tower Light, and Buzzer. With program control using PLC and Wago e!Cockpit software, the three processes run continuously and continuously from a fabrication station with performance for screw tightening, a storage station to store fabricated products, and an outlet lifter as a station to return pallets to the initial process. Of the three modules, all tools work according to their respective tasks with the appropriate time duration. This modular production system teaching aid will later be used as a learning module for students State Polytechnic of Semarang.

Keywords: e!Cockpit, fabrication, storage, PLC, outlet lifter

1. Pendahuluan

Dunia industri mengalami kemajuan yang pesat, berdampak positif terutama dalam hal peningkatan perminatan konsumen. Dilansir dalam laman Direktori Industri Manufaktur (2019), bahwa 32.209 perusahaan yang sedang aktif-aktifnya. Dengan meningkatnya permintaan konsumen tersebut, beberapa perusahaan industri belum bisa dan menyanggupinya karena terbatas pada teknologi yang digunakan. Kebanyakan dari mereka belum menggunakan sistem otomasi terutama dalam proses fabriksai, proses penyimpanan, outlet lifter. Beberapa dari perusahaan industri tersebut hanya

menggunakan proses fabrikasi dengan alat pengencangan screw yang masih manual, proses penyimpanan barang yang masih dikemas sederhana menurut material produknya, dan pengangkutan outlet pun masih dilakukan dengan jasa pekerja. Padahal, proses kinerja dengan sistem yang manual tersebut memakan waktu. yang lama, kualitas barang kurang terjamin, dan menambah banyak porsi alokasi dana bagi para karyawan, serta produktivitas dari industri kurang optimal.

Dari permasalahan di atas, dibutuhkan sebuah alat dengan satu rangkaian sistem otomasi, yang sistem tersebut memuat adanya proses fabrikasi, penyimpanan, dan

outlet lifter yang dikendalikan dengan program tanpa banyak memakai kinerja manusia. Maka dari itu, dibuatlah sebuah alat peraga *Modular Production System* (MPS) pada proses fabrikasi, penyimpanan, dan *outlet lifter* menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC). Pengendali PLC pada MPS ini untuk menyimulasikan proses fabrikasi, penyimpanan, dan pengangkut *outlet* secara otomatis. Dengan proses fabrikasi otomatis ini, barang yang siap dilakukan pengencangan *screw* akan secara kontinu diatur oleh sistem, sehingga hasil produksi akan jauh lebih cepat dan tepat. Ketiga sistem otomasi ini akan bekerja secara kontinu, sehingga produktivitas kinerja akan lebih optimal dan dapat menjawab permasalahan dalam perusahaan industri tersebut.

2. Alat Dan Bahan

2.1 Sensor Inductive Proximity NPN PRW Series

Proximity inductive berfungsi untuk mendeteksi objek logam. Meskipun terhalang oleh benda non-logam, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya logam di area sensingnya, maka kondisi keluaran sensor akan berubah nilainya. Sensor Inductive Proximity dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sensor *Inductive Proximity*

2.2 Sensor reedswitch TPCW8H

Sensor *Reedswitch* terdiri dari dua atau tigabilah logam yang tertutup rapat didalam tabung kaca. *Reedswitch* juga mempunyai nama lain sebagai Sensor *Magnetic Switch* yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan dari penggerak silinder naik, turun atau

maju, mundur. Cara kerja dari sensor ini adalah ketika ada medan magnet mengenai bagian depan sensor, maka sensor akan bekerja sehingga menghubungkan kontaknya, medan magnet ini terdapat dari bagian dalam silinder sebelah atas dan bawah kemudian posisi sensor nempel dengan badan silinder pada saat silinder bergerak naik atau turun maka akan ada medan magnet yang mengenai *Reedswitch*.



Gambar 2. Bentuk Sensor *Reed Switch*

2.3 Sensor *Photoelectric* NPN BPS3M-TDT

Photoelectric Sensor Compact Seri BPS mudah untuk dipasang berkat desain yang ringkas, tipis, dan datar. Sensor bertipe *through-beam* memiliki sensing hingga 3 m, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor *Photoelectric* NPN BPS3M-TDT

2.4 Pressure sensor PSA-V01

Pressure Sensor merupakan tampilan digital seri PSA yang dapat mengukur dan menampilkan beragam tipe tekanan termasuk gas, cairan, dan minyak. Fungsi *autoshift* dapat menyesuaikan tingkat tekanan untuk menyesuaikan perubahan tekanan awal, menyediakan output stabil dan akurat. Sensor ini juga memiliki beragam fitur fungsi *user-friendly*

termasuk penyesuaian zero-point, monitoring nilai puncak, dan gangguan kebisingan. Fluida yang digunakan adalah (Tipe Pneumatik) udara, gas, non-korosif, arah port tekanan raer fitting, Tipe koneksi konektor (kabel tipe konektor : 2m), Catu daya : 12-24VDC +/- 10% (ripple P-P : maks.10%), Konsumsi arus : Voltage output type: Maxs. 50 mA serta Current Output type: Maxs. 75mA. Berikut adalah bentuk *Pressure Sensor* yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk *Pressure Sensor*

2.5 Sensor warna GR40RN

Sensor Warna yang digunakan untuk mendeteksi putih dan biru. Pada penelitian ini menggunakan tipe GR40RN. Sensor ini bekerja dengan metode *convergent reflective*. Memiliki 2 indikator, yang pertama Light reception indicator (Red LED) dan Stability indicator (Green LED). Gambar 5 menunjukkan bentuk Sensor Warna GR40RN.



Gambar 5. Sensor Warna GR40RN

2.6 Sensor *fiber Optic* BF3RX

Serat optik merupakan saluran transmisi terbuat dari kaca yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar. Sensor *fiber optic*

yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe BF3RX keluaran Autonics, terlihat pada Gambar 6. Pada penelitian ini, sensor *fiber optic* digunakan untuk mendeteksi adanya benda baik alumunium, putih, biru didalam wadah tabung penampung dan tempat diluar tabung.



Gambar 6 Bentuk Sensor *Fiber Optic*

2.7 *Programmable Logic Controller* (PLC)

Komponen utama yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC adalah perangkat untuk melaksanakan fungsi kendali dan juga monitor yang dapat di program. Pada dasarnya PLC merupakan suatu bentuk komputer. Perbedaannya dengan komputer pada umumnya (PC) adalah PLC ditujukan khusus untuk aplikasi industri sehingga mempunyai beberapa karakteristik khusus. PLC telah dilengkapi dengan I/O digital dengan koneksi dan level sinyal yang standar sehingga dapat langsung dihubungkan dengan berbagai macam perangkat seperti saklar, lampu, relay, ataupun berbagai macam sensor dan aktuator. Konstruksi PLC bersifat modular sehingga memudahkan dalam penggantian ataupun penambahan fasilitas yang diperlukan. PLC juga relatif lebih tahan terhadap keadaan di pabrik, misalnya temperatur dan kelembapan yang tinggi, serta gangguan dan derau yang mungkin terdapat pada berbagai peralatan industri.

Pada penelitian ini, PLC yang digunakan pada proses fabrikasi, proses penyimpanan, dan *outlet lifter* adalah PLC Wago. Keunggulan dari PLC Wago adalah dapat disusun sesuai kebutuhan kita. PLC Wago pada ketiga *station* ini adalah slave, jadi ketiga *station* ini dikontrol dengan PLC master. PLC master yang digunakan adalah PLC Wago seri 750-8207. Untuk *station*

proses fabrikasi disusun dari PLC Wago seri 750-352, PLC Wago seri 750-601, PLC Wago seri 750-436, PLC Wago seri 750-408, dan PLC Wago seri 536. Sedangkan untuk *station* proses penyimpanan disusun dari PLC Wago seri 750-352, PLC Wago seri 750-601, PLC Wago seri 750-436, PLC Wago seri 750-409, dan PLC Wago seri 750-536. Untuk outlet lifter nya disusun dari PLC Wago seri 750-352, PLC Wago seri 750-602, PLC Wago seri 750-436, PLC Wago seri 750-536, dan PLC Wago seri 750-516.



Gambar 7 WAGO's 750-8207

2.8 Motor DC

Motor DC atau motor arus searah adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik. Gambar 8 menunjukkan bentuk dan symbol dari motor DC. (Urwah, *et al.* 2020)

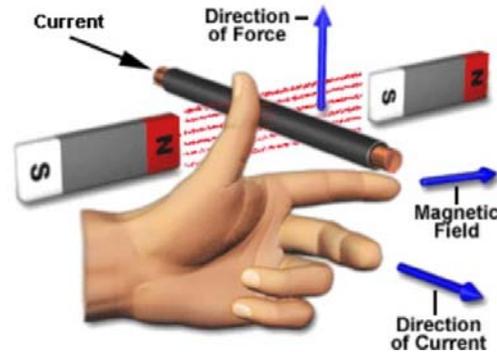
Bentuk Motor DC



Gambar 8 Bentuk Dan Simbol Motor DC

Terdapat 2 (dua) prinsip dasar yang melatar belakangi kerja motor DC. Yang pertama yaitu adanya aliran arus yang melewati sebuah konduktor atau penghantar. Dimana, akan timbul medan magnet mengelilingi penghantar tersebut. Arah garis gaya magnet (*fluks magnet*) ini sesuai kaidah tangan kiri yang ditunjukkan pada Gambar 9,

Ibu jari menandakan arah arus elektron yang mengalir dan jari-jari menunjukkan arah dari garis gaya magnet (*fluks*) yang mengelilingi penghantar.



Gambar 9 Kaidah Tangan Kiri

2.9 Sistem pneumatik

Semua sistem pneumatik menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja. Jadi media penggerak yang digunakan pada sistem pneumatik adalah udara, semua gerakan yang dihasilkan dilakukan dengan mengontrol keluar masuknya udara dengan mengatur buka tutup aliran udara. (Urwah, *et al.* 2020)

a. Kompresor

Kompresor adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida mampu mampat gas atau udara tujuan meningkatkan tekanan yang dapat mengalirkan dalam proses suatu sistem yang lebih besar.



Gambar 10 Bentuk Kompresor

b. Filter regulator lubricator unit (FRL Unit)

Filter udara harus mencegah agar partikel asing seperti kotoran karat, dan partikel debu tidak memasuki ruang pemampatan. Regulator Pengatur tekanan dilakukan secara sendiri

terhadap keluarnya udara untuk menjaga tekanan konstan tanpa bergantung pada aliran udara. Lubricator Sejumlah minyak yang terkontrol dengan teliti seringkali ditambahkan ke udara tepat sebelum penggunaannya, untuk melumasi bagian – bagian yang bergerak.



Gambar 11 Bentuk FRL Unit

c. Katup kendali pneumatik

Katup kendali aliran atau *flow-control valve*, mengendalikan aliran udara kempa, yang akan digunakan untuk menggerakkan aktuator. Katup kendali aliran memiliki sistem mekanik, sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan secara jarak jauh “remote” melalui sinyal yang dikirimkan oleh kontroler.

d. Silinder pneumatik/aktuator

Prinsip dari silinder pneumatik / aktuator adalah udara bertekanan (udara kempa atau angin) yang sering disebut sebagai tenaga pneumatik dirubah menjadi gerakan lurus bolak-balik (straight line reciprocating) oleh silinder pneumatik dan gerakan putar (rotary) oleh motor listrik. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir. Aktuator pneumatik dalam penelitian ini menggunakan dua macam jenis.

2.10 Tower light

Tower Light berguna untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Tower light digunakan sebagai indikator

dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Dalam penelitian ini, *tower light* yang digunakan adalah tipe PLDMF-302-RYG. Memiliki 3 warna yaitu merah, kuning, dan hijau. Spesifikasi dari tipe ini adalah bekerja dengan tegangan suplai arus sebesar 0.10A. Gambar 12 menunjukkan bentuk *tower light*.



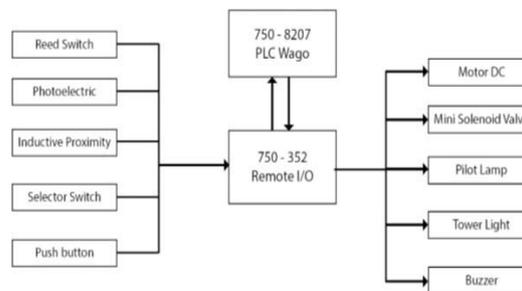
Gambar 12. Tower light tipe PLDMF-302-RYG

3. Metode Penelitian

3.1 Tahap Perancangan Sistem

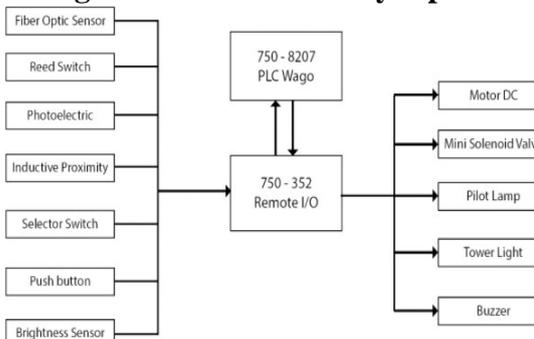
Berikut diagram blok sistem pada setiap *station*.

a. Diagram Blok Proses Fabrikasi



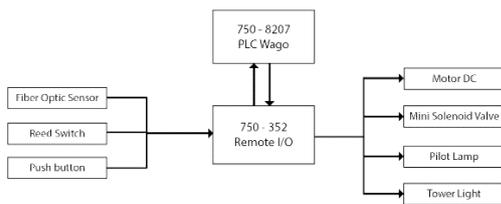
Gambar 13. Diagram Blok Proses Fabrikasi

b. Diagram Blok Proses Penyimpanan



Gambar 14. Diagram Blok Proses Penyimpanan

c. Diagram Blok Outlet Lifter



Gambar 15. Diagram Blok Proses Fabrikasi

3.2 Tahap Pembuatan Perangkat Lunak

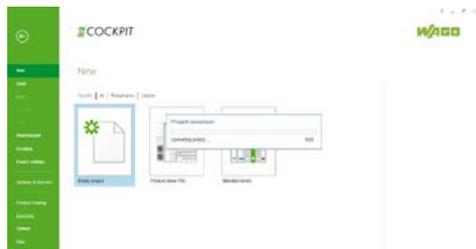
Pembuatan perangkat lunak pada alat ini dengan menggunakan Wago e!Cockpit. Berikut ini cara membuat programnya dan diagram alir nya.

- 1) Membuka *software* Wago e!Cockpit,



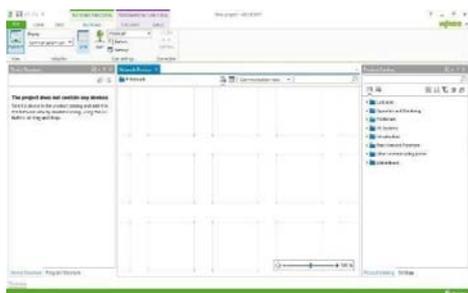
Gambar 16. Tampilan dalam Membuka *Software* Wago e!Cockpit

- 2) Setelah halaman utama Wago e!Cockpit terbuka, kemudian klik “Empty Project” untuk membuat project baru.



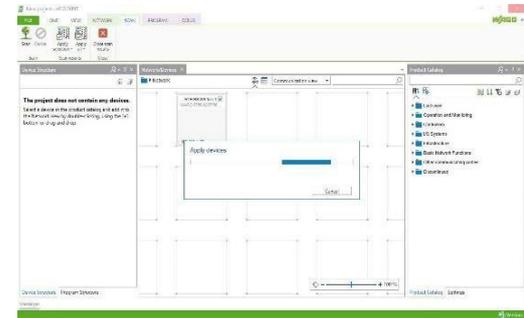
Gambar 17. Tampilan Klik New Empty

- 3) Langkah selanjutnya adalah buka pada menu network lalu pilih ethernet, kemudian klik scan.



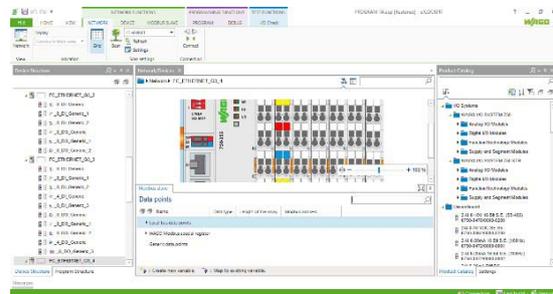
Gambar 18. Tampilan Network

- 4) Setelah itu, akan muncul device yang terhubung dengan Ethernet. Kemudian pilih device tersebut dan klik apply all.



Gambar 19. Tampilan Loading Apil Device

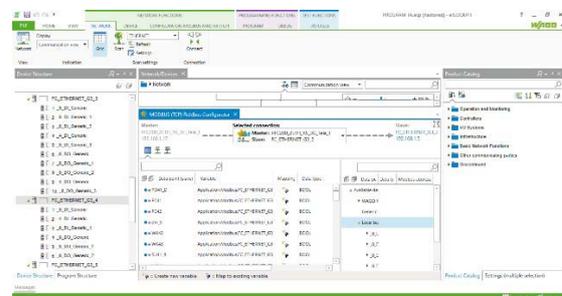
- 5) Kemudian klik “Local bus data point”, dan akan muncul beberapa data input dan otput yang harus diinisialisasikan.



Gambar 20. Tampilan Pemilihan Local Bus Data Point

- 6) Kemudian setelah selesai menginisialisasi, selanjutnya adalah kembali ke Network Device dan klik kanan pada bagian penyambungan dan pilih “Configurator” untuk modul yang ingin diinisialisasikan.

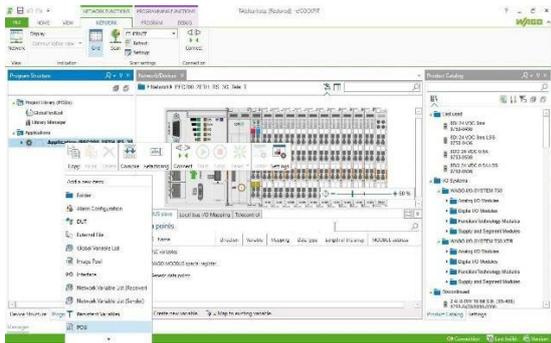
- 7) Setelah itu, akan muncul kotak Modbus, kemudian seret Local bus data point menuju kotak sebelah kiri.



Gambar 21. Tampilan Hasil Modbus

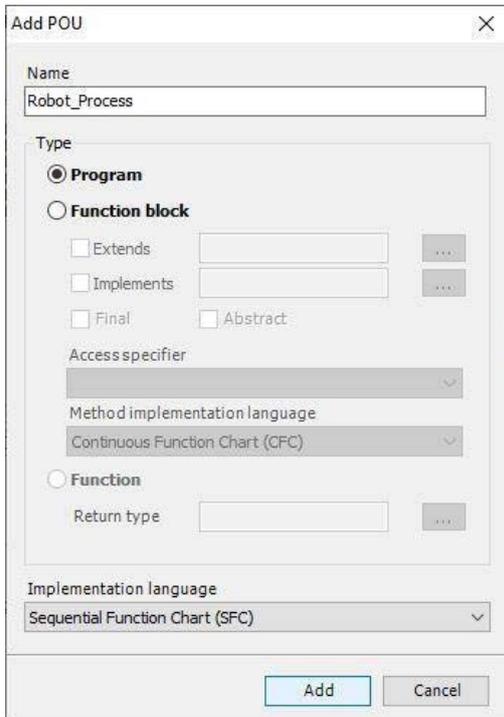
- 8) Kemudian masuk pemrograman dengan memilih program struktur yang terletak

di sebelah kiri bawah. Klik kanan pada application dan pilih POU.



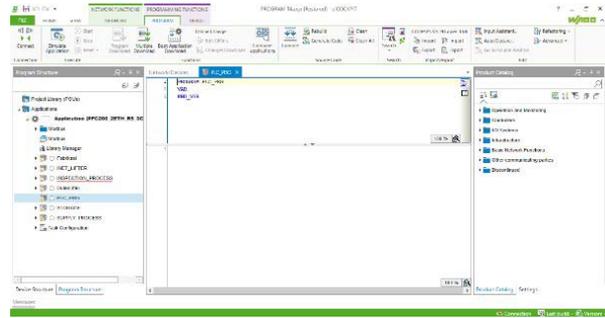
Gambar 22. Tampilan Awal Structure Program

- 9) Ganti nama POU tersebut, lalu pilih Bahasa pemrograman yang digunakan, yaitu SFC, ST, dan Ladder.



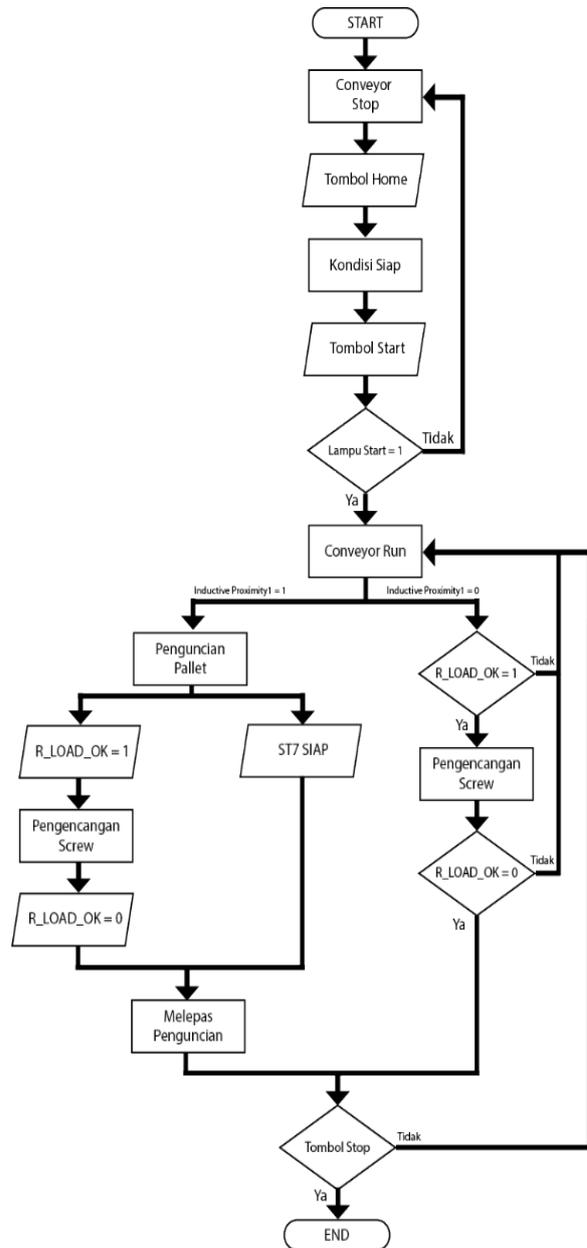
Gambar 23. Tampilan Pergantian Nama POU

- 10) Langkah selanjutnya adalah menulis program.



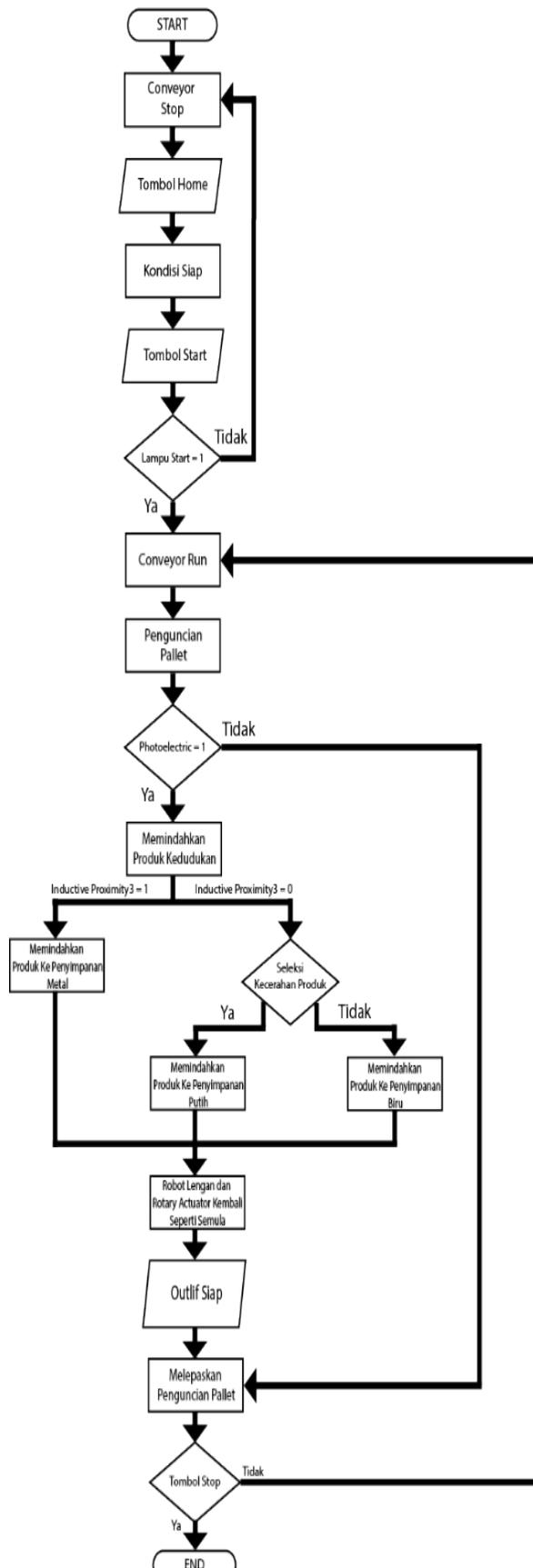
Gambar 24. Tampilan Memprogram SFC
Berikut adalah diagram alirnya :

a. Diagram Alir Proses Fabrikasi



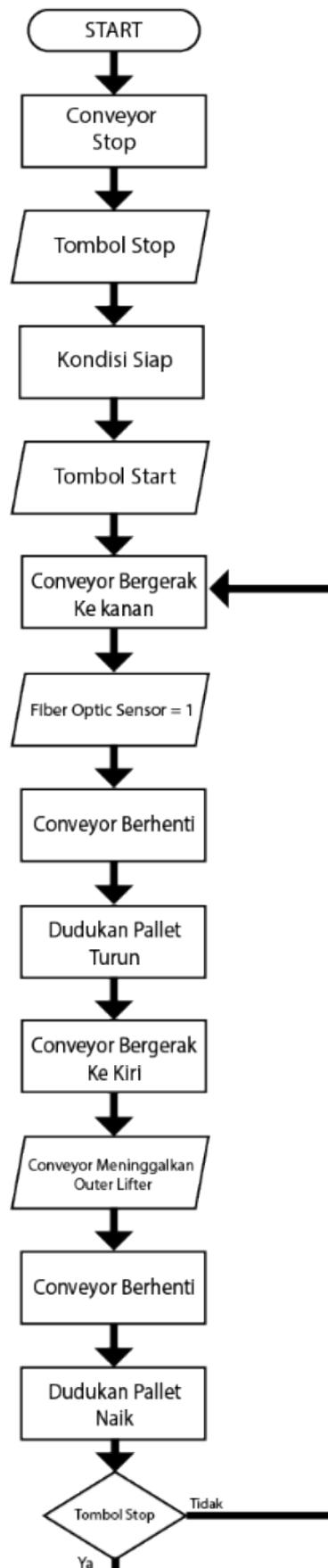
Gambar 25 . Diagram Alir Proses Fabrikasi

b. Diagram Alir Proses Penyimpanan



Gambar 26 . Diagram Alir Proses Penyimpanan

c. Diagram Alir Outlet Lifter



Gambar 27. Diagram Alir Outlet Lifter

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Kerja Aktuator

Pada tahap hasil kali ini akan diuraikan mengenai pengujian alat pada aktuator tentang ketepatan waktu pengerjaan pada setiap proses.

a. Hasil kinerja aktuator pada proses fabrikasi

Lamanya kinerja aktuator pada proses fabrikasi ini dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Kinerja Aktuator pada Proses Fabrikasi

No.	Nama Aktuator	Lama Kinerja	Keterangan
1.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (1) (Bagian <i>conveyor</i> awal).	0,5 s = naik 0,5 s = turun	Tepat
2.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (2) (Bagian <i>conveyor</i> akhir).	0,5 s = turun 0,5 s = naik	Tepat
3.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (3) (Dudukan ke arah sistem pengencangan <i>screw</i>).	1,79 s = ke depan (arah pengencangan <i>screw</i>).	Tepat
4.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (4) (pengencangan <i>screw</i> ke arah dudukan).	1,52 s = ke belakang (arah dudukan).	Tepat
5.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>single solenoid valve</i> (5) (Bagian sistem pengencangan <i>screw</i> naik/turun).	2,12 s = pergerakan turun dan naik.	Tepat

b. Hasil kinerja aktuator pada proses penyimpanan

Lamanya kinerja aktuator pada proses penyimpanan ini dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Kinerja Aktuator pada Proses Penyimpanan

No.	Nama Aktuator	Lama Kinerja	Keterangan
1.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve</i> (1) (Bagian <i>conveyor</i> awal).	0,5 s = naik 0,5 s = turun	Tepat
2.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve</i> (2) (Bagian <i>conveyor</i> akhir).	0,5 s = turun 0,5 s = naik	Tepat
3.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (3) (Kearah kanan (<i>Conveyor</i>)).	2,5 s = ke arah kanan (<i>Conveyor</i>)	Tepat
4.	<i>Rotary actuator, double solenoid valve</i> (4) (Kearah dudukan).	2,5 s = ke arah kiri (dudukan)	Tepat
5.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve</i> (5) (Bagian sistem pembawa produk naik/turun).	1,13 s = turun 1,13 s = naik	Tepat
6.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve and suction vaccum</i> (6) (Vaccum).	10 ms = menyedot 10 ms = melepas	Tepat
7.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve</i> (7) (Penjepit Membuka).	1,22 s = membuka jepitan	Tepat

8.	Aktuator silinder kerjaganda, <i>single solenoid valve</i> (8) (Penjepit Menutup).	1 s = membuka jepitan	Tepat
----	--	-----------------------	-------

c. Hasil kinerja aktuator pada outlet lifter

Lamanya kinerja aktuator pada *outlet lifter* inidapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Kinerja Aktuator pada Proses OutletLifter

No.	Nama Aktuator	Lama Kinerja	Keterangan
1.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (1) (<i>Lifter</i> naik).	1,20 s = naik	Tepat
2.	Aktuator silinder kerja ganda, <i>double solenoid valve</i> (2) (<i>Lifter</i> turun).	1,5 s = turun	Tepat

4.2 Pembahasan

a. Kinerja Aktuator Pada Proses Fabrikasi

Pada proses fabrikasi ini, ada lima aktuator yang digunakan dengan bermacam-macam fungsi serta lama kinerja yang berbeda-beda. Mulai dari Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (1), Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (2), Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (3), Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (4), Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (5), semua bekerja sesuai tugas masing-masing dengan waktu yang sesuai.

b. Kinerja aktuator pada proses penyimpanan

Pada proses penyimpanan ini, ada delapan aktuator yang digunakan dengan bermacam- macam fungsi serta lama kinerja yang berbeda- beda. Diantaranya yaitu, Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (1), Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (2), Rotary actuator, *double solenoid valve* (3), Rotary actuator, *double solenoid valve* (4), Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (5), Aktuator silinder kerja ganda, *single solenoid valve* (6) with vaccum section cup, Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (7), Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (8). Semua aktuator tersebut bekerja sesuai tugas masing-masing dengan waktu yang tepat.

c. Kinerja Aktuator Pada Outlet Lifter

Pada outlet lifter ini, ada dua aktuator yang digunakan dengan fungsi berbeda serta lama kinerja yang berbeda. Diantaranya yaitu, Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (1), Aktuator silinder kerja ganda, *double solenoid valve* (2). Dua aktuator tersebut bekerja sesuai tugas masing-masing dengan waktu yang sudah ditentukan.

5. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil memprogram alat peraga modular production system untuk proses fabrikasi, penyimpanan, dan outlet lifter dengan menggunakan software e!Cockpit. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah SFC, ladder, dan structure text. Proses fabrikasi sistem pengencangan screw-nya, proses penyimpanan dan outlet lifter dalam memindahkan palet menuju proses selanjutnya dapat bekerja sesuai perancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldo P., & Riffendra. 2019. *Alat Perancangan Human Machine Interface Untuk Sistem Otomasi Storage Berbasis Progamable Logic Controller (PLC)*. Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional Vol. 5 No. 1, 1-6.
- Aziz, Ghazi. 2019. *Perancangan Mesin Bor Otomatis untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Kelompok Kerja Back Post And Rib Di PT. YAMAHA INDONESIA*.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Direktori Industri Manufaktur*.
- Dendin. 2018. *Rancang Bangun Pemipil Jagung Otomatis Berbasis PLC*. Bandung: Jurnal TEDC. No. 02, 1-10.
- Hanif, Muhammad Harisuddin. 2017. *Perancangan Sistem Otomatisasi Penyimpanan Barang Berbasis Klasifikasi Rfid Pada Robot Pick And Place Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CPM1A*. Jurnal Transmisi Vol 19 No. 1, 1-7.
- Putra, Muchlis Sendang. 2019. *Pengaplikasian Sensor Warna pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroller*. Jurnal Politeknik Negeri Surabaya. No.01, 3-5.
- Son, Lovely, & Firmansyah, Hendra. 2013). *Pengembangan Sistem Mekatronika Pemindah dan Penyusun Barang tanpa Sensor Berbasis Mikrokontroller AT89S5*. Jurnal Teknik Universitas Andalas, Vol 20 No. 02, 1-5.