



Sistem Monitoring Pada Alat Praktikum *Computer Integrated Manufacturing*

Laporan Tugas Akhir

**Oleh:
Akmal Rusydi Sukma (4211801046)**

**Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Sistem Monitoring Pada Alat Praktikum *Computer Integrated Manufacturing*" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 26 Agustus 2025



Akmal Rusydi Sukma

NIM: 4211801046

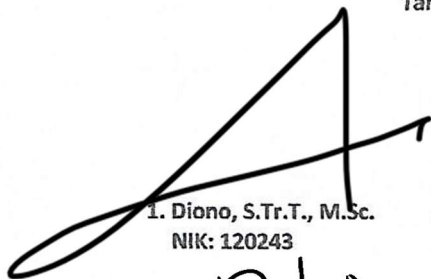
Lembar Pengesahan

Laporan Tugas Akhir disusun untuk digunakan sebagai rencana kerja pada pelaksanaan Tugas Akhir

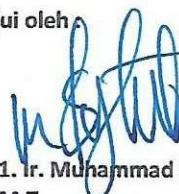
Disusun oleh:
Akmal Rusydi Sukma (4211801046)

Tanggal Sidang: 01 Agustus, 2025


Disetujui oleh



1. Diono, S.Tr.T., M.Sc.
NIK: 120243



1. Ir. Muhammad Syafei Gozali, S.T.,
M.T.
NIK: 107050



2. H. Ridwan, S.Tr.T, M.Tr.T.
NIK: 122281

[Sistem Monitoring Pada Alat Praktikum *Computer Integrated Manufacturing*]

Abstrak

Sistem monitoring pada alat praktikum *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembelajaran teknik mekatronika. Sistem ini menggabungkan SCADA, PLC, dan Modbus untuk memantau dan mengontrol proses yang berlangsung pada alat praktikum CIM. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis SCADA yang dapat memantau setiap tahapan proses mulai dari sistem *inlet lifter*, *supply*, hingga *outlet lifter* dengan menggunakan Modbus sebagai penghubung antara PLC dan perangkat lainnya. Grafik urutan digunakan untuk memvisualisasikan setiap langkah proses dan interaksi antara sensor dan aktuator, sehingga memudahkan dalam pemahaman dan analisis sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan efektif dalam memantau dan mengendalikan proses CIM secara *real-time*, serta memberikan kemudahan dalam memahami setiap tahapan proses yang terjadi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem monitoring yang dapat diimplementasikan dalam dunia industri yang lebih luas.

Kata kunci: SCADA, PLC, Modbus, Sistem Monitoring, Grafik Urutan

[Monitoring System for Computer Integrated Manufacturing Training Equipment]

Abstract

The monitoring system for the Computer Integrated Manufacturing (CIM) training equipment is a crucial component in mechatronics engineering education. This system integrates SCADA, PLC, and Modbus to monitor and control the processes occurring on the CIM training equipment. The aim of this research is to design and implement a SCADA-based monitoring system capable of monitoring each stage of the processes, from the inlet lifter, supply system, to the outlet lifter, using Modbus as the connection between the PLC and other device. Sequence diagrams are used to visualize each process step and the interaction between sensors and actuators, thus facilitating the understanding and analysis of the system as a whole. The testing results show that the system operates effectively and efficiently in monitoring and controlling the CIM processes in real-time, making it easier to understand each stage of the processes. Consequently, this research contributes to the development of monitoring systems that can be implemented in the broader industrial world.

Keywords: SCADA, PLC, Modbus, Monitoring System, Sequence Diagram.

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	iii
Abstract	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	1
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
2.1. Sistem SCADA	3
2.2. Programmable Logic Controller (PLC)	4
2.3. PLC Schneider TM241CE40R	4
2.4. Modbus	5
2.5 Human Machine Interface	6
Bab 3. Metodologi Penelitian	8
3.1. Sistem <i>Inlet Lifter</i>	9
3.2. Sistem <i>Supply</i>	12
3.3. Sistem <i>Outlet Lifter</i>	16
3.4. Perangkat lunak HMI	19
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	20
4.1. Skema Protokol Modbus	20
4.1.1. Skema Inlet Lifter	22

4.1.2. Skema Supply	23
4.1.3. Skema Outlet Lifter.....	24
4.2. Sistem Inlet Lifter	25
4.3. Sistem <i>Supply</i>	27
4.4. Sistem <i>Outlet Lifter</i>	31
4.5. Sequence Sistem	31
4.6. Tampilan Utama Monitoring Sistem	33
4.6.1. Dashboard	33
4.6.2. Manual Stasiun 1	33
4.6.3. Manual Stasiun 2	34
4.5.4. Manual Stasiun 3	35
4.6.5. Proses <i>Running</i>	36
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	39
Daftar Pustaka	40
Biodata	42
Lampiran	43

Daftar Gambar

Gambar 1. SCADA.....	3
Gambar 2. PLC Schneider TM241CE40R.....	5
Gambar 3. <i>Skema Protokol Modbus</i>	6
Gambar 4. Diagram Perancangan.....	8
Gambar 5. Desain Mekanikal <i>Inlet Lifter</i>	9
Gambar 6. Alamat Pengawatan Modbus Sistem <i>Inlet Lifter</i>	10
Gambar 7. Diagram Alir Sistem <i>Inlet Lifter</i>	11
Gambar 8. Desain Mekanikal <i>Supply</i>	12
Gambar 9. Alamat Pengawatan Modbus Sistem <i>Supply</i>	13
Gambar 10. Diagram Alir Sistem <i>Supply</i>	15
Gambar 11. Desain Mekanikal Sistem <i>Outlet Lifter</i>	16
Gambar 12. Alamat Pengawatan Modbus Sistem <i>Outlet Lifter</i>	17
Gambar 13. Diagram Alir Sistem <i>Outlet Lifter</i>	18
Gambar 14. Perangkat Lunak Vijeo Designer.....	19
Gambar 15. Skema Protokol Modbus.....	20
Gambar 16. Skema PIC Master dan Remote I/O.....	21
Gambar 17. Grafik Urutan Pengujian <i>Inlet Lifter</i>	25
Gambar 18. Grafik Urutan Pengujian <i>Supply</i>	27
Gambar 19. Grafik Urutan Pengujian <i>Outlet Lifter</i>	31
Gambar 20. Tampilan Menu Utama.....	33
Gambar 21. Tampilan Pada Menu Manual ST-1.....	34
Gambar 22. Tampilan Pada Menu Manual ST-2.....	35
Gambar 23. Tampilan Pada Menu Manual ST-3.....	36
Gambar 24. Tampilan Bagian Proses <i>Running</i>	37
Gambar 25. <i>Drawing Design Inlet Lifter</i>	43
Gambar 26. <i>Drawing Design Cylinder Inlet Lifter</i>	44
Gambar 27. <i>Drawing Design Cylinder Jig</i>	44
Gambar 28. <i>Drawing Design Supply Proses</i>	45
Gambar 29. <i>Drawing Design Rotary Cylinder</i>	45
Gambar 30. <i>Drawing Design Cylinder Feeder</i>	46
Gambar 31. <i>Drawing Design Outlet Lifter</i>	46
Gambar 32. <i>Drawing Design Cylinder Outlet Lifter</i>	47
Gambar 33. Desain Elektrikal <i>Field I/O Inlet Lifter</i>	47
Gambar 34. Desain Elektrikal <i>Field I/O Supply Proses</i>	48
Gambar 35. Desain Elektrikal <i>Field I/O Outlet Lifter</i>	48
Gambar 36. Desain Elektrikal <i>Power Circuit Inlet dan Outlet Lifter</i>	49
Gambar 37. Desain Elektrikal <i>Power Circuit Supply Proses</i>	49
Gambar 38. Kondisi Status Program PLC.....	50
Gambar 39. Kondisi Stop Program PLC.....	51

Gambar 40. Kondisi <i>Reset</i> dan <i>Homing</i> PLC	51
Gambar 41. Kondisi Program <i>Lamp</i> PLC.....	52
Gambar 42. Kondisi <i>Timer Homing</i> PLC.....	52
Gambar 43. Kondisi <i>Inlet Lifter Running</i>	53
Gambar 44. Kondisi <i>Supply</i> Proses <i>Running</i>	53
Gambar 45. Kondisi <i>Supply</i> Program <i>Running</i> PLC	54
Gambar 46. Kondisi Proses Akhir <i>Supply</i> Program	54
Gambar 47. Kondisi <i>Outlet Lifter</i> Program <i>Running</i>	55
Gambar 48. Program Kondisi HMI Manual <i>Inlet Lifter</i>	55
Gambar 49. Program Kondisi HMI Manual <i>Supply</i> Proses.....	56
Gambar 50. Program Kondisi HMI Manual <i>Inlet Lifter</i>	56
Gambar 51. Kondisi <i>Cycle Time Inlet Lifter</i>	57
Gambar 52. Kondisi <i>Cycle Time Supply</i> Proses	57
Gambar 53. Kondisi <i>Cycle Time Outlet Lifter</i>	57
Gambar 54. Program <i>Counter</i> dan <i>Reset Cycle Time</i> Proses	58
Gambar 55. Kondisi <i>Cycle Inlet Lifter</i>	58
Gambar 56. Kondisi <i>Cycle Supply</i> Proses	59
Gambar 57. Kondisi <i>Cycle Outlet Lifter</i>	59
Gambar 58. Program Indikator <i>Output HMI Running Proses Inlet Lifter</i>	60
Gambar 59. Program Indikator <i>Output HMI Running Proses Supply</i> Proses	60
Gambar 60. Program Indikator <i>Output HMI Running Proses Outlet Lifter</i>	61
Gambar 61. Program Indikator <i>Input HMI Running Proses Inlet Lifter</i>	61
Gambar 62. Program Indikator <i>Input HMI Running Proses Supply</i> Proses	61
Gambar 63. Program Indikator <i>Input HMI Running Proses Outlet Lifter</i>	61
Gambar 64. Alamat Pemanggilan Panel HMI	62
Gambar 65. Alamat Pemanggilan Indikator Panel HMI	63

Daftar Tabel

Tabel 1. Modbus TCP/IP <i>Function Code</i>	6
Tabel 2. <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sistem <i>Inlet Lifter</i>	10
Tabel 3. Alamat <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sistem <i>Supply</i>	14
Tabel 4. Alamat <i>Input</i> dan <i>Output</i> <i>Outlet Lifter</i>	17
Tabel 5. Parameter Modbus.....	20
Tabel 6. Modul Modbus <i>Inlet Lifter</i>	22
Tabel 7. Perbandingan Modul DI dan DO	22
Tabel 8. Modul Modbus <i>Supply</i>	23
Tabel 9. Perbandingan Modul DI dan DO	23
Tabel 10. Modul Modbus <i>Outlet Lifter</i>	24
Tabel 11. Perbandingan Modul DI dan DO	24
Tabel 12. Hasil pengujian mekanisme step <i>Inlet Lifter</i>	25
Tabel 13. Hasil pengujian mekanisme step <i>Supply</i>	27
Tabel 14. Hasil pengujian mekanisme step <i>Outlet Lifter</i>	31
Tabel 15. Sistem <i>Sequence</i> CIM.....	32

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi manufaktur saat ini sangat dipengaruhi oleh penerapan *Computer Integrated Manufacturing (CIM)*, sebagai salah satu konsep dalam era manufaktur yang menggabungkan berbagai elemen dalam proses produksi melalui integrasi teknologi informasi dan otomatisasi. Dalam sistem *CIM*, seluruh aktivitas manufaktur, seperti desain, perencanaan produksi, pengendalian proses, serta pemeliharaan mesin dilakukan secara saling terhubung.[1] Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berbasis data.[2]

Menurut jurnal yang di buat oleh Hadi Amin et al. (2023), konsep *CIM* menjadi salah satu faktor kunci sebagai perkembangan teknologi manufaktur global yang dapat mengoptimalkan alat bantu dalam proses pembelajaran dan analisis. Pengoperasian alat praktikum *CIM* di laboratorium, seringkali terdapat kesulitan dalam pemantauan kinerja dan kondisi alat. Masalah seperti ketidakmampuan untuk mendeteksi kerusakan atau ketidaksesuaian, serta kurangnya informasi yang jelas mengenai status operasional alat dapat menghambat proses pembelajaran dan mempengaruhi efektivitas penggunaan alat tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberikan pemantauan yang akurat dan efisien terhadap kondisi alat praktikum *CIM*.

Dari permasalahan tersebut penulis membuat suatu sistem monitoring dengan tambahan PLC sebagai pengendali dari Modbus sebagai modul pembelajaran mengenai teknologi otomasi pada sistem SCADA beserta dengan komunikasinya. Penulis mengambil judul ini karena sebagai Project Based Learning (PBL) pada alat yang berada di Politeknik Negeri Batam yang berada di gedung utama lantai 4 ruangan 402 karena sebagai pembelajaran bagi mahasiswa yang mendapat proyek di program studi mekatronika.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam pembuatan tugas akhir penulis adalah:

1. Bagaimana cara kerja sistem SCADA dalam mengontrol dan memantau setiap proses *CIM*?
2. Bagaimana cara komunikasi PLC dan Modbus dalam sistem *CIM*?
3. Bagaimana penerapan dalam memvisualkan alur dan interaksi antara sensor dan aktuatur?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir penulis tersebut adalah:

1. Menerapkan protokol komunikasi dalam mengontrol, memantau, dan mengendalikan data pada setiap proses
2. Merancang komunikasi dan konfigurasi pada PLC sebagai *master* dan modbus sebagai *slave*
3. Dengan menggambarkan dan analisis langkah-langkah proses serta interaksi antara sensor dan aktuator.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari penyusunan tugas akhir penulis tersebut adalah:

1. Mempermudah proses pembelajaran untuk implementasi SCADA, PLC, dan Modbus pada CIM.
2. Memahami cara kerja SCADA dalam mengontrol dan memantau pada proses CIM.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi otomasi industri.

1.5. Batasan

Adapun Batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir tersebut adalah:

1. *Stasiun* yang penulis ambil pada CIM adalah pada *stasiun inlet lifter, outlet lifter, dan supply*
2. Sistem kendali PLC dan Modbus terhubung secara interkoneksi

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem SCADA

Supervisory Control and Data Acquisition merupakan sebuah sistem yang mengumpulkan informasi dari data-data dan kemudian dikirimkan ke sebuah komputer yang sudah dikelola untuk mengontrol data-data tersebut. Industri biasanya menggunakan sistem SCADA untuk mengontrol setiap proses pembuatan produk seperti, pengawasan, pengendalian, perekaman, dan pengambilan data dengan I/O hingga mencapai ratusan ribu secara terpusat. Menurut D. Ridwan & Masriwilaga (2023), Sistem SCADA dapat dioperasikan sebagai kontrol dan pemantauan dengan perantara PLC dan HMI dapat berkomunikasi dengan baik dengan perangkat dan program yang telah dibuat [3]. *Persentase error* pada pengujian pengambilan data dengan nilai dibawah 1% dengan *persentase error* yang cukup kecil tersebut tidak akan mengganggu jalannya sistem yang dikendalikan oleh SCADA [4]



Gambar 1. SCADA

Sistem SCADA sering digunakan untuk menghubungkan peralatan dan sistem dari jarak jauh, dari berjarak beberapa meter hingga ratusan kilometer. Beberapa komponen dari sistem SCADA, yaitu:

1. Operator sebagai memonitor untuk fungsi kontrol jarak jauh.
2. *Human Machine Interface* (HMI), menampilkan menu suatu tampilan dengan memberikan data input melalui operator.
3. *Master Terminal Unit* (MTU), sebagai pengolah data dari computer pada sistem SCADA. Master ini mengirimkan data ke operator melalui HMI, dengan mengumpulkan data dari lokasi jauh, mengirimkan sinyal kendali ke situs yang jauh.

4. Jaringan komunikasi, sebagai penghubung antara *field device*, PLC, dan MTU. Komunikasi bisa terjadi melalui internet, jaringan nirkabel atau kabel.
5. *Remote Terminal Unit* (RTU), merupakan computer kecil yang dilengkapi dengan sistem seperti sebuah komputer yang terletak pada lokasi dan tempat-tempat tertentu. RTU berfungsi sebagai pengumpul data local dari sensor-sensor dan mengirimkan perintah ke peralatan di lapangan[5].

2.2. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) dikenal secara global sebagai ‘kuda kerja’ dalam otomatisasi industri. Penemuan ini bertujuan untuk menggantikan sirkuit relay berukuran besar untuk kontrol mesin. PLC pertama kali dikenalkan pada akhir 1960-an oleh Bedford Associates (Bedford, MA), yang mengusulkan Modular Digital Controller (MODICON) kepada produsen di AS, dan di produksi pada 1980 dan selesai pada 1990 dengan memenuhi standardisasi.

Menurut Goeritno & Pratama (2020), dalam penelitian mereka menggunakan PLC sebagai pusat kendali untuk prototip sistem untuk pengendalian cepat, akurat, dan handal.[6] dunia industri otomatisasi berbasis PLC dapat mengubah aktivitas produksi menjadi meningkat serta operasi yang kompleks dapat mengurangi yang dipakai dengan menggunakan PLC untuk keuntungan dan optimal [7]. Berikut kelebihan PLC dengan pengendali yang lain:

1. Ekonomis, PLC merupakan solusi yang lebih ekonomis jika dibandingkan dengan kendali relai konvensional.
2. Fleksibel, PLC mudah untuk dimodifikasi pada perubahan pada kontrol suatu sistem.
3. Mudah dalam desain dan pemasangan, PLC dirancang untuk memudahkan pemasangan suatu proses mesin tanpa mengurangi kemampuannya.
4. Keandalan dalam pengendalian sistem yang rumit
5. Bentuk PLC yang kompak, PLC membutuhkan ruang yang kecil jika dibandingkan dengan relai konvensional.
6. Mudah dalam diagnosa kesalahan dan pelacakan.

2.3. PLC Schneider TM241CE40R

Konsep Modul PLC mirip dengan sistem waktu nyata karena hasil *output* bergantung pada kondisi *input* yang diterapkan dalam rentang waktu tertentu. Jika tidak, *output* yang dihasilkan mungkin tidak sesuai. PLC memiliki lima komponen utama yang diperlukan yaitu, digital input, digital output, perangkat lunak pemrograman, catu daya, rak, dan CPU. Ukuran PLC bervariasi dari kecil hingga besar (I/O). Perangkat ini sering dihubungkan dengan sistem PLC dan SCADA

lainnya. Program di simpan dalam memori yang dapat digunakan di masa depan [8]. PLC yang ingin digunakan adalah PLC Schneider dengan seri TM241CE40R.



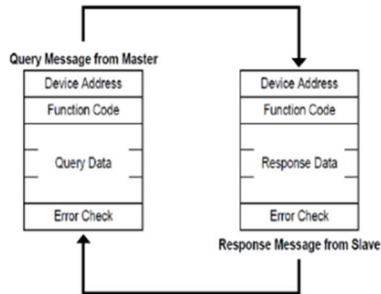
Gambar 2. PLC Schneider TM241CE40R

PLC memiliki fungsi sebagai fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beragam. Adapun beberapa konsep PLC yaitu:

1. *Logic*, kemampuan dalam menunjukkan proses *input* secara aritmatika dan *logic* (ALU), yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
2. *Programmable*, sebagai memori penyimpanan program yang telah dibuat dengan mudah sesuai fungsi dan kegunaannya
3. *Controller*, kemampuan dalam kontrol dan proses sehingga mendapatkan *output* yang diinginkan.

2.4. Modbus

Modbus merupakan sebuah komunikasi data dengan protokol *master* dan *slave*. Komunikasi modbus yang digunakan sebagai *slave* dari beberapa *slave* untuk membuat suatu jaringan yang terdapat pada CIM. Modbus ditransmisikan melalui komunikasi serial (Modbus RTU) dan ethernet (Modbus TCP). Komunikasi Modbus diawali dengan komunikasi dari *master*, dan *slave*. Master bertindak sebagai *client* sementara *slave* sebagai *server*. Martins & Oliveira (2022), protokol Modbus/TCP mendukung beberapa fungsi dengan membaca, menulis data, membaca *register*, dan modbus banyak digunakan sebagai kontrol keamanan dalam mengendalikan perangkat dengan komunikasi antar *device* dengan menunjukkan data secara nyata [9]. Kusuma & Dewanto (2024), modbus merupakan protokol komunikasi yang andal dengan proses pengiriman data dari *device* ke PLC memakan waktu singkat dengan jeda mili detik tanpa ada perubahan data selama pengiriman [10].



Gambar 3. Skema Protokol Modbus

Modbus ini menggunakan TCP/IP untuk berkomunikasi, modul yang digunakan dengan kapasitas maksimal 64 modul dari terminal. Setiap terminal memiliki 8 dan 16 koneksi digital input. Modbus jenis TCP/IP memiliki beberapa data Modbus penggunaan setiap komunikasi data dengan input seperti Tabel 1 dengan fungsi layer yang berbeda.

Tabel 1. Modbus TCP/IP Function Code.

Nama	Panjang Data	Fungsi Layer
Transaction Identifier	2 bytes	Untuk sinkronisasi pesan antar Server dengan Client
Protocol Identifier	2 bytes	Zero atau 0 untuk MODBUS/TCP
Length Field	2 bytes	Jumlah byte yang tersisa dalam frame ini
Unit Identifier	1 byte	Slave Address ("255" jika tidak digunakan)
Function Code	1 byte	Function codes seperti pada varian Modbus lainnya
Data bytes	N bytes	Data sebagai Response atau Command Data

2.5 Human Machine Interface

HMI adalah perangkat lunak antarmuka untuk pengguna komputer dengan berbasis grafis yang menghubungkan pengguna dengan mesin yang dapat dikendalikan. Beberapa fungsi secara umum HMI sebagai berikut [11] :

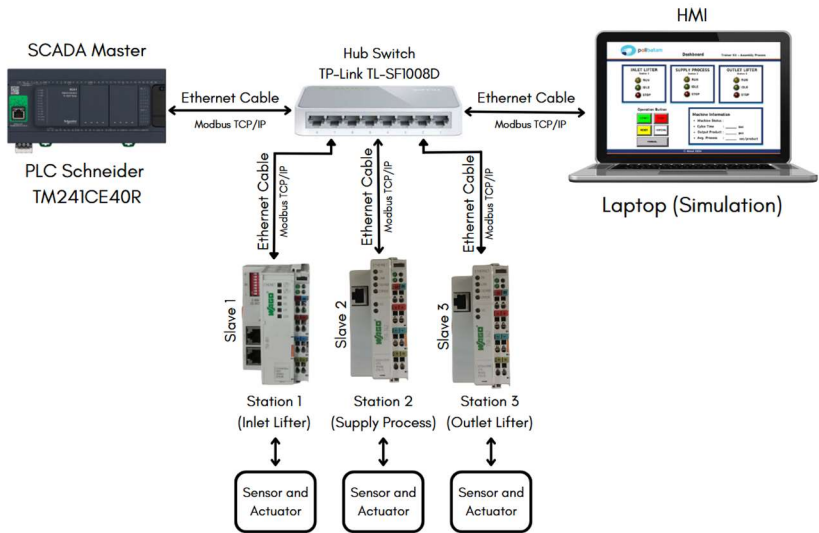
- a. Pengaturan, memudahkan operator melakukan perubahan dari nilai suatu

input (sensor), dan operator dapat mengotor *output* berdasarkan nilai *input* yang didapatkan

- b. *Monitoring*, memudahkan operator dalam mengawasi *input* dan *output* dengan periode waktu terkini, serta menghentikan suatu proses
- c. *Data logging dan storage*, sebagai fungsi operator untuk dapat melakukan proses pengambilan dan penyimpanan data dalam sebuah database
- d. *History dan summary*, operator dapat melihat data secara histori sehingga operator dapat mengetahui penyimpanan suatu sistem
- e. *Trending*, menampilkan bentuk grafik agar operator dapat mengetahui data grafis secara *real-time* maupun historis.

Bab 3. Metodologi Penelitian

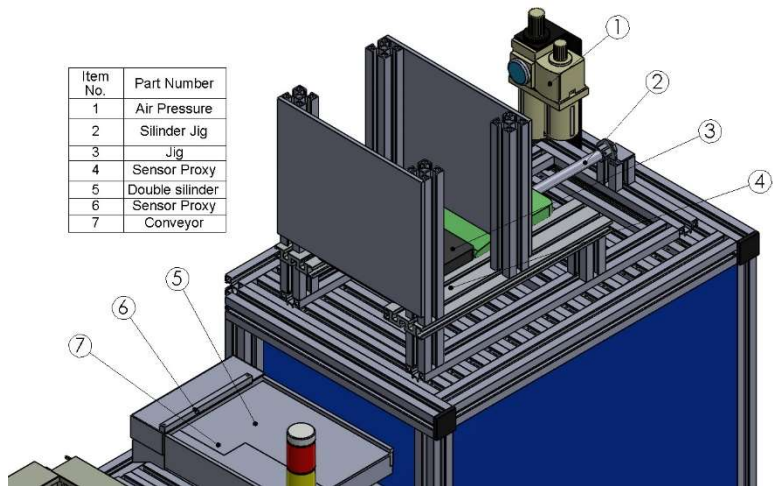
Dalam perancangan ini berjudul “Sistem Monitoring Pada Alat Praktikum *Computer Integrated Manufacturing*” menjelaskan langkah-langkah tugas akhir untuk memecahkan permasalahan agar proses penelitian tugas akhir ini berjalan lancar dan sesuai tujuan. Pada bagian ini menjelaskan diagram perancangan Gambar 10.



Gambar 4. Diagram Perancangan

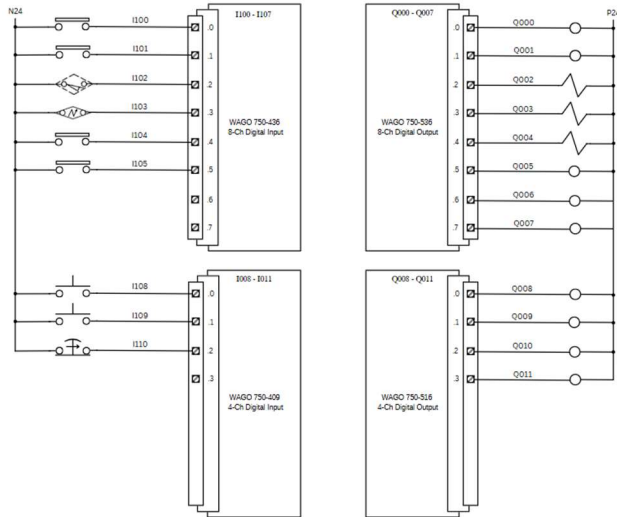
Mengenai alur dari sistem yang bekerja, menggunakan PLC berjenis Schneider dengan tipe TM241CE40R yang digunakan sebagai master untuk berkomunikasi dengan modbus. Terdapat tiga modbus yang berperan sebagai *slave* sebagai masukan untuk menerima data dari sensor dan mengirim *output* untuk mengaktifkan aktuatur dengan menggunakan protokol modbus TCP/IP. Perangkat laptop ataupun komputer sebagai pengendali utama dapat mengirim perintah kepada modbus yang menjadi *slave* untuk menjalankan aktuatur dengan melalui jaringan yang sama.

3.1. Sistem *Inlet Lifter*



Gambar 5. Desain Mekanikal *Inlet Lifter*

Pada Gambar 5 menampilkan mekanikal dari *inlet lifter*, menggunakan 2 jenis silinder piston ganda dengan masing-masing tabung silinder dengan label ISU dengan ukuran diameter 20-150mm dan silinder dengan label ILFT diameter 32-100mm. Tiap silinder memiliki 2 sensor yang terpasang pada silinder, di bagian penyimpanan palet terdapat sensor sebagai wadah isi palet. Tata letak sensor pada *lift* konveyor terpasang di bagian kiri bawah sebagai deteksi keberadaan palet. Arah panah pada tata letak sebagai tanda arah motor konveyor akan bergerak.



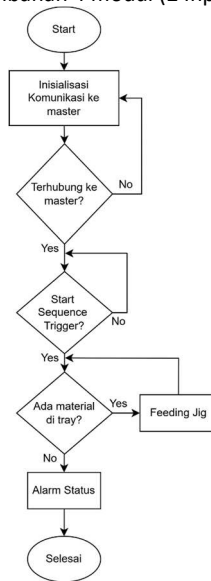
Gambar 6. Alamat Pengawatan Modbus Sistem Inlet Lifter

Alamat pengawatan modbus pada Gambar 7 diatas terdapat digital *input* dan digital *output* pada perangkat yang terhubung ke modul *input* dan *output*. Digital *input* digunakan untuk kondisi saklar, sensor, dan tombol. Digital output digunakan untuk kondisi aktuator, lampu, dan perangkat lainnya. Contoh dari digital *input* yaitu pada pin 01 (DI000) terhubung ke *switch* ditandai sebagai *inlet lift up*. Dari digital *output* yaitu pada pin 01 (DO00) terhubung ke motor ditandai sebagai *inlet lifter motor clockwise (CW)*, dan sebagainya.

Tabel 2. Input dan Output Sistem Inlet Lifter

Input			Output		
No	Name	Address	No	Name	Address
1	Sensor Cylinder Lifter Up	I000	1	Conveyor Forward	Q000
2	Sensor Cylinder Lifter Down	I001	2	Conveyor Backward	Q001
3	Sensor Jig Detection Tray	I002	3	Conveyor Lifter Down	Q002
4	Sensor Jig Detection Conveyor	I003	4	Conveyor Lifter Up	Q003
5	Sensor Cylinder Jig Feeder Push	I004	5	Cylinder Jig Feeder	Q004
6	Sensor Cylinder Jig Feeder Back	I005	6	Tower Lamp (Red)	Q005
7	Push Button Start	I008	7	Tower Lamp (Orange)	Q006
8	Push Button Stop	I009	8	Tower Lamp (Green)	Q007
9	Emergency Button	I010	9	Push Button Lamp Start	Q008
			10	Push Button Lamp Stop	Q009
			11	Push Button Lamp Emergency	Q010

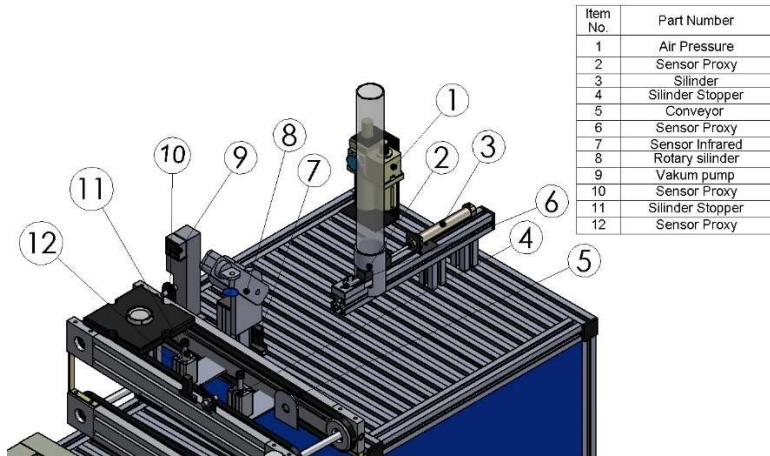
Tabel 2 menampilkan alamat dari sistem *inlet lifter*. Alamat *input* pada IO Wago dimulai dari I000 sampai I011 sedangkan alamat *output* dari Q000 hingga Q011 yang terpasang dengan tambahan 4 modul (2 Input dan 2 output).



Gambar 7. Diagram Alir Sistem *Inlet Lifter*

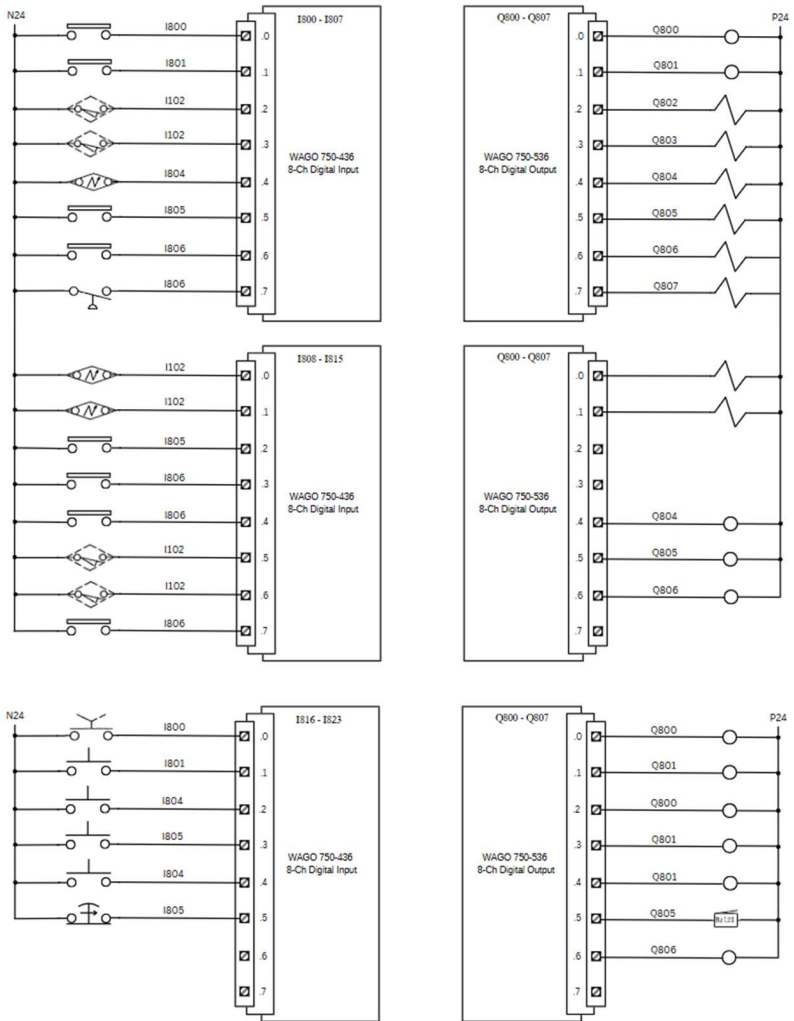
Sistem *inlet lifter* merupakan proses awalan ditandai dengan masuknya bahan atau benda yang dibawa ke proses selanjutnya. Sistem ini diawali dengan naik konveyor *lifter* sebagai jalan masuk untuk palet ke sistem selanjutnya. Setelah konveyor dalam kondisi sejajar dengan konveyor yang berada posisi atas maka piston aktif dan mendorong palet menuju konveyor, sensor *proximity* mendeteksi apakah palet sudah berada di permukaan konveyor atau belum. Selanjutnya jika sensor *proximity* mendeteksi palet maka konveyor aktif dan membawa palet pada sistem *supply*.

3.2. Sistem *Supply*



Gambar 8. Desain Mekanikal *Supply*

Desain Mekanikal *supply* pada Gambar 8. Pada tampak atas, silinder dengan label SU11 pada posisi atas menggunakan silinder piston ganda dengan bentuk diameter tabung 16mm dengan panjang lebih dari 75mm. Memiliki 2 sensor yang terpasang pada silinder, pada tampak atas pada bagian setelah posisi silinder SU11 sebagai penyimpanan material. wadah penyimpanan berbentuk bulat dengan ukuran diameter 50 x 160mm, dilengkapi dengan sensor sebagai deteksi isi wadah material. Ukuran material diameter 39, 25mm, memiliki kapasitas penyimpanan material sebanyak lebih dari 10 buah. Memakai sensor sebagai deteksi keberadaan material, setelah itu menggunakan jenis *rotary* silinder dengan label ROI1 dengan terpasang 2 sensor dan 2 kendali kecepatan. Pada gambar disekitar area palet terdapat 4 jenis sensor dan 2 silinder dengan label ST11 dan PO11 dengan ukuran diameter 16-10mm dengan dipasang 1 sensor tiap silinder. terpasang motor pada bagian kanan. Pada tampak depan menggunakan 2 silinder dengan label ST13 dan ST12 dengan ukuran diameter 16-10mm dengan terpasang 1 sensor tiap silinder. memakai 2 sensor dan motor.



Gambar 9. Alamat Pengawatan Modbus Sistem Supply

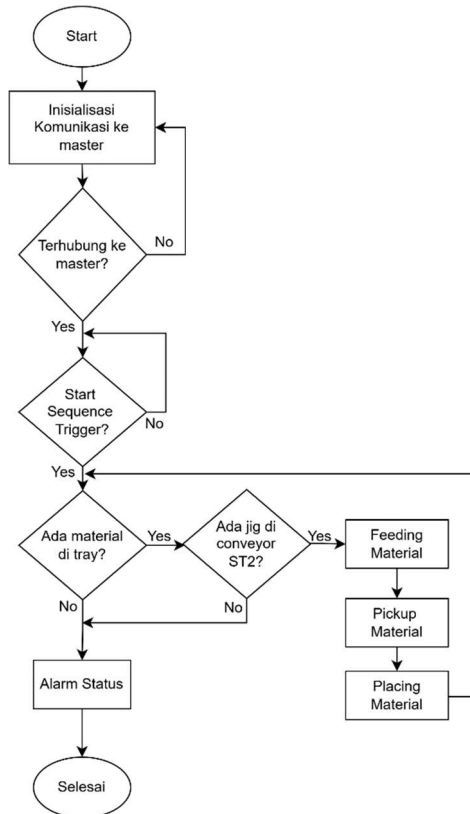
Pada Gambar 9 merupakan alamat dari pengawatan modbus *input* dan *output*. Pada sisi kiri gambar sebagai Digital *Input* (DI) dan sisi kanan gambar sebagai digital *output* (DO). Pada bagian modul *input* dari alamat I100 hingga I115 sebagai *input* switch sensor dengan berbagai jenis, alamat I116 hingga I121 sebagai *input* sakelar

untuk sistem kontrol. Pada bagian *output*, alamat Q100 hingga Q108 sebagai aktuator berupa motor dan kumparan solenoid, dari alamat Q112 hingga Q122 sebagai *output* indikator pada lampu sakelar dan alarm.

Tabel 3. Alamat *Input* dan *Output* Sistem *Supply*

Input			Output		
No	Name	Address	No	Name	Address
1	Sensor Cylinder Stopper Jig 1 - TOP	I100	1	Conveyor Top	Q100
2	Sensor Cylinder Stopper Jig 1 + TOP	I101	2	Conveyor Bottom	Q101
3	Sensor Proximity 1 Top	I102	3	Cylinder Stopper Jig 1 - TOP	Q102
4	Sensor Proximity 2 Top	I103	4	Cylinder Stopper Jig 1 + TOP	Q103
5	Sensor Infrared	I104	5	Rotary Cylinder CW	Q104
6	Sensor Rotary Cylinder CCW	I105	6	Rotary Cylinder CCW	Q105
7	Sensor Rotary Cylinder CW	I106	7	Vacum	Q106
8	Sensor Vacum	I107	8	Cylinder Material Feeder	Q107
9	Sensor Detection Material Available	I108	9	Cylinder Stopper Jig 2 + Bottom	Q108
10	Sensor Detection Material	I109	10	Cylinder Stopper Jig 2 - Bottom	Q109
11	Sensor Cylinder Material Feeder Push	I110	11	Tower Lamp (Red)	Q112
12	Sensor Cylinder Material Feeder Back	I111	12	Tower Lamp (Orange)	Q113
13	Sensor Cylinder Stopper Jig 2 - Bottom	I112	13	Tower Lamp (Green)	Q114
14	Sensor Proximity 1 Bottom	I113	14	Pilot Lamp Mode	Q116
15	Sensor Proximity 2 Bottom	I114	15	Push Button Lamp Start	Q117
16	Sensor Cylinder Stopper Jig 2 + Bottom	I115	16	Push Button Lamp Stop	Q118
17	Selector Swich	I116	17	Push Button Lamp Reset	Q119
18	Push Button Start	I117	18	Pilot Lamp Home	Q120
19	Push Button Stop	I118	19	Buzzer	Q121
20	Push Button Reset	I119	20	Emergency Lamp	Q122
21	Push Button Homing	I120			
22	Push Button Emergency Stop	I121			

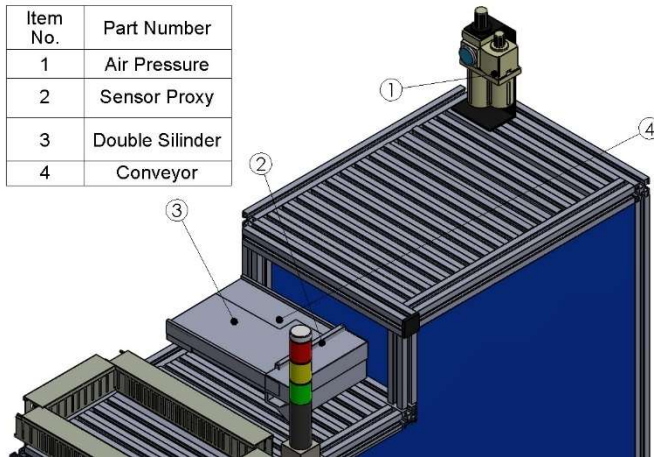
Pada tabel 3 merupakan *input* dan *output* pada sistem *supply*, dimana *input* terpasang pada rangkaian modbus kumparan dan aktuatornya, berupa sensor dan silinder. Alamat dari *input* I100 hingga I115 sebagai indikator *input* sensor, untuk alamat I116 hingga I121 sebagai indikator saklar. Pada tabel *input* tersebut alamat modul yang terpasang pada modul kedua, ketiga, dan keempat. Pada bagian *output*, pada alamat Q100 hingga Q122 sebagai alamat aktuator. Modul *output* yang terpasang pada alamat modul kelima, keenam, dan ketujuh.



Gambar 10. Diagram Alir Sistem Supply

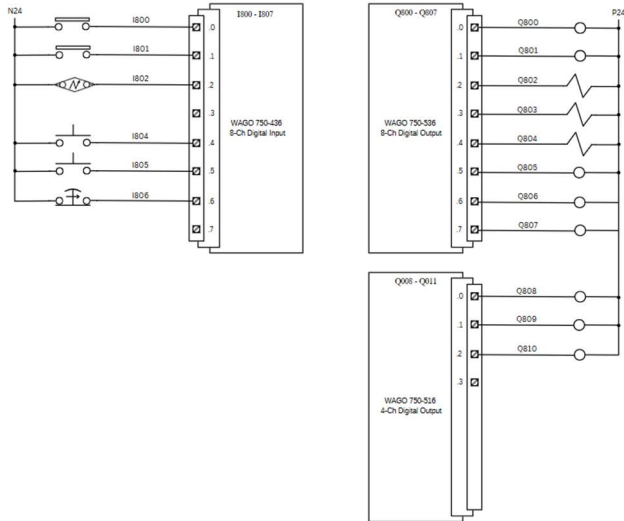
Sistem *Supply* merupakan sebuah proses awal yang dibutuhkan untuk memulai sebagai proses tertentu. Pada proses ini palet yang berasal dari proses *inlet* yang telah masuk tahap *Supply* ditambahkan satu material yang dibawa melalui palet material untuk masuk proses selanjutnya. Gambar 10 menjelaskan sensor *proximity* mendeteksi palet, setelah palet mendekati batas jarak dari deteksi sensor maka konveyor berhenti karena deteksi dari sensor *proximity*. Setelah palet berhenti selanjutnya piston aktif dan mendorong material objek ke tempat posisi perpindahan material objek ke palet, *rotary cylinder* aktif dan mengangkat objek dengan udara bertekanan dan berpindah posisi ke permukaan palet setelah terdeteksi dengan *proximity optic* lalu konveyor aktif dan membawa ke proses selanjutnya.

3.3. Sistem *Outlet Lifter*



Gambar 11. Desain Mekanikal Sistem *Outlet Lifter*

Pada bagian desain mekanikal dari Gambar 11 diatas menggambarkan tampak atas dari label OLF sebagai silinder dengan tipe piston ganda, ukuran tabung silinder dengan diameter 32-100 mm dengan terpasang 2 sensor. Pada gambar tampak atas terpasang 1 sensor pada bagian kanan palet, Tanda arah panah pada tata letak gambar menunjukkan arah dari motor konveyor, terpasang pada bagian dalam kanan sensor.



Gambar 12. Alamat Pengawatan Modbus Sistem Outlet Lifter

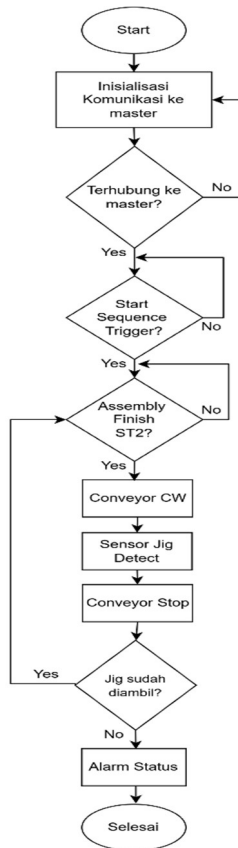
Alamat kumpulan *input* pada pengawatan modbus pada sistem *outlet lifter* pada Gambar 12 menggunakan 3 tombol pada *input* alamat I804, I805 dan I806. Lalu, pada alamat kumpulan *output* pada Q808, Q809, dan Q810 adalah lampu indikator pada tombol tersebut. Menggunakan 3 *input* sebagai sensor *switch* pada alamat I800 hingga I802 dan *output* pada alamat Q800 hingga Q803 sebagai aktuator.

Tabel 4. Alamat Input dan Output Outlet Lifter

Input			Output		
No	Name	Address	No	Name	Address
1	Sensor Cylinder Lifter Up	I800	1	Conveyor Forward	Q800
2	Sensor Cylinder Lifter Down	I801	2	Conveyor Backward	Q801
2	Sensor Proximity Jig	I802	3	Conveyor Lifter Down	Q802
3	Push Button Start	I804	4	Conveyor Lifter Up	Q803
4	Push Button Stop	I805	5	Tower Lamp (Red)	Q805
5	Emergency Button	I806	6	Tower Lamp (Orange)	Q806
			7	Tower Lamp (Green)	Q807
			8	Push Button Lamp Start	Q808
			9	Push Button Lamp Stop	Q809
			10	Push Button Lamp Emergency	Q810

Tabel 4 menampilkan alamat dari sistem *outlet lifter*. Alamat input pada expand IO Wago dimulai dari I800 sampai I807 sedangkan alamat output dari

Q800 hingga Q011 yang terpasang dengan tambahan 3 expand modul (1 Input dan 2 output).

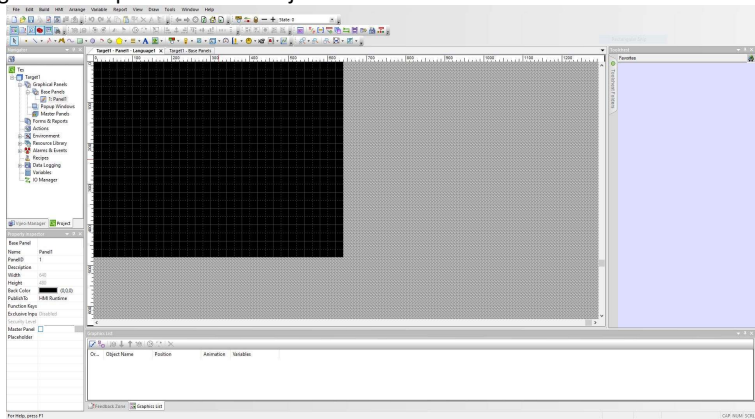


Gambar 13. Diagram Alir Sistem Outlet Lifter

Sistem *outlet lifter* pada Gambar 14 diatas masuk proses akhir saat setelah sistem *supply* selesai. Setelah itu konveyor aktif searah jarum jam dengan membawa palet menuju posisi *lifter*, konveyor akan berhenti setelah palet mendeteksi sensor pada lifter. Selama jeda beberapa detik konveyor aktif tidak searah jarum jam dan palet bergerak ke sistem *supply*, dan kembali ke sistem *inlet lifter*.

3.4. Perangkat lunak HMI

Tampilan yang digunakan merupakan Vijeo Designer 6.2 sebagai pembuat tampilan HMI. Perangkat lunak ini dikembangkan oleh Schneider, perangkat ini banyak digunakan di industri otomasi, pengembangan dari perangkat lunak ini dalam bentuk aplikasi konsol, aplikasi windows, ataupun menggunakan web untuk menyimpan data, hampir sama penggunaannya dengan perangkat lunak lainnya, Vijeo Designer ini memiliki beberapa fitur utama yaitu sebagai pengembangan tampilan antarmuka, integrasi dengan PLC, keamanan, ataupun menggunakan program untuk perintah suatu objek.



Gambar 14. Perangkat Lunak Vijeo Designer

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian terhadap sistem otomatis dengan tujuan mengevaluasi kinerja dan efisiensi dari setiap urutan proses yang telah di program. Pengujian berfokus pada urutan langkah-langkah yang dijalankan oleh sistem dengan menganalisis urutan dan durasi setiap langkah. Berikut penjelasan urutan setiap langkah proses aktuator. Berikut adalah grafik yang menunjukkan langkah-langkah proses yang terjadi selama pengujian.

4.1. Skema Protokol Modbus

[Transaction ID]	[Protocol ID]	[Length]	[Unit ID]	[Function Code]	[Data]
2 bytes	2 bytes	2 bytes	1 bytes	1 bytes	N bytes
Penjelasan:					
Transaction ID	Untuk mengidentifikasi permintaan/jawaban				
Protocol ID	Selalu 0 untuk Modbus TCP				
Length	Panjang byte setelah field ini				
Unit ID	Sama seperti Slave ID (digunakan untuk routing)				
Function Code	Baca/tulis coil/register				
Data	Detail alamat dan nilai register				

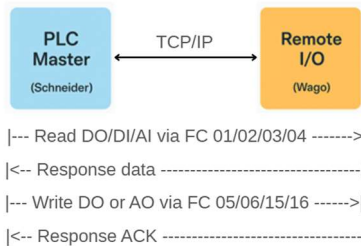
Gambar 15. Skema Protokol Modbus

Modbus TCP adalah versi protokol Modbus yang berjalan di atas jaringan Ethernet dan menggunakan format *frame* yang lebih kompleks dibandingkan Modbus RTU. *Frame* Modbus TCP terdiri dari enam bagian utama: *Transaction Identifier* (2 byte) yang digunakan untuk mencocokkan permintaan dan tanggapan, *Protocol Identifier* (2 byte) yang selalu bernilai 0 untuk Modbus, *Length* (2 byte) yang menunjukkan jumlah byte yang tersisa dalam *frame*, *Unit Identifier* (1 byte) yang mewakili ID slave (mirip *Slave ID* pada Modbus RTU), *Function Code* (1 byte) yang menentukan jenis operasi (seperti baca/tulis), dan *Data Field* (n byte) yang berisi alamat *register*, jumlah data, dan nilainya. Karena berjalan di atas TCP/IP, protokol ini tidak menggunakan CRC (Cyclic Redundancy Check) seperti Modbus RTU, karena integritas data sudah dijamin oleh lapisan transport TCP itu sendiri.

Tabel 5. Parameter Modbus

Kode	Fungsi	Keterangan
1	Read Coils	Baca digital output (DO)
2	Read Discrete Inputs	Baca digital input (DI)
3	Read Holding Registers	Baca analog output / data
4	Read Input Registers	Baca analog input (sensor)
5	Write Single Coil	Tulis satu DO
6	Write Single Register	Tulis satu holding register
15	Write Multiple Coils	Tulis banyak DO
16	Write Multiple Registers	Tulis banyak analog output

Function codes dalam protokol Modbus merupakan perintah yang digunakan oleh perangkat master (seperti PLC) untuk berinteraksi dengan perangkat slave (seperti remote I/O atau sensor). Fungsi-fungsi umum ini meliputi operasi pembacaan dan penulisan data, seperti FC 01 (Read Coils) untuk membaca status *digital output* (DO), FC 02 (*Read Discrete Inputs*) untuk membaca status *digital input* (DI), FC 03 (*Read Holding Registers*) untuk membaca nilai analog *output* atau data internal, dan FC 04 (*Read Input Register*) untuk membaca nilai analog *input* dari sensor. Sedangkan untuk penulisan data, digunakan FC 05 (*Write Single Coil*) dan FC 06 (*Write Single Register*) untuk menulis satu nilai, serta FC 15 (*Write Multiple Coils*) dan FC 16 (*Write Multiple Registers*) untuk menulis banyak nilai sekaligus. Pemilihan *function code* yang tepat sangat penting agar komunikasi data antar perangkat berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem otomasi.



Gambar 16. Skema PIC Master dan Remote I/O

Dalam sistem komunikasi Modbus TCP antara PLC Schneider (sebagai *master*) dan *Remote I/O* Wago (sebagai *slave*), data dikirim melalui jaringan Ethernet dengan format *frame* Modbus TCP/IP. PLC Schneider (misalnya seri M241 atau M580) berperan sebagai Modbus TCP *Client* (master) yang secara berkala mengirim permintaan baca/tulis ke perangkat *Remote I/O* Wago, seperti seri WAGO 750-352/xxx yang berfungsi sebagai Modbus TCP Server (slave). PLC akan membaca *input* digital/analog dari Wago (misalnya status sensor) menggunakan *function code* seperti FC 02 atau FC 04, dan menulis ke *output* digital/analog

(seperti relay atau aktuator) menggunakan FC 05 atau FC 16. Komunikasi ini berjalan melalui alamat IP masing-masing perangkat dan port *default* 502, dengan pemetaan *register* Modbus yang telah ditentukan sesuai konfigurasi modul Wago. Kelebihan Modbus TCP adalah kecepatan komunikasi yang tinggi, fleksibilitas koneksi, serta kemudahan integrasi antar vendor berbeda, menjadikannya pilihan umum dalam sistem otomasi industri yang menggunakan PLC Schneider dan I/O modular Wago.

4.1.1. Skema Inlet Lifter

Tabel 6. Modul Modbus Inlet Lifter

No	Modul WAGO	Jenis IO	Channel	Modbus Address	FC Code	Offset	Variabel di PLC Schneider
1	750-436 (8 DI)	Digital Input	1–8	10001–10008	FC 02	0	%M0.0 – %M0.7
2	750-409 (4 DI)	Digital Input	9–12	10009–10012	FC 02	8	%M0.8 – %M0.11
3	750-536 (8 DO)	Digital Output	1–8	00001–00008	FC 15	0	%M10.0 – %M10.7
4	750-516 (4 DO)	Digital Output	9–12	00009–00012	FC 15	8	%M10.8 – %M10.11

Modul pada modbus *inlet lifter* memiliki 4 modul dengan jumlah saluran, setiap baris mewakili modul dengan jenis yang berbeda dengan jenis I/O modbus yang sesuai dengan *Function Code* sebagai pengoperasian. Offset digunakan untuk menyesuaikan pemetaan variable pada PLC dengan alamat Modbus yang terhubung, Misalnya modul 750-436 dengan 8 DI menggunakan FC-02 untuk membaca status input, dan offset 0 dipakai sebagai variable %M0.0 hingga %M0.7.

Tabel 7. Perbandingan Modul DI dan DO

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-436	8 Digital Input
2	IP Address	192.168.1.10	IP dari WAGO
3	Function Code	2 (FC02)	Read Discrete Inputs
4	Modbus Address	10001 – 10008	Mulai dari offset 0
5	ADR	'192.168.1.10:2:0'	IP + Function Code + Offset
6	NB	8	Total bit input (1 modul x 8 channel)
7	OBJ	%M0.0	Disimpan ke %M0.0 – %M0.7
8	Interval Baca	100 – 200 ms	Pembacaan periodik disarankan

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-536 (8 DO), 750-516 x2 (4 DO)	Total 16 Digital Output
2	IP Address	192.168.1.10	IP dari WAGO
3	Function Code	15 (FC15)	Write Multiple Coils
4	Modbus Address	00001 – 00016	2 byte: offset 0 – 1
5	ADR	'192.168.1.10:15:0'	IP + Function Code + Offset
6	NB	16	Total 16 bit output
7	OBJ	%M10.0	Output dikirim dari %M10.0 – %M11.7
8	Pemicu Tulis	Event / periodik	Dapat dipicu berdasarkan logika perubahan

Berikut perbandingan antara modul digital *input* dan modul digital *output* jenis WAGO. Modul 750-436 memiliki 8 *input* digital, dengan alamat Modbus 10001-10008 dengan dimulai *offset* 0, untuk membaca data pada alamat %M0.0 hingga %M0.7 dengan interval baca sekitar 100 hingga 200 ms. Untuk 16 digital *output*, dengan alamat Modbus 00001-00016 dan *function code* untuk menulis data, pengiriman data dilakukan berdasarkan logika perubahan yang ada pada sistem.

4.1.2. Skema Supply

Tabel 8. Modul Modbus Supply

No	Modul WAGO	Jenis IO	Channel	Modbus Address	Function Code	Offset Byte	Variabel di PLC Schneider
1	750-436	Digital Input	1–8	10001–10008	FC 02	0	%M0.0 – %M0.7
2	750-436	Digital Input	9–16	10009–10016	FC 02	1	%M0.8 – %M1.7
3	750-436	Digital Input	17–24	10017–10024	FC 02	2	%M1.8 – %M2.7
4	750-536	Digital Output	1–8	00001–00008	FC 15	0	%M10.0 – %M10.7
5	750-536	Digital Output	9–16	00009–00016	FC 15	1	%M10.8 – %M11.7
6	750-536	Digital Output	17–24	00017–00024	FC 15	2	%M11.8 – %M12.7

Tabel ini menggambarkan pengaturan komunikasi Modbus dan PLC untuk *input* dan *output* digital. Modul 750-436 digunakan untuk input digital dengan alamat Modbus dari 10001 hingga 10024, dan menggunakan *function code* untuk membaca data dengan *offset byte* yang dipakai 0, 1, dan 2 untuk memetakan alamat %M0.0 hingga %M7.7. Sedangkan modul *output* digital dengan variabel menggunakan FC15 untuk menulis banyak data dengan *offset byte* hingga 2 dengan jumlah alamat %M10.0 hingga %M12.7.

Tabel 9. Perbandingan Modul DI dan DO

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-436 (x3)	Total 24 Digital Input
2	IP Address	192.168.1.10	IP dari WAGO
3	Function Code	2 (FC02)	Read Discrete Inputs (input digital)
4	Modbus Address	10001 – 10024	3 modul x 8 input → offset 0–2
5	ADR	'192.168.1.10:2:0'	Kombinasi IP + FC02 + Offset 0
6	NB	24	Total bit input yang dibaca
7	OBJ	%M0.0	Nilai disimpan di %M0.0 – %M2.7 di PLC Schneider
8	Interval Baca	100 – 200 ms	Rekomendasi pembacaan berkala

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-536 (x3)	Total 24 Digital Output
2	IP Address	192.168.1.10	IP dari WAGO
3	Function Code	15 (FC15)	Write Multiple Coils (digital output)
4	Modbus Address	00001 – 00024	3 modul x 8 output → offset 0–2
5	ADR	'192.168.1.10:15:0'	Kombinasi IP + FC15 + Offset 0
6	NB	24	Total bit output yang ditulis
7	OBJ	%M10.0	Output berasal dari %M10.0 – %M12.7
8	Pemicu Tulis	Event / Periodik	Dapat dipicu berdasarkan perubahan atau siklus reguler

Perbandingan tabel DI dan DO pada *Supply* proses didapat bahwa jumlah *Function Code* untuk menulis data dan membaca data sebanyak 2 untuk *offset byte* dengan pembacaan interval data setiap 100-200 ms.

4.1.3. Skema Outlet Lifter

Tabel 10. Modul Modbus Outlet Lifter

No	Modul WAGO	Jenis IO	Channel	Modbus Address	Function Code	Offset Byte	Variabel di PLC Schneider
1	750-436	Digital Input	1–8	10001–10008	FC 02	0	%M0.0 – %M0.7
2	750-536	Digital Output	1–8	00001–00008	FC 15	0	%M10.0 – %M10.7
3	750-516	Digital Output	9–12	00009–00012	FC 15	1	%M10.8 – %M10.11

Pengaturan alamat Modbus untuk digital input dan digital output. *Offset Byte* yang digunakan sebanyak 0 dan 1 dengan dengan variabel pada PLC dari digital *input* %M0.0-%M0.7 dan %M10.0-%M10.11 untuk digital *output* yang diterima melalui TCP/IP

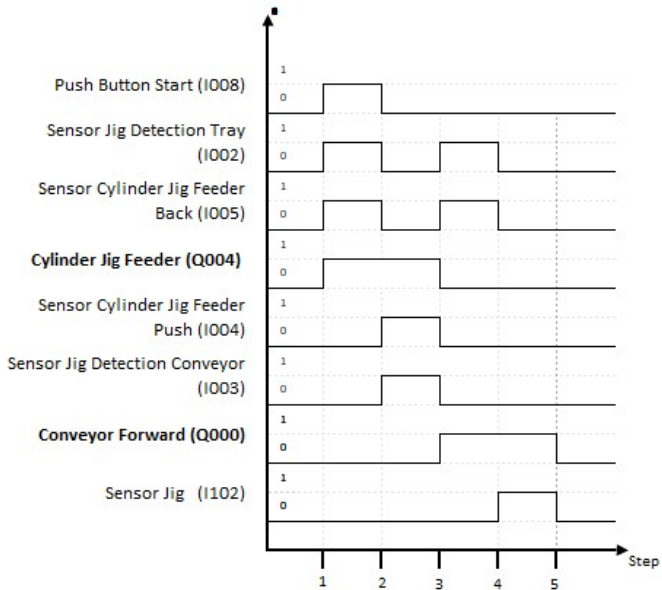
Tabel 11. Perbandingan Modul DI dan DO

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-436	8 Digital Input
2	IP Address	192.168.1.10	IP WAGO
3	Function Code	2 (FC02)	Read Discrete Inputs
4	Modbus Address	10001 – 10008	Mulai dari offset 0
5	ADR	'192.168.1.10:2:0'	IP + FC02 + Offset
6	NB	8	Jumlah bit yang dibaca (8 DI)
7	OBJ	%M0.0	Hasil pembacaan disimpan di bit %M0.0 – %M0.7 PLC Schneider
8	Interval Baca	100 – 200 ms	Dianjurkan untuk siklus periodik

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Modul WAGO	750-536 + 750-516	Total 12 Digital Output (8 + 4)
2	IP Address	192.168.1.10	IP WAGO
3	Function Code	15 (FC15)	Write Multiple Coils
4	Modbus Address	00001 – 00012	Mulai dari offset 0
5	ADR	'192.168.1.10:15:0'	IP + FC15 + Offset
6	NB	12	Jumlah bit yang dikirim (8 + 4 DO)
7	OBJ	%M10.0	Nilai output diambil dari bit %M10.0 – %M10.11
8	Pemicu Tulis	Event / Periodik	Dapat dikirim terus-menerus atau saat status berubah

Secara keseluruhan, perbandingan tabel pada data yang terkirim oleh *output* akan dikirim terus-menerus atau saat status berubah tergantung pada perubahan dalam sistem alam interval waktu 100-200 ms untuk siklus priodik.

4.2. Sistem Inlet Lifter



Gambar 17. Grafik Urutan Pengujian Inlet Lifter

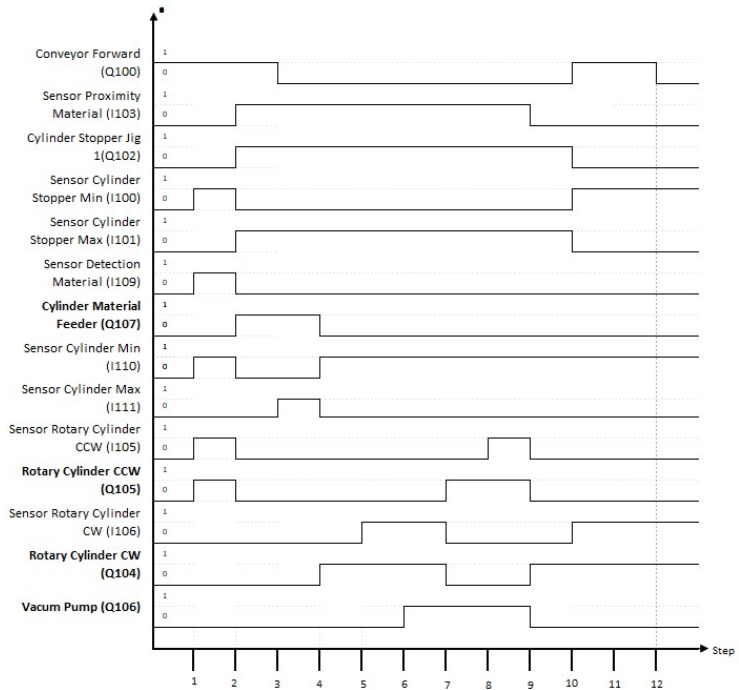
Melalui analisa grafik Gambar 15. Menunjukkan urutan langkah-langkah setiap proses dalam siklus pengujian sistem *inlet lifter*, sumbu horizontal menunjukkan proses urutan setiap langkah dimulai setelah langkah sebelumnya selesai. Sumbu vertikal menunjukkan masing masing dari aktuatur dengan ditandai dengan status *ON* (1) dan *OFF* (0). Setiap perubahan dari status 0 ke 1 menandakan komponen sensor dan aktuatur komponen aktif dan perubahan sebaliknya menandakan telah selesai. Berikut penjelasan urutan setiap langkah pada mekanisme pengujian :

Tabel 12. Hasil pengujian mekanisme step Inlet Lifter

Step	Perangkat	Aktivitas	Keterangan
Step 1	Push Button Start (I008)	Tombol Push	Memulai siklus proses
	Sensor Jig Detection Tray (I002)	Sensor On	Posisi awal jig di tray
	Sensor Cylinder Jig Feeder Back (I005)	Sensor On posisi Min	Silinder berada pada posisi minimum

	Cylinder Jig Feeder (Q004)	Silinder Max	Pergerakan silinder menuju posisi maksimum
Step 2	Cylinder Jig Feeder (Q004)	Silinder Max	Pergerakan silinder menuju posisi maksimum
	Sensor Cylinder Jig Feeder Push (I004)	Sensor On posisi Max	Posisi sensor mendeteksi posisi maksimum
	Sensor Jig Detection Konveyor (I003)	Sensor On	Mendeteksi posisi palet berada di posisi yang tepat
Step 3	Konveyor Forward (Q000)	Konveyor On	Konveyor membawa jig
	Sensor Jig Detection Tray (I002)	Sensor On	Sensor mendeteksi jig di penyimpanan tray
	Sensor Cylinder Jig Feeder Back (I005)	Sensor On posisi Min	Silinder berada pada posisi minimum
Step 4	Konveyor Forward (Q000)	Konveyor On	Konveyor membawa jig
	Sensor Jig (I102)	Sensor On	Jig terdeteksi oleh sensor di proses supply

4.3. Sistem Supply



Gambar 18. Grafik Urutan Pengujian Supply

Pengujian pada sistem *supply* mempunyai langkah dengan berbagai tahapan proses dari sensor dan aktuator sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil pengujian mekanisme step Supply

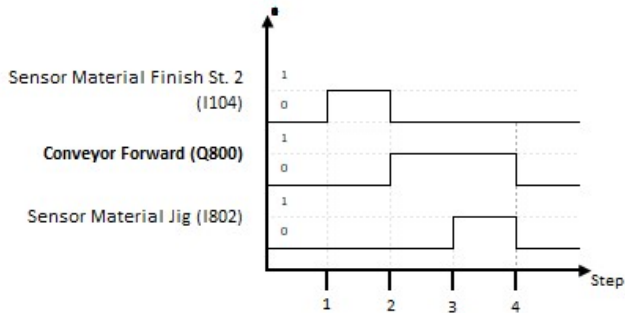
Step	Perangkat	Aktivitas	Keterangan
Step 1	Konveyor Forward (Q100)	Konveyor On	Konveyor membawa jig ke proses supply
	Sensor Cylinder Stopper Min (I100)	Sensor On	Silinder berada pada posisi minimum
	Sensor Detection Material (I109)	Sensor On	Sensor mendeteksi material di tray material
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor On	Silinder berada posisi minimum

	Sensor Rotary Cylinder CCW (I105)	Sensor On posisi CCW	Sensor mendeteksi rotary posisi CCW
	Rotary Cylinder CCW (Q105)	Silinder CCW	Bergerak ke posisi rotary CCW
Step 2	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor On	Sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Cylinder Material Feeder (Q107)	Silinder Max	Pergerakan silinder posisi maksimum
Step 3	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on	Sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Cylinder Material Feeder (Q107)	Silinder Max	Pergerakan silinder menuju posisi maksimum
	Sensor Cylinder Max (I111)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
Step 4	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on	Sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Bergerak ke posisi rotary CW
Step 5	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on	Masih dalam keadaan sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Masih dalam keadaan silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum

	Sensor Rotary Cylinder CW (I106)	Sensor on posisi CW	Sensor mendeteksi rotary posisi CW
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Masih dalam keadaan rotary CW
Step 6	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on	Masih dalam keadaan sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Masih dalam keadaan silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum
	Sensor Rotary Cylinder CW (I106)	Sensor on posisi CW	Sensor mendeteksi rotary posisi CW
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Masih dalam keadaan rotary CW
	Vacum Pump (Q106)	Vakum on	Vakum menyerap material
	Step 7	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on
Cylinder Stopper Jig 1(Q102)		Silinder Max	Masih dalam keadaan silinder posisi maksimum
Sensor Cylinder Stopper Max (I101)		Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
Sensor Cylinder Min (I110)		Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum
Rotary Cylinder CCW (Q105)		Silinder CCW	Bergerak ke posisi rotary CCW
Vacum Pump (Q106)		Vakum on	Vakum menyerap material
Step 8	Sensor Proximity Material (I103)	Sensor on	Masih dalam keadaan sensor mendeteksi jig di konveyor
	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Masih dalam keadaan silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum

	Sensor Rotary Cylinder CCW (I105)	Sensor On posisi CCW	Sensor mendeteksi rotary posisi CCW
	Rotary Cylinder CCW (Q105)	Silinder CCW	Bergerak ke posisi rotary CCW
	Vacum Pump (Q106)	Vakum on	Vakum menyerap material
Step 9	Cylinder Stopper Jig 1(Q102)	Silinder Max	Masih dalam keadaan silinder posisi maksimum
	Sensor Cylinder Stopper Max (I101)	Sensor on posisi max	Posisi sensor mendeteksi silinder maksimum
	Sensor Cylinder Min (I110)	Sensor on posisi min	Posisi sensor mendeteksi silinder minimum
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Masih dalam keadaan rotary CW
Step 10	Konveyor Forward (Q100)	Konveyor On	Konveyor membawa jig ke proses Outlet Lifter
	Sensor Cylinder Stopper Min (I100)	Sensor On	Silinder berada pada posisi minimum
	Sensor Rotary Cylinder CW (I106)	Sensor on posisi CW	Sensor mendeteksi rotary posisi CW
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Masih dalam keadaan rotary CW
Step 11	Konveyor Forward (Q100)	Konveyor On	Konveyor membawa jig ke proses Outlet Lifter
	Sensor Cylinder Stopper Min (I100)	Sensor On	Silinder berada pada posisi minimum
	Sensor Rotary Cylinder CW (I106)	Sensor on posisi CW	Sensor mendeteksi rotary posisi CW
	Rotary Cylinder CW (Q104)	Silinder CW	Masih dalam keadaan rotary CW

4.4. Sistem *Outlet Lifter*



Gambar 19. Grafik Urutan Pengujian *Outlet Lifter*

Sistem outlet lifter merupakan bagian akhir dari setiap proses. Pengujian dilakukan dengan menilai efektivitas dalam menghentikan palet dari stasiun terakhir berikut langkah :

Tabel 14. Hasil pengujian mekanisme step *Outlet Lifter*

Step	Perangkat	Aktivitas	Keterangan
Step 1	Sensor Material Finish St. 2 (I104)	Sensor Infrared On	Material terdeteksi oleh sensor infrared
Step 2	Konveyor Forward (Q000)	Konveyor On	Menunjukkan pergerakan Konveyor untuk membawa jig
Step 3	Konveyor Forward (Q000)	Konveyor On	Menunjukkan pergerakan Konveyor untuk membawa jig
	Sensor Material Jig (I802)	Sensor On	Mendeteksi keberadaan jig pada konveyor

4.5. Sequence Sistem

Sequence tiga stasiun di atas menggambarkan alur otomatisasi material mulai dari pengambilan jig di tray, pemindahan menggunakan konveyor, hingga proses pengambilan material dengan sistem *rotary* dan *vacuum*. Pada stasiun pertama, proses diawali dengan menekan tombol *start* yang memicu silinder untuk mendorong *jig* ke konveyor. Pada stasiun kedua, material dideteksi dan dihentikan oleh *stopper* sebelum didorong ke posisi pengambilan oleh *feeder*; kemudian,

rotary cylinder mengambil material menggunakan *vacuum* dan memindahkannya ke posisi berikutnya. Stasiun ketiga, konveyor membawa material hingga terdeteksi oleh sensor pada jig dan berhenti untuk melanjutkan proses berikutnya. Setiap stasiun bekerja secara berurutan dengan sinyal *input* dan *output* sensor serta aktuator yang saling terintegrasi.

Tabel 15. Sistem Sequence CIM

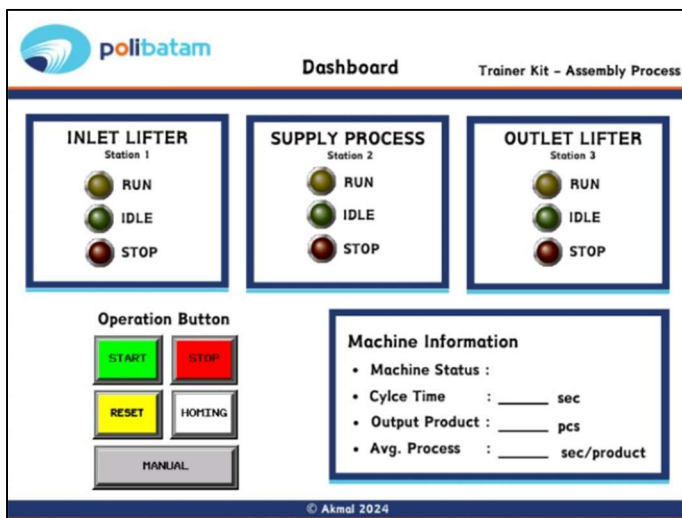
Station	Step	Deskripsi Proses	Input/Output yang Aktif
ST-1 Inlet Lifter	1	Operator menekan tombol start untuk memulai proses.	Push Button Start (I008 = 1)
		Sensor mendeteksi keberadaan Jig di tray.	Sensor Jig Detection Tray (I002 = 1)
		Sensor di belakang slider feeder aktif.	Sensor Cylinder Feeder Back (I005 = 1)
		Aktuator slider feeder aktif.	Cylinder Feeder (Q004 = 1)
	2	Sensor kondisi posisi depan feeder.	Sensor Feeder Position Push (I004 = 1)
		Cylinder Jig Feeder dimatikan (berhenti).	Q004 = 0
	3	Sensor Conveyor mendeteksi adanya Jig.	Sensor Jig Detecion Conveyor (I003 = 1)
		Conveyor mulai bergerak maju.	Conveyor Forward (Q000 = 1)
	4	Conveyor terus bergerak mendorong jig.	Conveyor Forward tetap aktif
		Sensor Jig mendeteksi keberadaan jig.	Sensor Jig (I102 = 1)
5	Conveyor berhenti karena jig telah sampai posisi tujuan.	Conveyor Forward (Q000 = 0)	
ST-2 Supply Process	1	Conveyor mulai berjalan membawa material.	Conveyor Forward (Q100 = 1)
		Sensor mendeteksi material masuk.	Proimity Material (I103 = 1)
	2	Material mencapai posisi stopper.	Cylinder Stopper Jig 1 (Q102 = 1) aktif
		Conveyor berhenti	Q100 = 0
	3	Sensor mendeteksi stopper bawah.	Cylinder Stopper min (I100 = 1)
		Cylinder Material Feed mulai mendorong.	Q107 = 1
	4	Sensor mendeteksi stopper atas (maksimum)	Cylinder Stopper Ma (I101 = 1)
	5	Sensor mendeteksi material siap diambil.	Detection Material (I109 = 1)
		Feeder berhenti.	Q107 = 0
	6	Rotary Cylinder bergerak CCW.	Q105 = 1
Sensor mendeteksi posisi CCW		Sensor Rotary CCW (I105 = 1)	
7	Rotary Berhenti	Q105 = 0	
	Vacuum Pump menyedot material.	Vacuum Pmp (Q106 = 1)	
8	Rotary Cylinder bergerak CW.	Q104 = 1	
	Sensor mendeteksi posisi CW.	Sensor Rotary CW (I106 = 1)	
9	Rotary berhenti.	Q104 = 0	
	Conveyor berjalan lagi untuk material selanjutnya.	Conveyor Forward (Q100 = 1)	
ST-3 Outlet Lifter	1	Material selesai di proses di station 2.	Sensor Material Finnish St. 2 (I104 = 1)
		Conveyor mulai berjalan.	Conveyor Forward (Q800 = 1)
	2	Material bergerak ke depan.	Sensor I104 = 0, Q800 tetap aktif
		Material mencapai jig.	Sensor Material Jig (I802 = 1)
3	Conveyor berhenti.	Conveyor Forward (Q800 = 0)	
	Material diam di jig.	Sensor I802 = 0 (jika sudah diambil)	

4.6. Tampilan Utama Monitoring Sistem

4.6.1. Dashboard

Pada Gambar 18. merupakan tampilan dashboard dari sistem Trainer Kit CIM yang terdiri dari tiga stasiun utama: *Inlet Lifter* (Stasiun 1), *Supply Proses* (Stasiun 2), dan *Outlet Lifter* (Stasiun 3). Masing-masing stasiun memiliki indikator status berupa lampu untuk kondisi *Run* (Hijau), *Idle* (Kuning), dan *Stop* (Merah) guna memantau aktivitas secara *real-time*.

Bagian bawah kiri terdapat panel *Operation Button* yang memungkinkan operator untuk mengendalikan proses secara manual melalui tombol *start*, *stop*, *reset*, *homing*, dan *manual*. Sementara itu, di bagian kanan bawah terdapat informasi kinerja mesin seperti *Machine Status*, *Cycle Time*, *Output Product*, dan *Average Proses Time per Product*, yang memberikan gambaran efisiensi dan performa sistem. Tampilan ini membantu operator dalam mengawasi, mengontrol, dan menganalisis jalannya proses perakitan secara menyeluruh dan terstruktur.

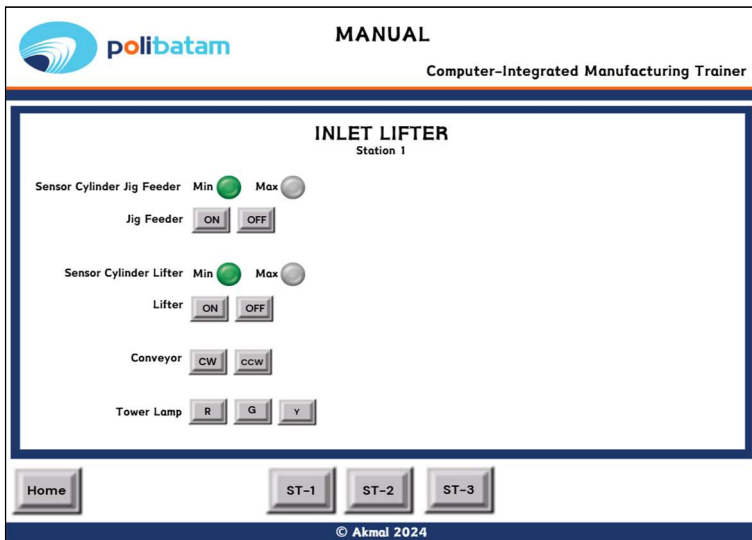


Gambar 20. Tampilan Menu Utama

4.6.2. Manual Stasiun 1

Tampilan menu manual stasiun pada Gambar 19. merupakan tampilan manual control untuk stasiun Inlet Lifter (Stasiun 1) dari sistem *Computer-Integrated Manufacturing Trainer*. Panel ini menyediakan kontrol dan monitoring secara

manual terhadap komponen-komponen utama seperti *Jig Feeder*, *Lifter*, dan konveyor. Sensor silinder pada *jig feeder* dan *lifter* ditampilkan dengan indikator *Min/Max* yang menunjukkan posisi silinder saat ini. Operator dapat mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator secara langsung dengan tombol *ON/OFF*, serta mengatur arah gerak konveyor menggunakan tombol *CW* (*Clockwise*) dan *CCW* (*Counter Clockwise*). Selain itu, terdapat kontrol *tower lamp* dengan tiga pilihan warna indikator: *Red* (R), *Green* (G), dan *Yellow* (Y) sebagai penanda status kondisi mesin. Navigasi antar stasiun dapat dilakukan menggunakan tombol *ST-1*, *ST-2*, *ST-3*, dan tombol *Home* untuk kembali ke menu utama. Tampilan ini sangat berguna untuk proses *troubleshooting*, pengujian sistem, atau pengoperasian awal sebelum masuk ke mode otomatis.

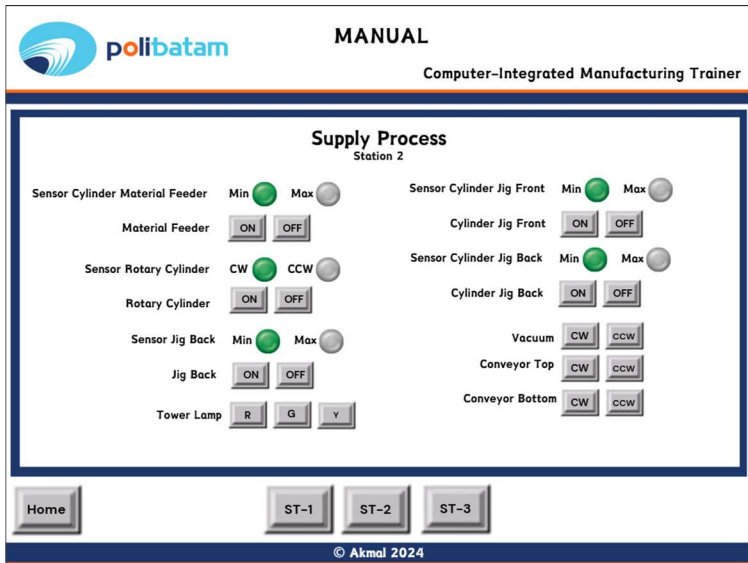


Gambar 21. Tampilan Pada Menu Manual ST-1

4.6.3. Manual Stasiun 2

Pada Gambar 20. menampilkan antarmuka pengendalian untuk Stasiun 2 *Supply Proses* dari sistem *Computer-Integrated Manufacturing Trainer*. Panel ini memungkinkan operator untuk mengontrol langsung semua aktuator dan memantau sensor pada stasiun ini. Terdapat kontrol untuk *Material Feeder*, *Rotary Cylinder*, *Jig Back*, *Cylinder Jig Front*, *Cylinder Jig Back*, serta *Vacuum*, *Konveyor Top*, dan *Konveyor Bottom*, masing-masing dilengkapi dengan tombol *ON/OFF* atau arah gerak *CW/CCW*. Setiap aktuator terkait dengan indikator sensor posisi *Min/Max* guna memberikan informasi visual tentang status aktual silinder.

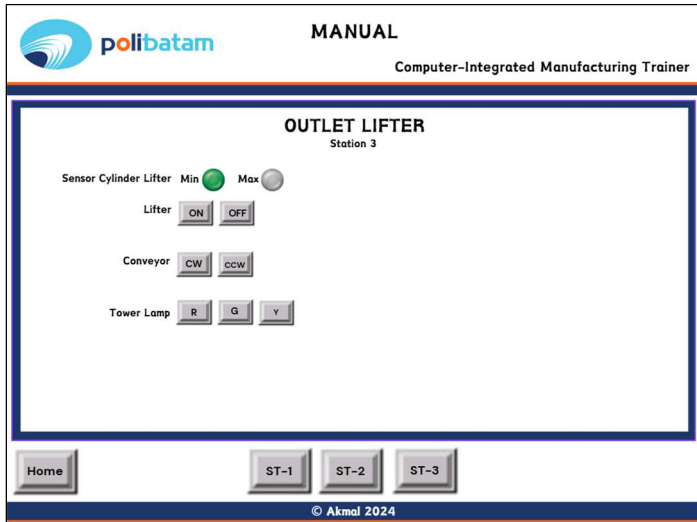
Selain itu, tersedia kontrol *Tower Lamp* dengan pilihan warna *Merah* (R), *Hijau* (G), dan *Kuning* (Y) sebagai penanda kondisi operasi.



Gambar 22. Tampilan Pada Menu Manual ST-2

4.6.4. Manual Stasiun 3

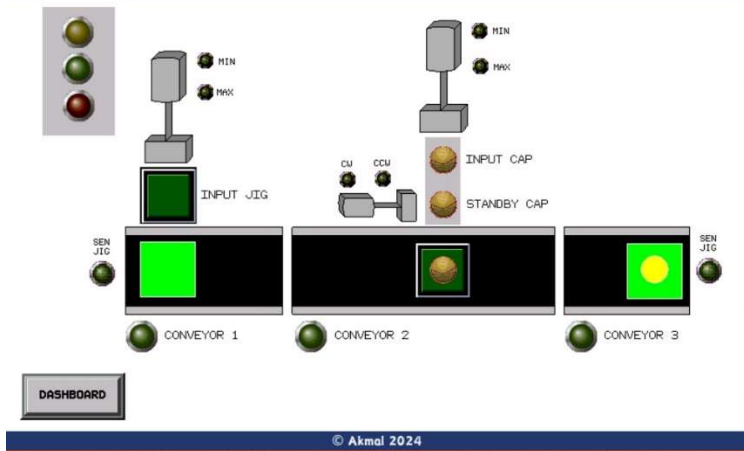
Pada menu tampilan Gambar 21. merupakan tampilan kontrol untuk stasiun 3 *Outlet Lifter* pada sistem *Computer-Integrated Manufacturing Trainer*. Panel ini menyediakan pengoperasian manual untuk mengendalikan aktuatur lifter dan konveyor, yang dilengkapi dengan tombol *ON/OFF* serta pengaturan arah gerak konveyor *CW* (*Clockwise*) dan *CCW* (*Counter Clockwise*). Status posisi lifter ditampilkan melalui indikator sensor *Min/Max*, yang menunjukkan apakah silinder berada di posisi bawah atau atas. Selain itu, terdapat kontrol *Tower Lamp* dengan tiga pilihan warna indikator: *Merah* (R), *Hijau* (G), dan *Kuning* (Y), yang dapat digunakan untuk menunjukkan status operasi atau kondisi tertentu.



Gambar 23. Tampilan Pada Menu Manual ST-3

4.6.5. Proses *Running*

Gambar HMI di atas menampilkan sistem kontrol otomatis pada *Trainer Kit Assembly Process*, yang digunakan di Polibatam untuk pembelajaran otomasi industri. Tampilan ini menunjukkan proses perakitan yang terdiri dari tiga konveyor utama, di mana konveyor 1 digunakan untuk memasukkan JIG (komponen dasar), konveyor 2 sebagai area pemasangan penutup ke *jig* dengan bantuan aktuator, dan konveyor 3 sebagai output setelah proses perakitan selesai. Sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda kerja di setiap stasiun, sedangkan indikator *Min/Max* dan warna visual pada elemen-elemen proses menampilkan status operasional seperti level bahan atau kondisi aktuator. Tampilan ini memudahkan pengguna dalam memonitor jalannya proses secara *real-time* dan menjadi sarana pembelajaran efektif dalam memahami integrasi sensor, aktuator, serta kontrol berbasis PLC dan HMI.



Gambar 24. Tampilan Bagian Proses *Running*

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan terdiri dari 3 stasiun utama yakni *Inlet Lifter*, *Supply Proses*, dan *Outlet Lifter*. Dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pengujian menunjukkan bahwa pemantauan berlangsung tanpa gangguan, memberi gambaran jelas mengenai status operasional alat, untuk merancang sistem *monitoring* dengan perubahan status sensor dan aktuator yang terdeteksi secara akurat dan data yang terkumpul langsung diproses dalam sistem SCADA. Pada stasiun pertama, proses diawali dengan pendeteksian jig dan pengoperasian silinder secara otomatis untuk memindahkan material ke konveyor. Pada stasiun kedua, proses menjadi lebih kompleks dengan adanya interaksi antara rotary cylinder, vacuum pump, dan sensor posisi yang dikendalikan secara sinkron untuk memindahkan material secara presisi. Stasiun ketiga melengkapi sistem dengan mengatur penempatan akhir material menggunakan lifter dan konveyor, memastikan bahwa seluruh siklus berjalan sesuai urutan yang telah diprogram.
2. Dalam segi komunikasi, sistem PLC dan Modbus dengan menggunakan protocol Modbus TCP/IP dengan menerapkan protocol Modbus RTU sebagai media komunikasi antara PLC (sebagai master) dan HMI (sebagai antarmuka visual). Hal ini memungkinkan pertukaran data status input-output secara cepat dan stabil, serta mendukung pemantauan melalui HMI baik dalam mode otomatis maupun manual. Konfigurasi komunikasi ini juga membuktikan bahwa integrasi antar perangkat dalam sistem CIM dapat dicapai secara andal melalui protokol industri yang terbuka dan luas digunakan
3. Visualisasi yang ditampilkan dalam bentuk HMI tidak hanya membantu dalam pengoperasian, tetapi juga menjadi media pembelajaran yang efektif untuk memahami alur kerja sistem otomasi. Penggunaan indikator RUN, IDLE, STOP, serta tampilan sensor dan aktuator secara manual maupun otomatis, memperjelas interaksi logika yang terjadi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem tersebut. Selain itu, fitur monitoring seperti cycle time, jumlah output, dan rata-rata waktu proses per produk memberikan nilai tambah dalam evaluasi performa sistem secara kuantitatif.

Secara keseluruhan, sistem SCADA yang dibangun telah memenuhi tujuan utama dari penelitian ini, yaitu untuk menerapkan komunikasi industri dalam mengontrol dan memantau proses manufaktur terotomatisasi, merancang integrasi PLC dan Modbus dalam sistem CIM, serta memvisualisasikan interaksi antara sensor dan aktuator secara informatif. Penerapan sistem ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan sistem otomasi industri skala besar yang lebih kompleks dan adaptif terhadap kebutuhan industri 4.0.

5.2. Saran

Untuk menyelesaikan penelitian akhir ini, masih terdapat banyak aspek yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis ingin memberikan beberapa saran sebagai berikut:

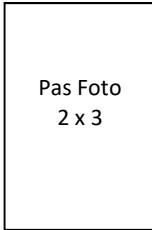
1. Mengganti protocol modbus RTU ke modbus mqtt agar mendapat akses internet tidak hanya menggunakan IP local
2. Mengembangkan software monitoring berbasis web atau mobile agar dapat diakses dari jarak jauh dengan lebih fleksibel
3. Meningkatkan tampilan antarmuka monitoring agar lebih informatif dan status alat secara real-time
4. Melakukan perawatan dan pengecekan pada alat praktikum untuk memastikan kondisi komponen tetap baik.

Daftar Pustaka

- [1] A. Hadi Amin and Y. Sukma Saputri, "Literature Review: Application of Computer Integrated Manufacturing (CIM) to Increase Operational Effectiveness and Company Productivity," *Inf. Technol. Int. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 44–49, 2023, doi: 10.33005/itij.v1i1.6.
- [2] Y. Komalasari and M. F. Naufal, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Produksi Pada PT. Ayra Digdaya Indonesia," *Simpatik J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 116–124, Dec. 2024, doi: 10.31294/simpatik.v4i2.5400.
- [3] D. Ridwan, A. A. Masriwilaga, H. Kabir, and D. Komaludin, "Implementasi Sistem Supervisory Control and Data Acquisition untuk Proses Koagulasi pada Instalasi Pengolahan Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface Supervisory Control and Data Acquisition System Implementation for The Coa," vol. 11, no. 1, 2023.
- [4] D. Upadhyay and S. Sampalli, "SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems: Vulnerability assessment and security recommendations," *Comput. Secur.*, vol. 89, p. 101666, 2020, doi: 10.1016/j.cose.2019.101666.
- [5] T. Sitepu *et al.*, "Design of Scada-Based Motor Monitoring System," *Int. J. Appl. Res. Sustain. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 87–96, Feb. 2025, doi: 10.59890/ijarss.v3i1.203.
- [6] A. Goeritno and S. Pratama, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 16, no. 3, pp. 198–206, 2020, doi: 10.17529/jre.v16i3.14905.
- [7] M. A. Koondhar, G. S. Kaloi, A. K. Junejo, A. H. Soomro, S. Chandio, and M. Ali, "The Role of PLC in Automation, Industry and Education Purpose: A Review," *Pakistan J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 22–31, Dec. 2023, doi: 10.22555/pjets.v11i1.975.
- [8] A. Faryal, F. Umer, M. Amjad, Z. Rashid, and A. Muhammad, "Modelling and Simulation of SCADA and PLC System for Power System Protection Laboratory," *Electr. Control Commun. Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 19–25, 2021, doi: 10.2478/ecce-2021-0003.
- [9] T. Martins and S. V. G. Oliveira, "Enhanced Modbus/TCP Security Protocol: Authentication and Authorization Functions Supported," *Sensors*, vol. 22, no. 20, 2022, doi: 10.3390/s22208024.
- [10] E. D. Kusuma, T. F. Aziz, and W. Dewanto, "Implementasi Modbus TCP dalam Pengiriman Data Deteksi Objek ke PLC Schneider M221," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–16, 2024, doi: 10.30871/jaee.v8i1.7334.
- [11] M. Somantri, M. Arfan, and O. S. Siregar, "Adaptasi Human Machine

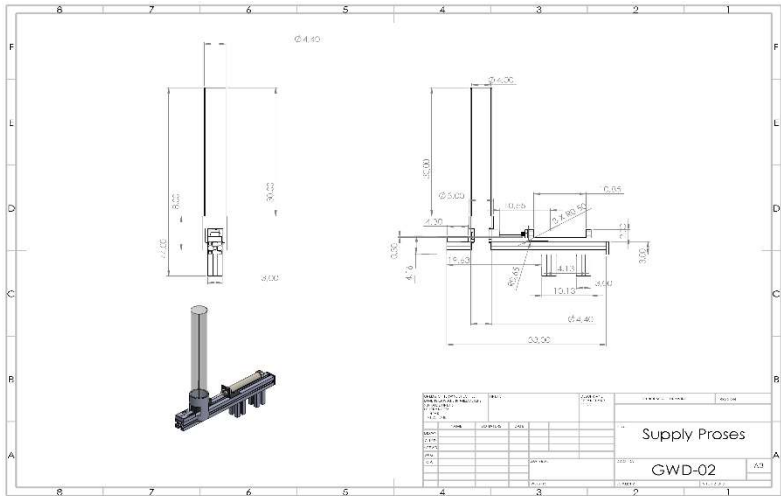
Interface (HMI) dalam Monitoring dan Kendali Kualitas Air pada Tambak Udang," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 12, no. 2, pp. 73–80, 2022, doi: 10.21456/vol12iss2pp73-80.

Biodata

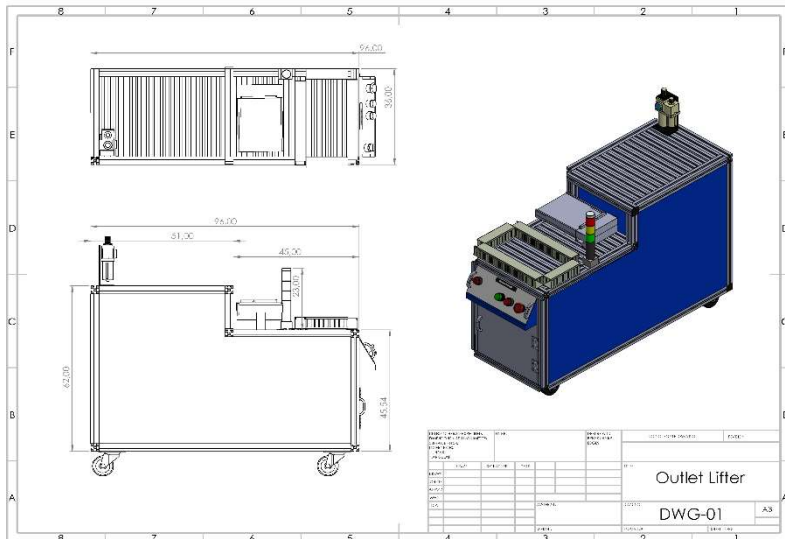


Nama : Akmal Rusydi Sukma
TTL : Batam, 28 Januari 2000
Agama : Islam
Alamat : Mukakuning indah 1 Blok CD 09

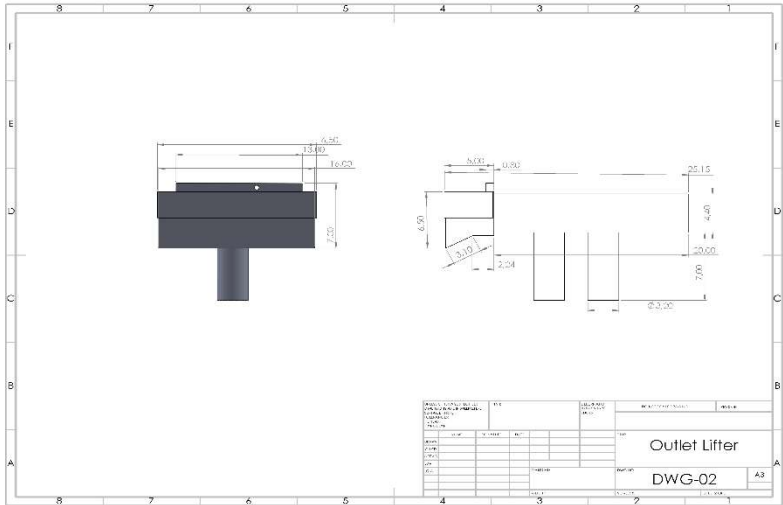
E-mail : Akmalrusydi02@gmail.com
Pendidikan :
SD : SDN 001 BATU AJI
SMP : SMPN 11 BATAM
SMA : SMKN 1 BATAM



Gambar 30. Drawing Design Cylinder Feeder

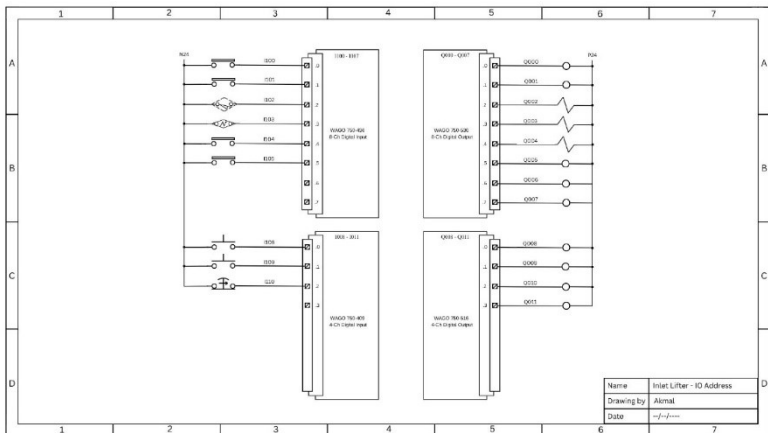


Gambar 31. Drawing Design Outlet Lifter

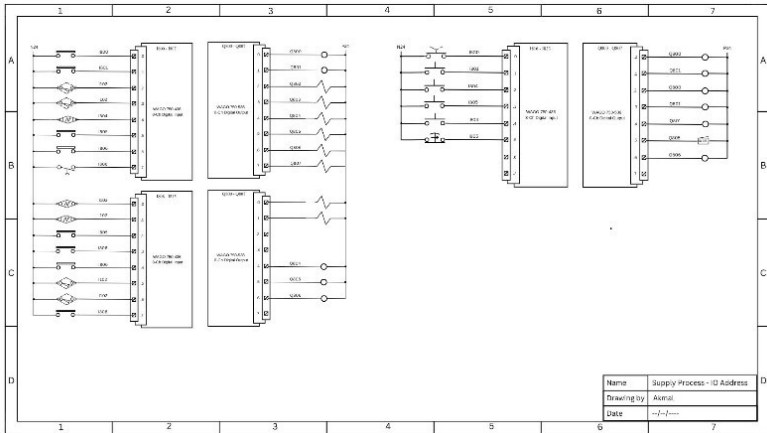


Gambar 32. Drawing Design Cylinder Outlet Lifter

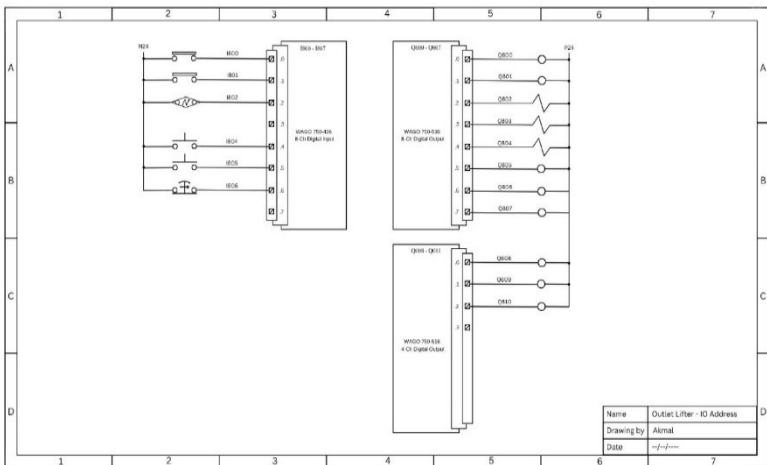
B. Desain Elektrikal



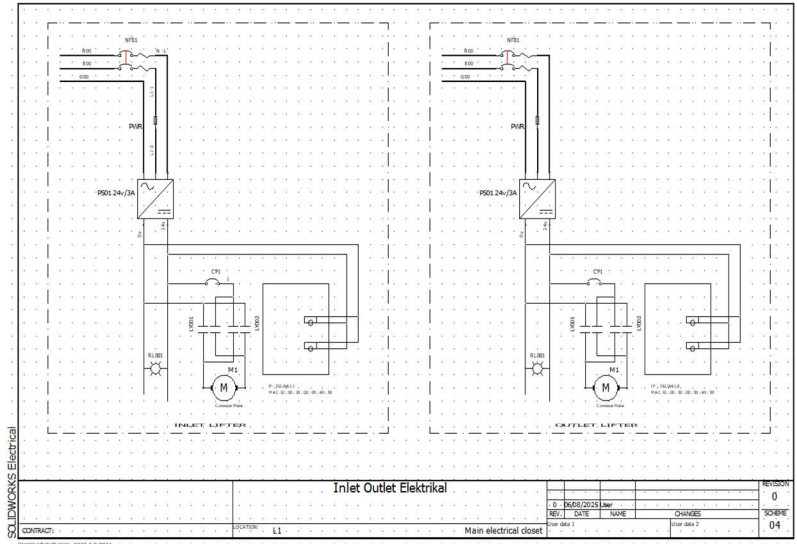
Gambar 33. Desain Elektrikal Field I/O Inlet Lifter



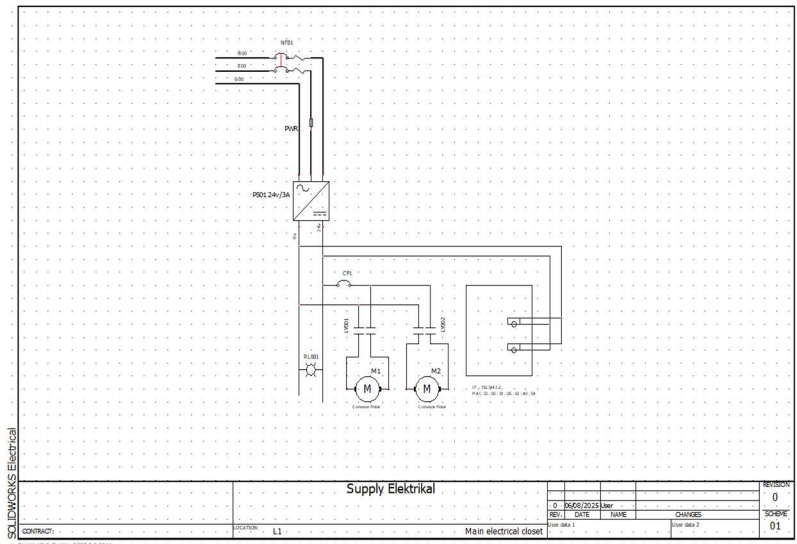
Gambar 34. Desain Elektrikal Field I/O Supply Proses



Gambar 35. Desain Elektrikal Field I/O Outlet Lifter

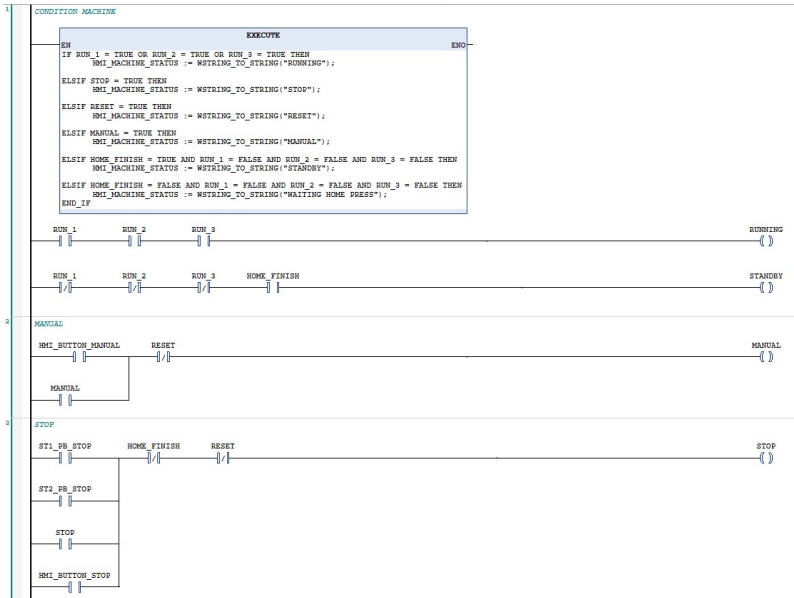


Gambar 36. Desain Elektrikal Power Circuit Inlet dan Outlet Lifter

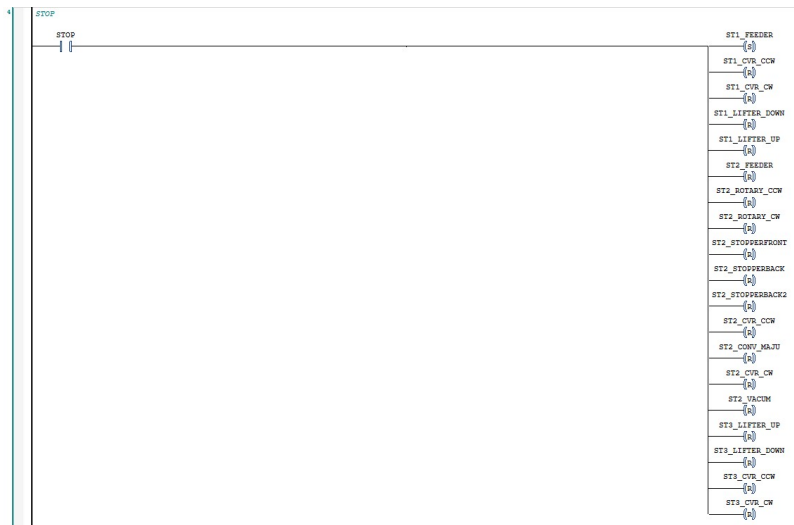


Gambar 37. Desain Elektrikal Power Circuit Supply Proses

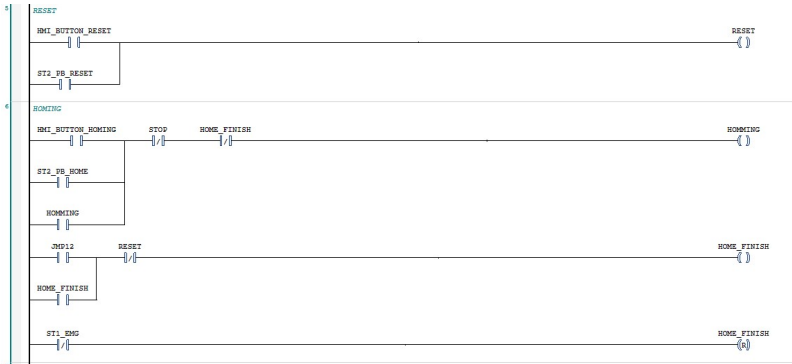
C. Program PLC



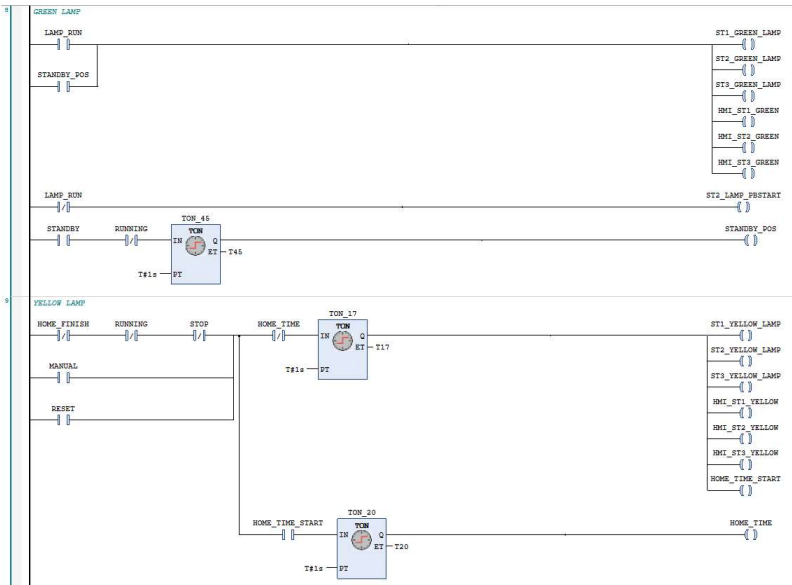
Gambar 38. Kondisi Status Program PLC

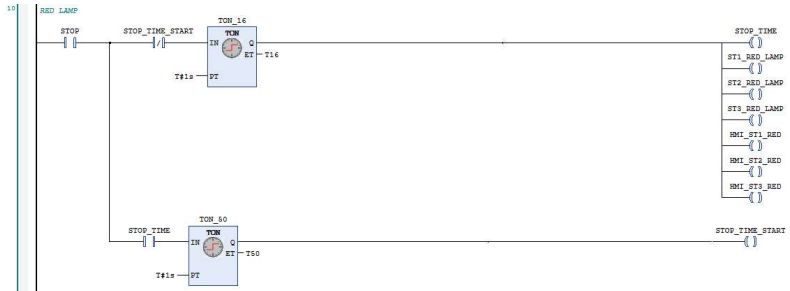


Gambar 39. Kondisi Stop Program PLC

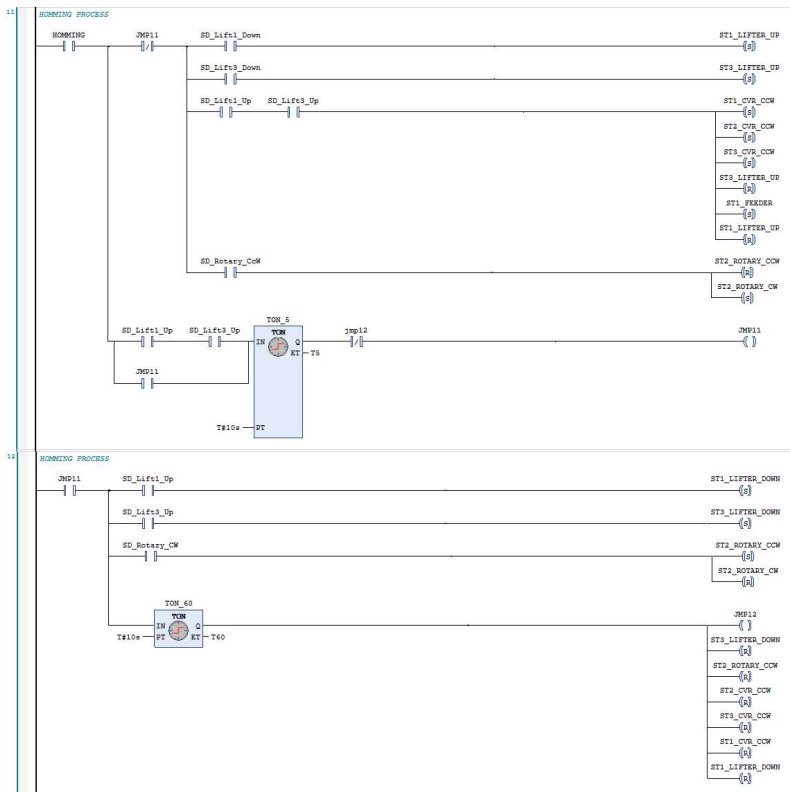


Gambar 40. Kondisi Reset dan Homing PLC

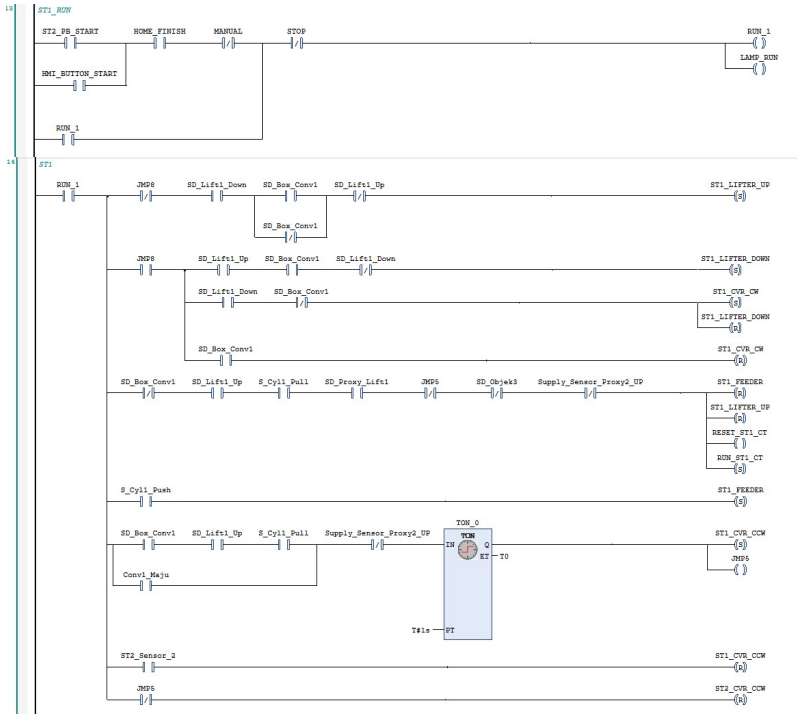




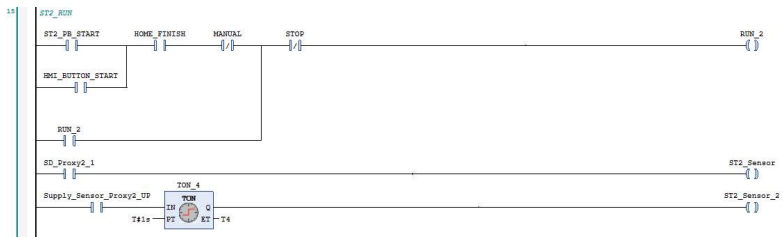
Gambar 41. Kondisi Program Lamp PLC



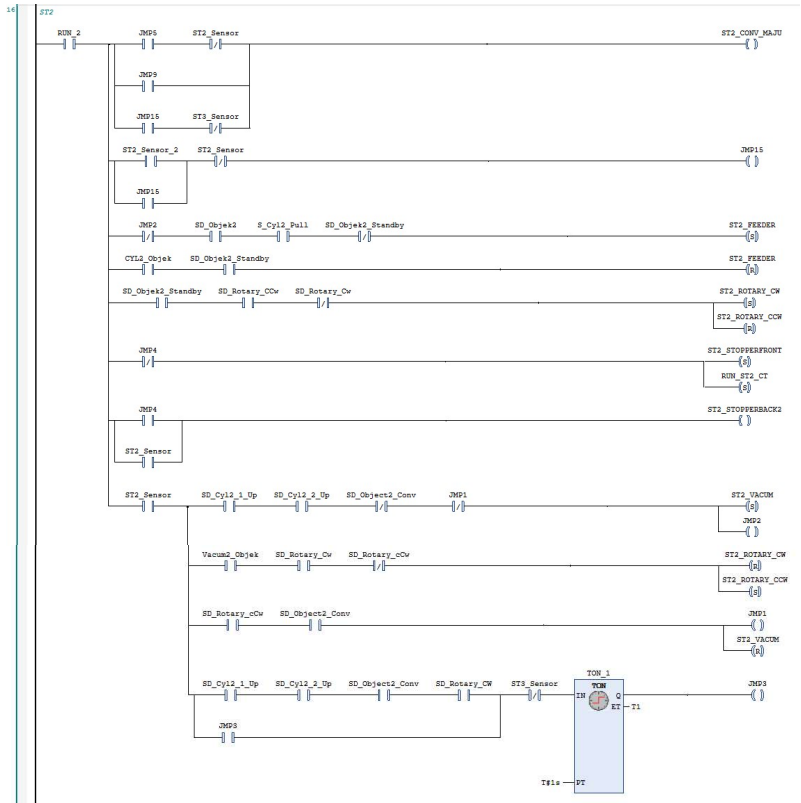
Gambar 42. Kondisi Timer Homing PLC



Gambar 43. Kondisi Inlet Lifter Running



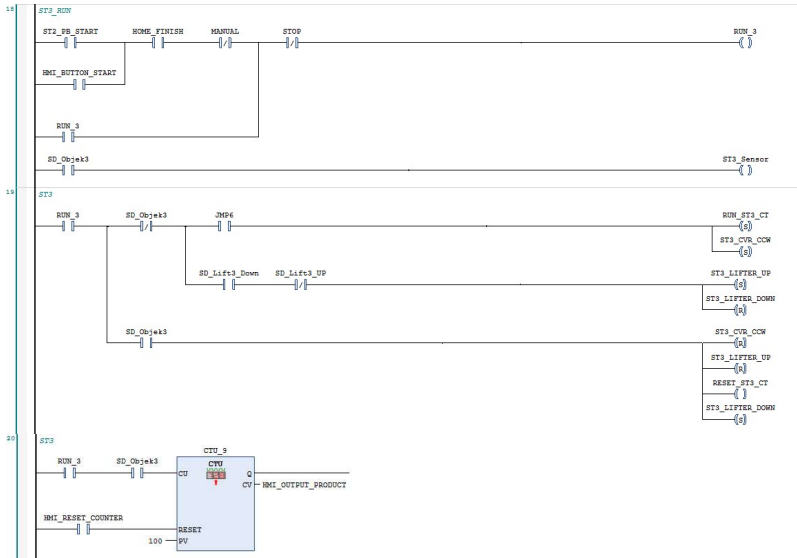
Gambar 44. Kondisi Supply Proses Running



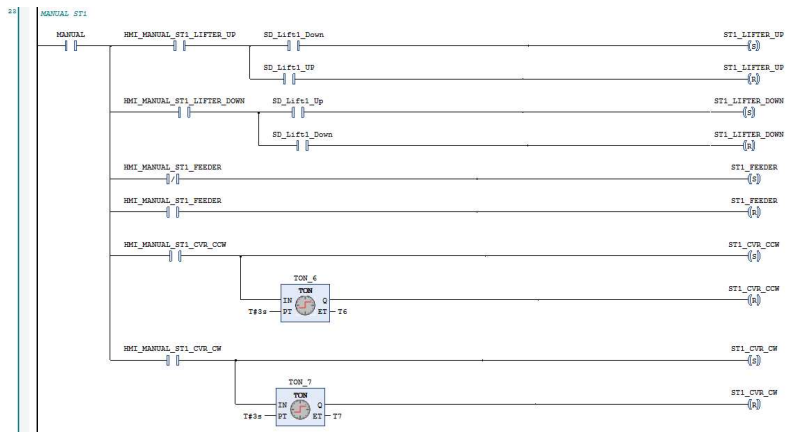
Gambar 45. Kondisi Supply Program Running PLC



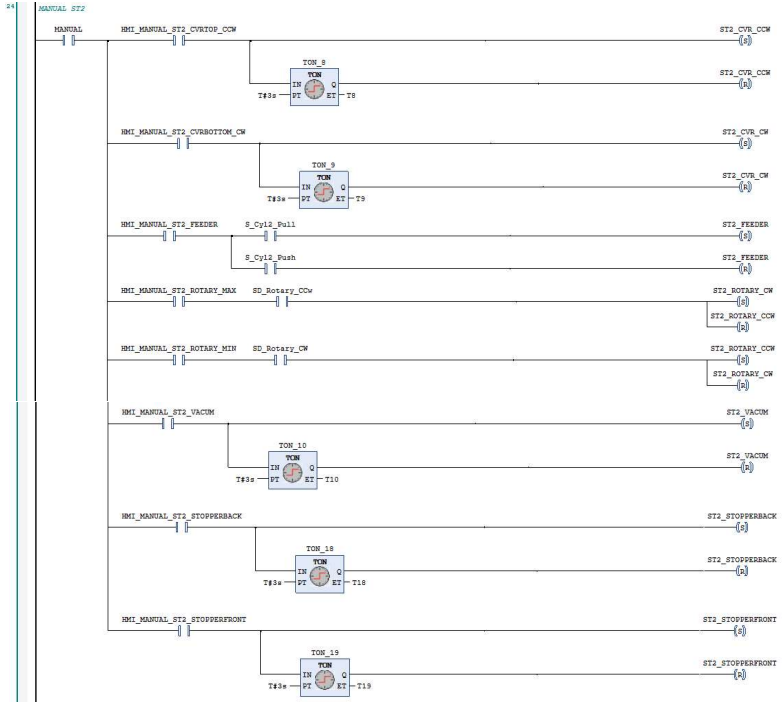
Gambar 46. Kondisi Proses Akhir Supply Program



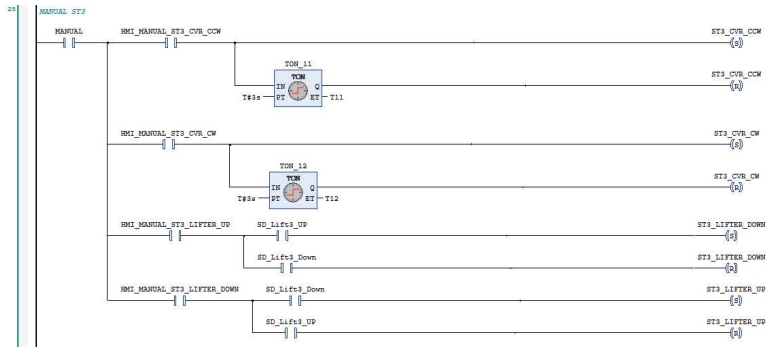
Gambar 47. Kondisi Outlet Lifter Program Running



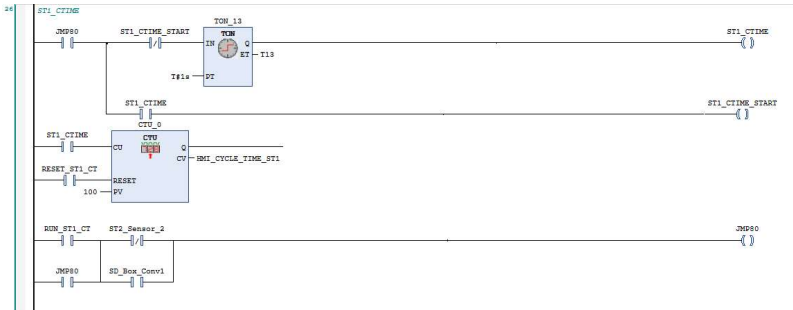
Gambar 48. Program Kondisi HMI Manual Inlet Lifter



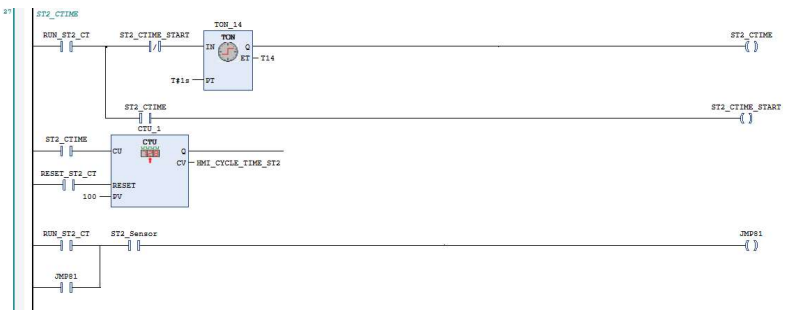
Gambar 49. Program Kondisi HMI Manual Supply Proses



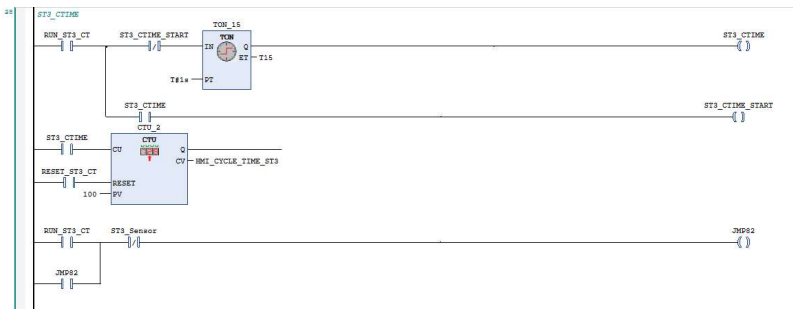
Gambar 50. Program Kondisi HMI Manual Inlet Lifter



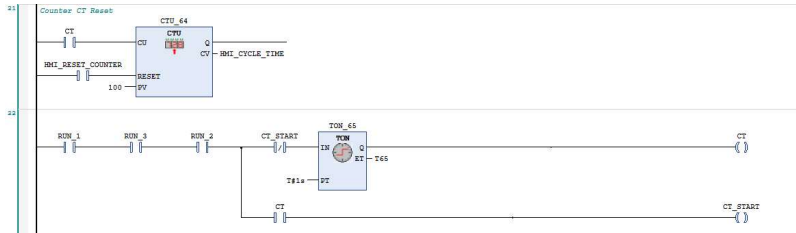
Gambar 51. Kondisi Cycle Time Inlet Lifter



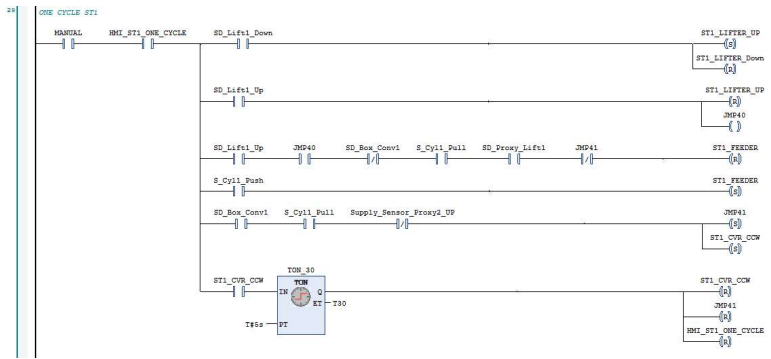
Gambar 52. Kondisi Cycle Time Supply Proses



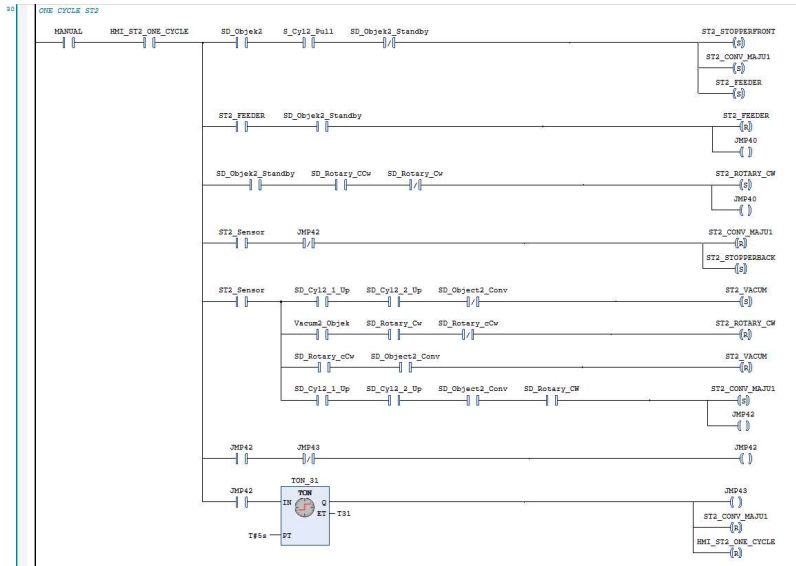
Gambar 53. Kondisi Cycle Time Outlet Lifter



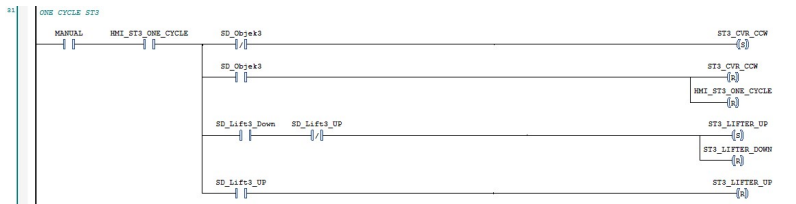
Gambar 54. Program Counter dan Reset Cycle Time Proses



Gambar 55. Kondisi Cycle Inlet Lifter



Gambar 56. Kondisi Cycle Supply Proses



Gambar 57. Kondisi Cycle Outlet Lifter



Gambar 58. Program Indikator Output HMI Running Proses Inlet Lifter



Gambar 59. Program Indikator Output HMI Running Proses Supply Proses



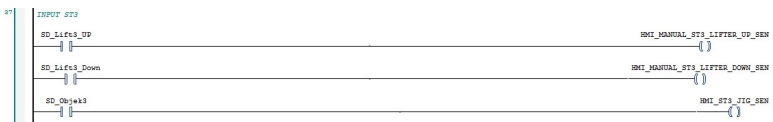
Gambar 60. Program Indikator Output HMI Running Proses Outlet Lifter



Gambar 61. Program Indikator Input HMI Running Proses Inlet Lifter



Gambar 62. Program Indikator Input HMI Running Proses Supply Proses



Gambar 63. Program Indikator Input HMI Running Proses Outlet Lifter

```

VAR
//Dashboard - Panel 1
HMI_BUTTON_START AT %MX0.0: BOOL;
HMI_BUTTON_STOP AT %MX0.1: BOOL;
HMI_BUTTON_RESET AT %MX0.2: BOOL;
HMI_BUTTON_HOMING AT %MX0.3: BOOL;
// Manual - Panel 2
HMI_BUTTON_MANUAL AT %MX0.4: BOOL;
// Manual Station 1
HMI_MANUAL_ST1_FEEDER AT %MX1.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_LIFTER_UP AT %MX1.1: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_LIFTER_DOWN AT %MX1.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_CVR_CW AT %MX1.3: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_CVR_CCW AT %MX1.4: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_RED AT %MX1.5: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_GREEN AT %MX1.6: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_YELLOW AT %MX1.7: BOOL;
// Manual Station 2
HMI_MANUAL_ST2_FEEDER AT %MX2.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_ROTARY_MIN AT %MX2.1: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_ROTARY_MAX AT %MX2.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_VACUM AT %MX2.3: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_STOPPERBACK AT %MX2.4: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_STOPPERFRONT AT %MX2.5: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_CVRTOP_CW AT %MX2.6: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_CVRTOP_CCW AT %MX2.7: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_CVRBOTTOM_CW AT %MX2.8: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_CVRBOTTOM_CCW AT %MX2.9: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_RED AT %MX2.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_GREEN AT %MX2.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_YELLOW AT %MX2.4: BOOL;
// Manual Station 3
HMI_MANUAL_ST3_LIFTER_UP AT %MX3.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_LIFTER_DOWN AT %MX3.1: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_CVR_CW AT %MX3.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_CVR_CCW AT %MX3.3: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_RED AT %MX3.4: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_GREEN AT %MX3.5: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_YELLOW AT %MX3.6: BOOL;

```

Gambar 64. Alamat Pemanggilan Panel HMI

```

//Station 1 Indicator
HMI_ST1_RED AT %I03.0: BOOL;
HMI_ST1_GREEN AT %I03.1: BOOL;
HMI_ST1_YELLOW AT %I03.2: BOOL;
//Station 2 Indicator
HMI_ST2_RED AT %I04.0: BOOL;
HMI_ST2_GREEN AT %I04.1: BOOL;
HMI_ST2_YELLOW AT %I04.2: BOOL;
//Station 3 Indicator
HMI_ST3_RED AT %I07.0: BOOL;
HMI_ST3_GREEN AT %I07.1: BOOL;
HMI_ST3_YELLOW AT %I07.2: BOOL;
HMI_MACHINE_STATUS AT %I010: STRING[20];
HMI_CYCLE_TIME AT %I011: INT;
HMI_OUTPUT_PRODUCT AT %I012: INT;
HMI_AVG_PROCESS AT %I013: INT;

HMI_CYCLE_TIME_ST1 AT %I015: INT ;
HMI_CYCLE_TIME_ST2 AT %I016: INT;
HMI_CYCLE_TIME_ST3 AT %I017: INT;

HMI_ST1_ONV_CYCLE AT %I02.0: BOOL;
HMI_ST1_OFF_CYCLE AT %I02.1: BOOL;
HMI_ST2_ONV_CYCLE AT %I02.2: BOOL;

HMI_RESET_COUNTER AT %I02.3: BOOL;

//sensor symbols
HMI_MANUAL_ST1_FEEDER_PUSH_SEN AT %I09.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_FEEDER_PULL_SEN AT %I09.1: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_LITTER_UP_SEN AT %I09.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST1_LITTER_DOWN_SEN AT %I09.3: BOOL;

HMI_MANUAL_ST2_FEEDER_PUSH_SEN AT %I10.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_FEEDER_PULL_SEN AT %I10.1: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_ROTARY_HIN_SEN AT %I10.2: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_ROTARY_HOU_SEN AT %I10.3: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_VACUM_SEN AT %I10.4: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_STOPPERANCE_SEN AT %I10.5: BOOL;
HMI_MANUAL_ST2_STOPPERDOWN_SEN AT %I10.6: BOOL;

HMI_MANUAL_ST3_LITTER_UP_SEN AT %I11.0: BOOL;
HMI_MANUAL_ST3_LITTER_DOWN_SEN AT %I11.1: BOOL;

HMI_ST1_IIG_INFUT_SEN AT %I020.0: BOOL;
HMI_ST1_IIG_SEN AT %I020.1: BOOL;

HMI_ST2_CAP_INFUT_SEN AT %I020.2: BOOL;
HMI_ST2_CAP_STOPINF SEEN AT %I020.3: BOOL;
HMI_ST2_CAP_SEN AT %I020.4: BOOL;
HMI_ST2_IIG_SEN AT %I020.5: BOOL;

HMI_ST3_IIG_SEN AT %I020.6: BOOL;

```

Gambar 65. Alamat Pemanggilan Indikator Panel HMI