



TUGAS AKHIR - EE 184801

***DESAIN LADDER DIAGRAM PADA TAPPING AND
WASHING MACHINE AUTOLOADER PLANT DENGAN
METODE SEQUENCE CHART***

Fajri Dzulfiqar Rosmana
NRP 07111745000017

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Mochammad Rameli
Eka Iskandar, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



FINAL PROJECT - EE 184801

***LADDER DIAGRAM DESIGN FOR TAPPING AND
WASHING MACHINE AUTOLOADER PLANT WITH
SEQUENCE CHART METHOD***

Fajri Dzulfiqar Rosmana
NRP 0711174500017

Supervisor
Dr. Ir. Mochammad Rameli
Eka Iskandar, S.T., M.T.

***ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019***

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “*Desain Ladder Diagram pada Tapping and Washing Machine Autoloader Plant dengan Metode Sequence Chart*” adalah merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 27 Juni 2019



Fajri Dzulfiqar Rosmana
NRP 0711174500017

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**DESAIN LADDER DIAGRAM PADA TAPPING AND WASHING
MACHINE AUTOLOADER PLANT DENGAN METODE
SEQUENCE CHART**

TUGAS AKHIR

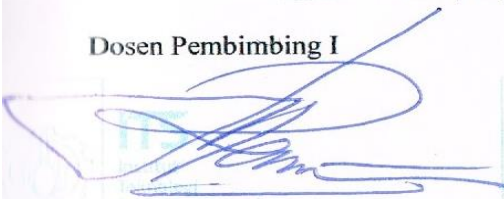
Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada


Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Mochammad Rameli
NIP.19541227 1981031002


Eka Iskandar, S.T., M.T.
NIP.19800528 2008121001

**SURABAYA
JUNI, 2019**



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DESAIN LADDER DIAGRAM PADA TAPPING AND WASHING MACHINE AUTOLOADER PLANT DENGAN METODE SEQUENCE CHART

Nama : Fajri Dzulfiqar Rosmana
Pembimbing 1 : Dr.Ir. Mochammad Rameli
Pembimbing 2 : Eka Iskandar, S.T., M.T.

ABSTRAK

Tapping and washing machine autoloader plant merupakan salah satu penerapan sistem otomasi di dunia industri manufaktur. *Plant* tersebut merupakan bagian proses dari keseluruhan proses pembuatan *housing differential gear*. Proses yang terjadi pada *plant* diantaranya adalah proses pembuatan ulir (*tapping*) pada empat titik di masing-masing sisi *end housing* serta proses pembersihan benda kerja (*washing*) dari sisa proses permesinan. Untuk menjalankan sistem secara otomatis pada *plant*, diperlukan *programmable logic controller* (PLC) sebagai kontrolernya. PLC *Ladder diagram* merupakan salah satu jenis metode yang digunakan untuk memprogram PLC. Terdapat beberapa metode untuk mendesign *ladder diagram*, metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode *sequence chart*. Alur proses *plant* akan dimodelkan dengan metode tersebut sehingga pada akhirnya akan menghasilkan *ladder diagram* yang dapat diimplementasikan pada PLC yang digunakan pada *plant*. Dari hasil kontruksi *ladder diagram* didapatkan jumlah *rung* sebanyak 111 yang terdiri dari 3 *rung* inisiasi 58 *rung input* dan 50 *rung output*

Kata kunci : *Tapping and washing machine autoloader plant*, *Sequence Chart*, *PLC ladder diagram*, *PLC*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**LADDER DIAGRAM DESIGN
FOR TAPPING AND WASHING MACHINE
AUTOLOADER PLANT USING
SEQUENCE CHART METHOD**

Name : Fajri Dzulfihar Rosmana
Supervisor 1 : Dr. Ir. Mochammad Rameli
Supervisor 2 : Eka Iskandar, ST., MT

ABSTRACT

Tapping and washing machine autoloader plant is one of the application of automation systems in the manufacturing industry. The plant is a sub-system of the entire process of making a housing differential gear. The process that occurs in the plant includes the process of making threads (tapping) at four points on each side of the end housing and the process of cleaning the workpiece (washing) from the rest of the machining process. To run the system automatically at the plant, a programmable logic controller (PLC) is required as the controller. The PLC Ladder diagram is one type of method used to program the PLC. There are several methods for designing ladder diagrams, the method used in this final project is the sequence chart method. The flow of the plant process will be modeled with the method so that in the end it will produce a ladder diagram that can be implemented on the PLC used in the plant. From the results of the ladder diagram construction, there were 111 rung consisting of 3 rung initiations, 58 input rung and 50 output rung.

Keywords : *Tapping and Washing Machine Autoloader Plant, Sequence Chart Method, PLC Ladder Diagram, PLC*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Desain Ladder Diagram pada Tapping and Washing Machine Autoloader Plant dengan Metode Sequence Chart**”. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga.
2. Bapak Mochammad Rameli dan Bapak Eka Iskandar sebagai pembimbing.
3. Pihak industri terkait yang telah memberi izin dan kesempatan untuk pengambilan informasi.
4. Rekan-rekan Lintas Jalur angkatan 2017, terutama mahasiswa Teknik Sistem Pengaturan.
5. Rekan-rekan Tugas Akhir bimbingan Bapak Rameli dan Bapak Eka yang selalu menyemangati dan menemani.
6. Penghuni kontrakan warnet dan seluruh alumni yang selalu mendukung.
7. Pihak lain yang ikut membantu penulis tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu.

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat baik untuk penulis maupun bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juni 2019

Fajri Dzulfiqar Rosmana
NRP 07111745000017

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB I	1
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi	2
1.6. Sistematika	3
1.7. Relevansi atau Manfaat	4
BAB 2	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Tapping and Washing Machine Autoloader Plant</i>	5
2.1.1. Mesin A21	6
2.1.2. Mesin B23	7
2.1.3. Mesin C2	8
2.1.4. <i>Autoloader (Gantry)</i>	9
2.1.5. Konveyor	10
2.1.6. Komponen Penunjang	11
2.2. <i>Housing Differetial Gear</i>	15
2.3. <i>Programmable Logic Controller</i>	16
2.3.1. Bagian-Bagian PLC	17
2.3.2. PLC OMRON CP1E-N30	18
2.3.3. <i>PLC Ladder Diagram</i>	19
2.3.4. Pengunduhan Program	19
2.4. HMI	19
2.5. <i>Metode Sequence Chart</i>	20
2.5.1. <i>Sequence Chart</i>	20
2.5.2. <i>Switching Function</i>	21

2.5.3.	<i>Ladder Diagram</i>	22
BAB 3	.....	25
3.	PERANCANGAN SISTEM	25
3.1.	Perumusan Sistem	25
3.1.1.	Fungsi <i>Input</i> dan <i>Output</i>	26
3.1.2.	Posisi penempatan Sensor	37
3.1.3.	Pembagian Section Langkah Kerja	44
3.1.4.	Inisiasi <i>Flag</i>	45
3.1.5.	Langkah Kerja	47
3.1.6.	<i>Flowchart</i> Langkah Kerja	53
3.2.	Perancangan <i>Sequence Chart</i>	57
3.3.	<i>Switching Function</i>	59
3.3.1.	<i>Relay Y1</i>	59
3.3.2.	<i>Relay Y2</i>	60
3.3.3.	<i>Relay Y3</i>	61
3.3.4.	<i>Relay Y4</i>	62
3.3.5.	<i>Relay Y5</i>	64
3.3.6.	<i>Relay Y6</i>	65
3.3.7.	<i>Relay Y7</i>	66
3.3.8.	<i>Relay Y8</i>	67
3.3.9.	<i>Relay Y9</i>	68
3.3.10.	<i>Relay Y10</i>	69
3.3.11.	<i>Relay Y11</i>	70
3.4.	Pemrograman <i>Ladder Diagram</i>	71
3.5.	Perancangan HMI	74
BAB 4	.....	79
4.	PENGUJIAN DAN ANALISA	79
4.1.	Validasi Sistem	79
4.2.	Inisialisasi Sistem	83
4.3.	Pengujian Sistem	86
4.4.	Hasil Pengujian Sistem	105
4.4.1.	Pengujian Section 1	106
4.4.2.	Pengujian Keseluruhan dan Waktu Uji	106
BAB 5	.....	109
4.	PENUTUP	109
5.1.	Kesimpulan.....	109
5.2.	Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA	.....	111
LAMPIRAN	.....	113

RIWAYAT HIDUP.....129

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Tapping and Washing Machine Autoloader Plant</i>	5
Gambar 2.2. Mesin A21	6
Gambar 2.3. Mesin B23	7
Gambar 2.4. Mesin C2	8
Gambar 2.5. <i>Autoloader</i> tipe pertama	10
Gambar 2.6. <i>Autoloader</i> tipe kedua.....	10
Gambar 2.7. Conveyor	11
Gambar 2.8. <i>Limit Switch</i> [2]	12
Gambar 2.9. <i>Reed Switch</i> [3].....	12
Gambar 2.10. Motor Induksi [5]	13
Gambar 2.11. <i>Double Acting Cylinder</i>	14
Gambar 2.12. <i>Solenoid Valve 5/2 Bi-Stable</i> [7].....	15
Gambar 2.13. <i>Housing Differential Gear</i> [8]	16
Gambar 2.14. <i>Programmable Logic Controller</i> OMRON CP1E-30....	17
Gambar 2.15. <i>Programmable Logic Controller</i> OMRON CP1E-N30 [10]	18
Gambar 2.16. CX Designer	20
Gambar 2.17. Bentuk Pemodelan <i>Sequence Chart</i>	21
Gambar 2.18. <i>Set dan Reset</i> pada <i>Relay</i> Y1	22
Gambar 2.19. Hasil Konversi <i>Ladder Diagram</i> dari <i>Relay</i> Y1	23
Gambar 3.1. Tahap proses pembuatan <i>ladder diagram</i>	25
Gambar 3.2. Posisi Sensor <i>Autoloader</i>	37
Gambar 3.3. Posisi Sensor Mesin A21	38
Gambar 3.4. Posisi Sensor Mesin B23	39
Gambar 3.5. Posisi Sensor Mesin C2	40
Gambar 3.6. Posisi Sensor pada <i>Line A21-B23</i>	41
Gambar 3.7. Posisi Sensor pada <i>Line B23-C2</i>	42
Gambar 3.8. Posisi Sensor pada <i>Line C2-Finish Position</i>	43
Gambar 3.9. Denah Pembagian <i>Section</i>	44
Gambar 3.10. <i>Flowchart Section 1</i>	54
Gambar 3.11. <i>Flowchart Section 2</i>	55
Gambar 3.12. <i>Flowchart Section 3</i>	56
Gambar 3.13. <i>Sequence Chart Section 1-1</i>	57
Gambar 3.14. <i>Sequence Chart Section 1-2</i>	58
Gambar 3.15. <i>Sequence Chart Relay</i> Y1.....	59
Gambar 3.16. <i>Sequence Chart Relay</i> Y2.....	60

Gambar 3.17. <i>Sequence Chart</i> Relay Y3	61
Gambar 3.18. <i>Sequence Chart</i> Relay Y4 dari <i>Section 1</i>	62
Gambar 3.19. <i>Sequence Chart</i> Relay Y4 dari <i>Section 1b</i>	63
Gambar 3.20. <i>Sequence Chart</i> Relay Y5 dari <i>Section 1</i>	64
Gambar 3.21. <i>Sequence Chart</i> Relay Y6	65
Gambar 3.22. <i>Sequence Chart</i> Relay Y7	66
Gambar 3.23. <i>Sequence Chart</i> Relay Y8	67
Gambar 3.24. <i>Sequence Chart</i> Relay Y9	68
Gambar 3.25. <i>Sequence Chart</i> Relay Y10	69
Gambar 3.26. <i>Sequence Chart</i> Relay Y11	70
Gambar 3.27. Konversi <i>Ladder Diagram</i> Sisi Input <i>Section 1</i>	73
Gambar 3.28. Konversi <i>Ladder Diagram</i> Sisi Output <i>Section 1</i>	74
Gambar 3.29. Halaman <i>Main Menu</i>	75
Gambar 3.30. Halaman <i>Full System</i>	75
Gambar 3.31. Halaman <i>A21 Machine</i>	76
Gambar 3.59. Halaman <i>B23 Machine</i>	76
Gambar 3.33. Halaman <i>C2 Machine</i>	77
Gambar 3.34. Halaman <i>3D of C2</i>	78
Gambar 4.1. Wiring Pneumatik pada FluidSIM-P	79
Gambar 4.2. <i>Wiring Electrical</i> pada FluidSIM-P	81
Gambar 4.3. Perbandingan Hasil <i>Sequence Chart</i>	82
Gambar 4.4. Inialisasi Kondisi Awal Halaman <i>Full System</i>	84
Gambar 4.5. Inialisasi Kondisi Awal Halaman <i>A21 Machine</i>	84
Gambar 4.6. Inialisasi Kondisi Awal Halaman <i>B23 Machine</i>	85
Gambar 4.7. Inialisasi Kondisi Awal Halaman <i>C2 Machine</i>	86
Gambar 4.8. <i>Sequence Chart</i> Relay Y1	87
Gambar 4.9. Pengujian Relay Y1 pada CX-Programmer	87
Gambar 4.10. Pengujian Relay Y1 pada CX-Designer.....	87
Gambar 4.11. <i>Sequence Chart</i> Relay Y2	88
Gambar 4.12. Pengujian Relay Y2 pada CX-Programmer	88
Gambar 4.13. Pengujian Relay Y2 pada CX-Designer.....	89
Gambar 4.14. <i>Sequence Chart</i> Relay Y3	90
Gambar 4.15. Pengujian Relay Y3 pada CX-Programmer	90
Gambar 4.16. Pengujian Relay Y3 pada CX-Designer.....	90
Gambar 4.17. <i>Sequence Chart</i> Relay Y4	91
Gambar 4.18. Pengujian Relay Y4 pada CX-Programmer	91
Gambar 4.19. Pengujian Relay Y4 pada CX-Designer.....	92
Gambar 4.20. <i>Sequence Chart</i> Relay Y5	93
Gambar 4.21. Pengujian Relay Y5 pada CX-Programmer	93

Gambar 4.22. Pengujian Relay Y5 pada CX-Designer	94
Gambar 4.23. Pengujian Relay Y5 pada CX-Designer	94
Gambar 4.24. Sequence Chart Relay Y6.....	95
Gambar 4.25. Pengujian Relay Y6 pada CX-Programmer.....	95
Gambar 4.26. Pengujian Relay Y6 pada CX-Designer	96
Gambar 4.27. Sequence Chart Relay Y7.....	97
Gambar 4.28. Pengujian Relay Y7 pada CX-Programmer.....	97
Gambar 4.29. Pengujian Relay Y7 pada CX-Designer	97
Gambar 4.30. Sequence Chart Relay Y8.....	98
Gambar 4.31. Pengujian Relay Y8 pada CX-Programmer.....	98
Gambar 4.32. Pengujian Relay Y8 pada CX-Designer	99
Gambar 4.33. Sequence Chart Relay Y9.....	100
Gambar 4.34. Pengujian Relay Y9 pada CX-Programmer.....	100
Gambar 4.35. Pengujian Relay Y9 pada CX-Designer	101
Gambar 4.36. Sequence Chart Relay Y10.....	102
Gambar 4.37. Pengujian Relay Y10 pada CX-Programmer.....	102
Gambar 4.38. Pengujian Relay Y10 pada CX-Designer	103
Gambar 4.39. Sequence Chart Relay Y11	104
Gambar 4.40. Pengujian Relay Y11 pada CX-Programmer.....	104
Gambar 4.41. Pengujian Relay Y11 pada CX-Designer	105

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Fungsi <i>Input</i>	26
Tabel 3.2. Fungsi <i>Output</i>	33
Tabel 3.3. Sensor pada <i>Autoloader</i>	37
Tabel 3.4. Sensor pada Mesin A21	38
Tabel 3.5. Sensor pada Mesin B23.....	39
Tabel 3.6. Sensor pada Mesin C2.....	40
Tabel 3.7. Sensor pada <i>Line A21-B23</i>	41
Tabel 3.8. Sensor pada <i>Line B23-C2</i>	42
Tabel 3.9. Sensor pada <i>Line C2-Finish Position</i>	43
Tabel 4.1. Tabel Validasi Sistem <i>Section 1</i>	83
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sistem <i>Section 1</i>	106
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Keseluruhan	107

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses manufaktur adalah suatu proses pengolahan bahan menjadi barang jadi. Terdapat berbagai macam proses manufaktur, diantaranya adalah proses pemilihan bahan, proses penyortiran, hingga proses perakitan. Biasanya proses tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama apabila dikerjakan secara manual. Hal tersebut dapat menimbulkan beberapa kerugian seperti target waktu produksi yang tidak tercapai serta biaya produksi yang meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu sistem yang mengoptimasikan proses yang awalnya secara berjalan secara manual menjadi otomatis.

Untuk merealisasikan sebuah sistem yang bekerja secara otomatis, maka diperlukan sebuah perangkat kontroler seperti *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC dapat diprogram sesuai dengan yang diinginkan, sehingga dapat merancang urutan tahap yang tepat untuk menjalankan suatu proses. *Ladder diagram* merupakan salah satu tipe dari jenis pemrograman PLC dan merupakan bahasa yang paling umum digunakan. Dalam melakukan perancangan program PLC, hal yang perlu diperhatikan adalah *programmer* harus memahami terlebih dahulu setiap tahap dari proses yang dilakukan. Dimulai dari syarat-syarat yang harus dipenuhi, aksi yang harus dilakukan hingga hasil yang diinginkan. Jika tidak, maka dapat menimbulkan suatu kegagalan.

Salah satu contoh sistem otomasi industri adalah sistem pada *tapping and washing machine autoloader plant*. Sistem tersebut merupakan bagian dari keseluruhan sistem pembuatan *housing differential gear*. *Housing differential gear* merupakan bagian yang berfungsi sebagai *cover* atau rumah yang melindungi bagian komponen dari *differential gear*.

1.2. Permasalahan

Terdapat banyak langkah yang perlu dilalui pada proses *tapping and washing machine autoloader plant*. Berdasarkan hal tersebut, maka tidak cukup apabila hanya mengandalkan ingatan *programmer* saja dikarenakan dapat berpotensi terjadinya kesalahan langkah. Untuk mempermudah dalam pembuatan program, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk merancang dan menganalisis sistem otomasi.

Pada tugas akhir ini, hal yang menjadi fokus permasalahan adalah tentang bagaimana pembuatan desain *ladder diagram* pada *tapping and washing machine autoloader plant* dengan menggunakan metode.

1.3. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengimplementasikan salah satu metode dalam pemrograman *ladder diagram* yaitu dengan metode *sequence chart* dalam konstruksi *ladder diagram* untuk *tapping and washing machine autoloader plant*.

Diharapkan metode yang digunakan dapat diimplementasikan pada *tapping and washing machine autoloader plant* sehingga *plant* dapat beroperasi sesuai dengan alur proses yang sudah ditentukan sebelumnya.

1.4. Batasan Masalah

- a. Kontruksi *ladder diagram* dilakukan untuk keseluruhan sistem pada *tapping and washing machine autoloader plant*.
- b. Proses desain *ladder diagram* untuk *tapping and washing machine autoloader plant* dilakukan pada PLC OMRON CP1E-N30.
- c. Proses desain *ladder diagram* hanya menggunakan metode *sequence chart* dan tidak dibandingkan dengan metode lainnya.
- d. Tidak membahas prinsip kerja masing-masing perangkat secara mendetail.

1.5. Metodologi

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini antara lain meliputi:

- a. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk menunjang penguasaan bahasan mengenai tugas akhir yang dikerjakan melalui media cetak berupa buku sumber, paper, jurnal serta dilakukan juga tinjau lapangan. Hal yang dipelajari meliputi:
 - Konsep pemodelan dengan metode *sequence chart*
 - Identifikasi *tapping and washing machine autoloader plant*
 - Konsep pemrograman *ladder diagram*
 - Konsep perancangan HMI
- b. Perancangan Sistem
Setelah identifikasi, dilakukan pemodelan sistem pada *tapping and washing machine autoloader plant* dengan menggunakan metode yang telah dipilih, yaitu metode *sequence chart*. Setelah itu model

sequence chart dikonversi ke dalam bentuk *ladder diagram*. Selain pemodelan *ladder diagram*, perancangan juga meliputi pembuatan HMI.

c. Pengujian dan Analisis

Setelah hasil pemodelan didapatkan, kemudian dilakukan simulasi *ladder diagram* yang diprogram pada PLC serta dilakukan simulasi dengan HMI untuk memeriksa kesesuaian dengan hasil yang diinginkan.

d. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir, yang terdiri dari bab pendahuluan, dasar teori, perancangan sistem, simulasi dan analisa sistem, dan penutup.

1.6. Sistematika

Penulisan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan lima bab yang setiap bagiannya membahas mengenai permasalahan yang berhubungan dengan Tugas Akhir.

Bab I : Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tinjauan pustaka yang membantu penelitian, diantaranya adalah tinjauan ringkas mengenai *tapping and washing machine autoloader plant, housing differential gear, PLC, HMI*, serta pemodelan metode *sequence chart*.

Bab III : Perancangan Sistem

Bab ini membahas perancangan sistem yang membahas mengenai perumusan sistem, perancangan *sequence chart*, perancangan *switching function*, pemodelan *ladder diagram*, serta perancangan HMI.

Bab IV : Pengujian dan Analisa

Bab ini meliputi validasi sistem, inisialisasi sistem, pengujian sistem, serta hasil pengujian sistem.

Bab V : Penutup

Bab ini merupakan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

1.7. Relevansi atau Manfaat

Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan penelitian tentang pembuatan konstruksi *ladder diagram* dengan bantuan pemodelan metode *sequence chart* serta diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk implementasi maupun pengembangan sistem otomasi terkait di masa mendatang.

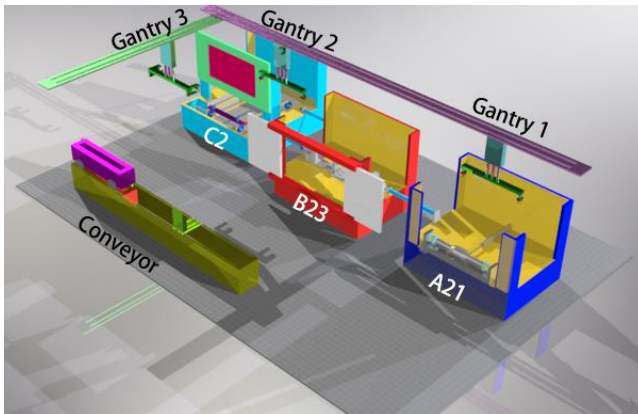
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori dasar yang diperlukan untuk menunjang penyusunan tugas akhir ini. Teori penunjang terdiri dari teori *tapping and washing machine autoloader plant*, teori otomasi sistem mengenai pemrograman diagram *ladder* pada PLC, teori HMI serta teori pemodelan *sequence chart*.

2.1. *Tapping and Washing Machine Autoloader Plant*

Tapping and washing machine autoloader plant merupakan salah satu contoh penerapan otomasi di dunia industri manufaktur. Proses yang terjadi pada *plant* tersebut merupakan bagian proses dari keseluruhan proses pembuatan *housing differential gear*. Pada *plant* tersebut terdapat 2 buah proses utama yakni proses *tapping* (pembuatan ulir) dan *washing* (pembersihan). Terdapat tiga buah mesin, tiga buah *autoloader* serta sebuah konveyor yang digunakan menunjang sistem tersebut. Pemodelan keseluruhan sistem *tapping and washing machine autoloader plant* tersaji pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Tapping and Washing Machine Autoloader Plant*

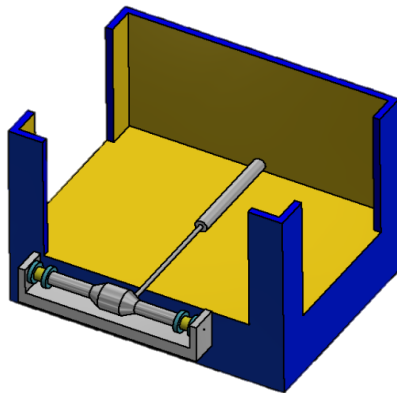
Pengoperasian diawali dengan diletakkannya benda kerja (*housing differential gear*) pada *ejector* mesin A21 oleh operator serta pembersihan yang dilakukan secara manual. Mesin A21 berfungsi sebagai *start*

position serta digunakan untuk memindahkan benda kerja agar berada tepat dibawah *line* dari *autoloader* 1. Setelah benda kerja berada tepat dibawah *line* dari *autoloader* 1, benda kerja tersebut didistribusikan ke mesin B23. Mesin B23 merupakan mesin yang berfungsi untuk melakukan proses pembuatan lubang ulir pada bagian *end housing* dari benda kerja. Selesaiya proses pada mesin B23 ditandai dengan terbukanya pintu pelindung mesin B23. Kemudian *Autoloader* 2 mendistribusikan benda kerja dari mesin B23 ke mesin C2. Mesin C2 merupakan mesin yang berfungsi untuk melakukan proses pembersihan baik untuk sisi dalam maupun sisi luar benda kerja. *Autoloader* 3 akan mendistribusikan benda kerja menuju konveyor yang dimana konveyor tersebut berfungsi untuk membawa benda kerja ke posisi *finish position*. Proses pengolahan keseluruhan dari benda kerja terjadi secara terus menerus sehingga memungkinkan adanya satu atau lebih benda kerja yang di proses dalam *plant* tersebut.

Berikut merupakan penjelasan mengenai mesin serta komponen penunjang *plant*.

2.1.1. Mesin A21

Mesin A21 merupakan mesin yang berfungsi sebagai *start position*. Pada mesin ini juga dilakukan pembersihan *housing differential gear* secara manual. Mesin tersebut terletak disebelah kanan mesin B23 dan berada dibawah *line* dari *Autoloader* 1. Gambar 2.2. merupakan visualisasi dari pemodelan mesin A21.

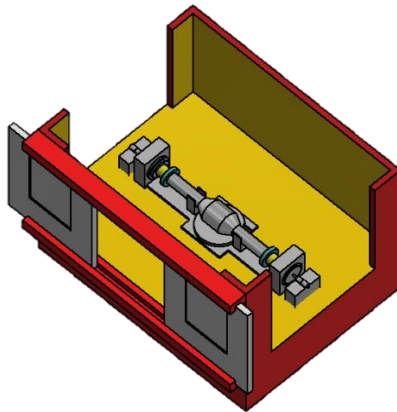


Gambar 2.2. Mesin A21

Pada mesin A21 terdapat sebuah *ejector* dan dua buah sensor *reed switch*. *Ejector* yang digunakan berfungsi untuk memasukan dan mengeluarkan *housing differential gear*, sementara sensor *reed switch* digunakan untuk mengindikasikan posisi minimum dan posisi maksimum dari *ejector*. *Ejector* berada pada kondisi maksimum pada saat kondisi *steady*. Sebelum dilakukan pengoperasian, operator mesin meletakkan benda kerja pada *ejector* mesin A21 serta melakukan pembersihan secara manual. Ketika Operator melakukan pengoperasian sistem dengan cara menekan tombol *start*, maka *ejector* akan memasukan benda kerja kedalam mesin A21 atau ke posisi minimum benda kerja.

2.1.2. Mesin B23

Mesin B23 merupakan mesin yang berfungsi untuk melakukan proses *tapping* (pembuatan lubang ulir) pada 4 titik di bagian *end housing* benda kerja. Mesin B23 terletak disebelah kiri mesin A21, sebelah kanan mesin C2, serta berada dibawah dari *line Autoloader 1* dan *Autoloader 2*. Pemodelan Mesin B23 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Mesin B23

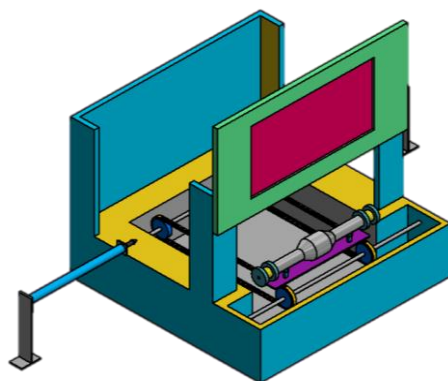
Pada mesin ini, terdapat beberapa komponen utama seperti komponen aktuator dan komponen sensor yang digunakan dalam melakukan proses *tapping*. Komponen aktuator diantaranya adalah silinder *clamp*, motor *spindle*, serta silinder *spindle*. Silinder *clamp* berada di samping *jig* dari benda kerja dan digunakan untuk melakukan

pencekaman pada benda kerja selama proses *tapping* agar benda kerja tidak bergeser dari tumpuannya. Motor *spindle* dan silinder *spindle* berada disebelah sisi kiri dan kanan benda kerja. Motor *spindle* di *couple* dengan 4 buah mata bor. Silinder *spindle* digunakan untuk menggerakkan *spindle* agar dapat melakukan proses *tapping* pada benda kerja. Komponen sensor diantaranya adalah *reed switch* dan *limit switch*. Sensor *reed switch* digunakan untuk mendeteksi kondisi dari silinder *clamp*. Sementara sensor *limit switch* digunakan untuk mendeteksi kondisi dari pintu serta keberadaan dari benda kerja pada mesin.

Prinsip kerja keseluruhan dari mesin adalah ketika benda kerja telah masuk ke mesin B23, maka pintu mesin tertutup serta diikuti dengan silinder *clamp* benda kerja aktif. Tahap selanjutnya merupakan proses *tapping*. Proses *tapping* ditandai dengan berputarnya *spindle* searah jarum jam, dengan silinder yang bergerak maju. Kemudian *spindle* berputar berlawanan jarum jam dengan silinder yang bergerak mundur bergerak mundur. Setelah proses *tapping* selesai, pintu mesin B23 terbuka disertai dengan silinder *clamp* yang terbuka.

2.1.3. Mesin C2

Mesin C2 merupakan mesin yang berfungsi untuk melakukan proses *washing* atau pembersihan pada benda kerja setelah dilakukan proses *tapping*. Proses pembersihan dilakukan untuk membersihkan serpihan sisa permesinan yang tertinggal dari proses *tapping*. Mesin C2 terletak disebelah kiri mesin B23 dan berada di bawah *line Autoloader 2*. Gambar 2.4. merupakan visualisasi dari mesin C2



Gambar 2.4. Mesin C2

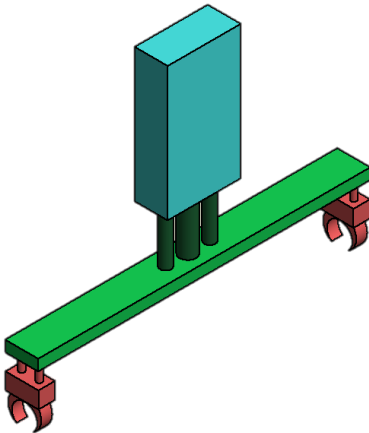
Mesin C2 memiliki beberapa komponen utama seperti: Motor *ejector*, silinder *washing*, silinder pintu, *coolant*, *nozzle*, *limit switch*, *reed switch*. Motor *ejector* digunakan untuk memasukan serta mengeluarkan benda kerja. Silinder pintu digunakan untuk menutup pintu selama proses pembersihan berlangsung. *Coolant* digunakan sebagai cairan yang dimana membantu proses pendinginan dan pembersihan benda kerja. *Nozzle* digunakan untuk melakukan penyemprotan dari kompresor dengan tekanan yang cukup tinggi. *Limit switch* digunakan untuk mendeteksi kondisi dari pintu mesin C2 serta mendeteksi kondisi dari posisi *ejector*. *Reed switch* digunakan untuk mendeteksi kondisi dari silinder *clamp* pada mesin C2.

Prinsip kerja keseluruhan dari mesin adalah ketika benda kerja telah didistribusikan *autoloader 2* ke mesin C2, maka mesin tersebut melakukan pembersihan berupa penyemprotan *nozzle* kearah benda kerja. Setelah itu, motor *ejector* mesin C2 memasukan benda kerja kedalam mesin dilanjutkan dengan tertutupnya pintu dari mesin C2. Proses selanjutnya adalah pembersihan benda kerja dengan menggunakan silinder *washing* yang bekerja keluar masuk pada bagian dalam benda kerja sebanyak sepuluh kali. Silinder dilengkapi dengan selang yang berfungsi untuk menyemprotkan *coolant* pada bagian dalam benda kerja. Setelah proses pembersihan selesai, pintu terbuka dan *ejector* mesin C2 akan mengeluarkan benda kerja.

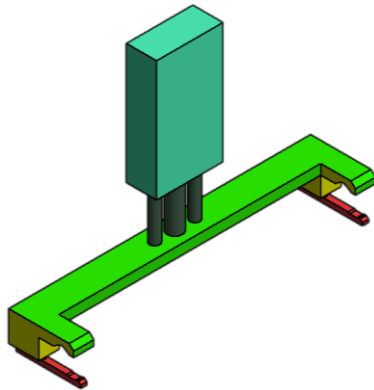
2.1.4. Autoloader (Gantry)

Autoloader adalah suatu sistem modifikasi yang digunakan pada *tapping and washing machine autoloader plant* yang berfungsi untuk mendistribusikan *housing differential gear* dari satu mesin ke mesin lainnya. Sistem ini dapat dimasukan kedalam kategori *pick and place* dalam sebuah sistem otomasi. Pada sistem ini terdapat tiga buah *autoloader* dengan dua tipe yang berbeda. *Autoloader* tipe pertama digunakan untuk mendistribusikan benda kerja dari mesin A21 ke B23 dan dari mesin B23 ke mesin C2. Sementara untuk *autoloader* tipe kedua digunakan untuk mendistribusikan benda kerja dari mesin C2 ke konveyor. *Autoloader 1* memiliki *home position* pada *loading post A21 rear*, *autoloader* memiliki *home position* pada *waiting post B23-C2*, sementara *autoloader 3* memiliki *home position* pada *waiting post C2-conveyor*

Pada *autoloader*, terdapat silinder yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan *autoloader*. Silinder tersebut memiliki tiga buah *shaft* sehingga memiliki torsi yang lebih besar dibandingkan dengan silinder yang dilengkapi dengan satu atau dua buah *shaft*. Hal tersebut diperlukan karena *autoloader* menopang beban yang berat ketika mendistribusikan *housing differential gear*. Selain silinder tersebut, terdapat silinder lain yang berfungsi untuk melakukan pencekaman pada sisi kiri dan kanan *autoloader*. Perbedaan dari *autoloader* tipe pertama dan tipe kedua adalah posisi dari cekaman *autoloader* yang dimana pada tipe pertama, benda kerja dicekam pada posisi dibawah *autoloader*. Sementara itu, pada tipe kedua benda kerja dicekam di samping *autoloader*. Pemodelan dari *autoloader* tipe pertama dapat dilihat pada Gambar 2.5. serta pemodelan dari *autoloader* tipe kedua dapat dilihat pada Gambar 2.6.



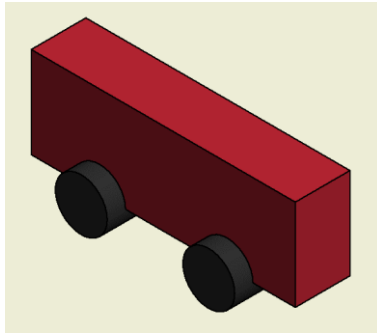
Gambar 2.5. *Autoloader* tipe pertama



Gambar 2.6. *Autoloader* tipe kedua

2.1.5. Konveyor

Merupakan mesin yang berfungsi untuk mendistribusikan benda kerja dari *autoloader* 3 ke posisi finish. Ketika benda kerja diletakan di konveyor, konveyor secara otomatis akan bergerak ke *finish post*. Pergerakan konveyor digerakan oleh motor induksi tiga phase. Konveyor akan kembali apabila benda kerja telah diangkat serta operator telah menekan tombol kembali. Gambar 2.7. merupakan pemodelan dari konveyor



Gambar 2.7. Conveyor

2.1.6. Komponen Penunjang

Selain mesin mesin yang sudah dijelaskan, terdapat beberapa komponen penunjang yang dibutuhkan pada *tapping and washing machine autoloader plant* seperti sensor, aktuator dan komponen penunjang lainnya. Berikut merupakan komponen penunjang tersebut

2.3.1.1. Sensor

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi adanya gejala maupun sinyal yang berasal dari perubahan suatu besaran energi, seperti energi mekanik, energi listrik, energi kimia, energi biologi, dan sebagainya. Sensor memiliki beberapa persyaratan umum seperti linieritas, sensitifitas, serta tanggapan waktu. Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian yaitu: sensor mekanis, sensor optik (cahaya) serta sensor termal (panas). [1]

Pada plant ini terdapat dua jenis sensor yang digunakan untuk menunjang proses pengerjaan benda kerja yakni *limit switch* dan *reed switch*. Kedua sensor tersebut termasuk pada kategori sensor mekanis. Sensor mekanis merupakan sensor yang mendeteksi perubahan gerakan mekanis seperti perpindahan posisi baik gerak lurus maupun gerak melingkar.

A. *Limit Switch*

Limit switch merupakan salah satu jenis sensor yang bekerja seperti kontak atau *switch*, pengaktifan atau pemutusan kontak dari *limit*

switch dilakukan secara mekanis yaitu penekanan pada bagian permukaan tuas dari *limit switch* tersebut. *Limit switch* pada umumnya bekerja secara *normally open* (NO) dan *normally close* (NC). Pada tipe NO, ketika tuas dari *limit switch* tertekan maka akan terjadi perubahan kondisi pada saklar yang ada pada *limit switch* dari kondisi NO menjadi kondisi NC, begitu juga sebaliknya untuk tipe NC. Sensor *limit switch* sangat umum digunakan di dunia industri karena kemudahan dalam penggunaannya dan digunakan untuk menyatakan posisi tertentu. Salah satu contoh dari *limit switch* dapat terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Limit Switch* [2]

B. *Reed Switch*

Reed switch merupakan salah satu jenis sensor yang bekerja seperti kontak atau *switch* yang bekerja dari kondisi *open* ke *close* maupun sebaliknya. Sensor *reed switch* biasanya memanfaatkan medan magnet proses aktuasinya dimana sensor dapat bekerja dalam kondisi NO atau dalam kondisi NC. Untuk tipe NC ketika magnet didekatkan pada *reed switch*, maka kontak dari *reed switch* akan berubah menjadi kondisi *open* atau dapat dikatakan terputus. Sedangkan untuk kondisi NC sebaliknya. Gambar 2.9. merupakan salah satu contoh dari *reed switch*.



Gambar 2.9. *Reed Switch* [3]

2.3.1.2. Aktuator

Aktuator merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah suatu energi menjadi energi mekanik. Aktuator memiliki fungsi lain seperti menjadi komponen penguat dan ngekonversi daya. Berdasarkan daya yang dihasilkannya, aktuator memiliki beberapa klasifikasi diantaranya: aktuator elektrik, aktuator hidrolik serta aktuator pneumatik. Aktuator elektrik adalah aktuator yang memiliki prinsip kerja mengubah sinyal elektrik menjadi pergerakan mekanik seperti solenoid dan motor induksi. Aktuator pneumatik adalah aktuator yang memiliki prinsip kerja berupa memanfaatkan udara bertekanan menjadi gerakan mekanik seperti piston dan silinder pneumatik. Sementara aktuator hidrolik merupakan aktuator yang memiliki prinsip kerja berupa memanfaatkan cairan bertekanan menjadi gerakan mekanik.

Pada *tapping and washing machine autoloader plant*, digunakan beberapa aktuator seperti motor tiga fasa, *double acting cylinder*, dan *solenoid valve*.

A. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling sering digunakan di dunia industri karena kesederhanaannya, konstruksi yang kuat dan karakteristik yang baik. [4]



Gambar 2.10. Motor Induksi [5]

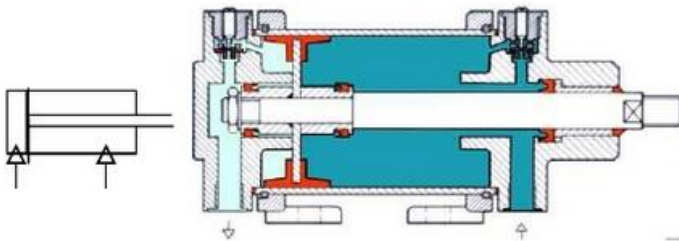
Salah satu contoh dari motor induksi dapat dilihat pada Gambar 2.10. Konstruksi motor induksi terdiri atas dua bagian yakni bagian stator dan bagian rotor. Stator merupakan bagian dari motor yang tetap diam

saat motor beroperasi, sedangkan rotor merupakan bagian yang berputar ketika motor beroperasi. Stator dan rotor dipisahkan oleh suatu celah udara. Bagian stator dihubungkan ke catu daya arus bolak-balik (AC), sedangkan bagian rotor tidak terhubung secara listrik ke catu daya tetapi memiliki arus yang dihasilkan oleh adanya arus induksi yang ditimbulkan dari arus stator, mirip dengan prinsip kerja suatu transformator.

Pada sistem *plant*, motor induksi 3 *phase* antara lain digunakan untuk menggerakkan *autoloader*, menggerakkan konveyor, dan mengeluarkan masukan benda kerja kedalam mesin C2.

B. Aktuator Pneumatik

Aktuator pneumatik adalah komponen yang berfungsi untuk menghasilkan suatu gerakan yang merupakan hasil akhir dari suatu sistem pneumatik. Jenis dari aktuator pneumatik terdiri atas dua macam yakni *linear motion actuator* dan *rotary motion actuator*. Salah satu contoh dari aktuator pneumatic dapat dilihat pada **Gambar 2.11**. Pemilihan jenis aktuator tentunya disesuaikan dengan fungsi, beban dan tujuan penggunaan suatu sistem pneumatik. [6]



Gambar 2.11. *Double Acting Cylinder*

Pada *tapping and washing machine autoloader plant*, terdapat aktuator berupa *double acting cylinder*. *Double acting cylinder* merupakan salah satu jenis dari *linear motion actuator*. Silinder ini dapat mendapat *supply* udara bertekanan di dua sisi secara bergantian dengan konstruksi yang hampir mirip dengan *single acting cylinder*. Tidak seperti *single acting cylinder* yang dimana hanya dapat di kontrol dari satu sisi, *double acting cylinder* dapat di kontrol sesuai sisi yang diberi *supply* udara bertekanan. Penggunaan *double acting cylinder* pada *plant*

digunakan untuk hampir keseluruhan aktuator silinder seperti *ejector* mesin A21 *advance/return*, *autoloader up/down*, *autoloader clamp/unclamp*, door B23 *open/close*, silinder B23 *clamp/unclamp*, silinder *tapping* B23 *advance/return*, silinder *washing* C2 *advance*, door C2 *open/close*.

C. *Solenoid valve pneumatic*

Solenoid valve pneumatic merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan untuk melakukan pengontrolan arah udara bertekanan. *Solenoid* ini memanfaatkan *solenoid (coil)* yang dicatu oleh sumber AC maupun DC, sehingga *coil* dapat menghasilkan medan magnet yang akan menarik batang plat sehingga ruang dari *valve* berubah dan dapat mengendalikan arah dari udara bertekanan. Pada *tapping and washing machine autoloader plant*, standar jenis katup yang digunakan adalah *solenoid valve 5/2 way bi-stable (double pilot)*. *Solenoid* jenis ini memiliki dua ruang dengan lima buah lubang dengan konfigurasi yang berbeda serta dikontrol oleh dua sinyal yang berbeda. Gambar 2.12. merupakan salah satu contoh dari *solenoid valve 5/2 bi-stable*.



Gambar 2.12. *Solenoid Valve 5/2 Bi-Stable* [7]

2.2. *Housing Differential Gear*

Differential gear merupakan salah satu komponen penyusun yang membangun suatu sistem kendaraan roda empat. Salah satu fungsi dari *differential gear* adalah sebagai pengubah rasio kecepatan putar roda antara bagian kiri dan bagian kanan kendaraan sehingga dapat mempertahankan keseimbangan saat kendaraan melakukan perubahan arah atau berbelok. *Differential gear* terdiri atas beberapa komponen pendukung seperti *rear axle*, *gear*, *housing*, dan komponen lainnya.

Komponen yang diproses dalam sistem *tapping and washing machine autoloader plant* ini adalah bagian *housing* yang dimana komponen tersebut merupakan komponen yang berfungsi sebagai *cover* atau rumah yang melindungi bagian komponen didalamnya seperti *axle rear* dan *gear*. Visualisasi dari *housing differential gear* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. *Housing Differential Gear* [8]

Pada *plant* ini proses permesinan yang dilakukan adalah proses *tapping* atau pembuatan ulir pada bagian *end housing* yang berada di ujung sebelah kiri dan kanan lengan dari *housing* serta proses pembersihan *housing* tersebut.

2.3. Programmable Logic Controller

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan teknologi kontrol proses industri yang paling sering digunakan saat ini. PLC merupakan sebuah komputer standar industri yang mampu diprogram untuk melakukan fungsi kontrol. Perangkat tersebut telah menggantikan fungsi dari perangkat keras yang berkaitan dengan sistem *relay* konvensional. Manfaat lainnya seperti respon yang cepat, pemrograman dan instalasi mudah, kecepatan kontrol yang tinggi, kompatibilitas jaringan, mudah dalam melakukan pemecahan masalah, serta tingkat keandalan yang tinggi. PLC dirancang untuk pengaturan *input* dan *output*, tahan terhadap gangguan listrik serta tahan terhadap getaran dan benturan. Selain itu, PLC juga merupakan salah satu contoh dari sistem *real-time* karena *output* dari sistem yang dikontrol oleh PLC bergantung pada kondisi *input*. Gambar 2.14. merupakan salah satu contoh dari PLC.

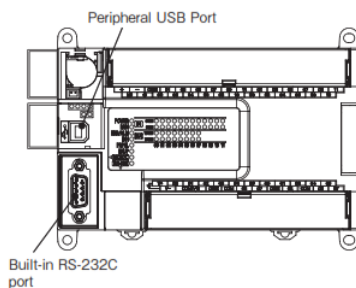
PLC pada dasarnya merupakan komputer digital yang digunakan dalam kontrol mesin. Tidak seperti komputer pribadi, perangkat ini dirancang untuk dapat beroperasi dalam lingkungan industri dan dilengkapi dengan antarmuka *input-output* khusus dan bahasa pemrograman sendiri. Awalnya PLC digunakan untuk menggantikan

analog dan digital. Analog *input* dan *output* memiliki alamat yg berbeda dengan digital *input* dan *output*, dikarenakan *analog* digunakan untuk *input* ataupun *output* yg berupa variabel. *Input* dan *output* analog bisa berupa tegangan atau arus dengan rentang 0 – 10 V_{DC} untuk tegangan dan 4 – 20 mA untuk arus. Sedangkan untuk *input* dan *output* digital memiliki rentang tegangan 5-24 V_{DC}.

2.3.2. PLC OMRON CP1E-N30

Pada proses implementasi *ladder diagram* digunakan PLC tipe OMRON dengan tipe CP1E-30 sebagai kontroler pada proses *tapping and washing machine autoloader plant*. OMRON CP1E merupakan PLC tipe *expand*. PLC CP1E digunakan pada tugas akhir ini karena dapat dikoneksikan dengan HMI berupa software *cx designer*. *Tapping and washing machine autoloader plant* sebenarnya tidak dapat terpenuhi kebutuhan alamatnya, namun dapat dibantu dengan alamat memori untuk melakukan proses simulasi. Berikut merupakan spesifikasi yang dimiliki PLC untuk mengendalikan *plant*:

1. Tegangan *input/output* 24 V_{DC}
2. Jumlah modul *input* adalah 18 buah, sedangkan *input* yang dibutuhkan pada *plant* berjumlah 69 buah.
3. Jumlah modul *output* adalah 12 buah, sedangkan *output* yang dibutuhkan pada *plant* berjumlah 53 buah.



Gambar 2.15. *Programmable Logic Controller* OMRON CP1E-N30 [10]

PLC CP1E yang dapat dilihat pada Gambar 2.15. memiliki modul *power supply*, modul *central processing unit* dengan tipe CPU21 dan dua buah port komunikasi yaitu *peripheral USB Port* dan RS232, modul *input* dengan jumlah input 18buah dan modul *output* berjumlah 12 buah.

2.3.3. PLC Ladder Diagram

PLC *Ladder Diagram* merupakan suatu jenis pemrograman yang terdapat pada PLC dan yang paling sering digunakan oleh para *programmer* PLC. Hal tersebut disebabkan karena PLC *ladder diagram* memiliki banyak kelebihan seperti bahasa pemrograman yang sudah ada sejak lama, bahasa pemrograman berbentuk grafik serta mudah dipahami. Struktur dari sebuah PLC *ladder diagram* membentuk sebuah baris yang memanjang secara horizontal. Umumnya, PLC *ladder diagram* memiliki prinsip jika suatu kondisi atau kombinasi kondisi terpenuhi, maka satu atau lebih tindakan akan dilakukan. Sebuah set kondisi dan aksi-aksi yang berkaitan dapat disebut *rung*. Sebuah program PLC terdiri dari satu atau lebih *rung* yang akan dieksekusi secara berurutan oleh PLC. [11]

2.3.4. Pengunduhan Program

Pengunduhan program dari komputer ke PLC dilakukan melalui sambungan kabel USB tipe B yang menghubungkan PLC OMRON dengan komputer. Namun sebelumnya, komputer yang digunakan untuk mendownload program harus terlebih dahulu terinstall *driver* agar komputer dapat menyesuaikan dengan protokol komunikasi yang terdapat pada PLC.

2.4. HMI

Human Machine Interface (HMI) merupakan sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. HMI dapat berupa visualisasi status dari proses dan kontroler baik secara manual melalui visualisasi komputer yang *real time*. Salah satu alasan digunakannya HMI adalah untuk mempermudah operator melihat status proses atau mesin atau pada tugas akhir ini dapat memudahkan melihat status keadaan dari suatu proses dan melakukan simulasi pengendalian proses melalui visualisasi komputer. HMI yang baik dan handal akan membantu operator untuk mengamati, mengatur suatu proses pada *plant* secara efektif dan efisien.

2.4.1. CX-Designer

Untuk melakukan suatu perancangan visualisasi dari suatu proses, diperlukan bantuan perangkat lunak. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan visualisasi adalah CX-Designer. CX-Designer merupakan salah satu fitur dari CX One yang digunakan untuk

melakukan perancangan *graphical user interface* yang dikembangkan oleh OMRON. Pada perangkat lunak ini, terdapat beberapa macam fitur seperti *icon* yang dapat digunakan untuk mewakili suatu ilustrasi dari proses sehingga mempermudah pengguna dalam melakukan penggambaran menyeluruh mengenai suatu sistem. Berikut Gambar 2.16. merupakan tampilan awal dari aplikasi CX-Designer.



Gambar 2.16. CX Designer

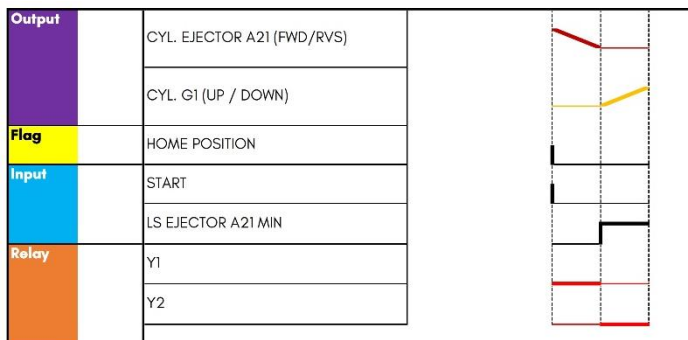
2.5. Metode *Sequence Chart*

Metode *sequence chart* memiliki beberapa tahapan proses. Adapun proses pembuatan *ladder diagram* dengan menggunakan metode *sequence chart* sesuai dengan *sequence* lengkap dari lingkungan sistem. Kemudian hasil pemodelan *sequence chart* diubah ke dalam bentuk *switching function* yang dimana *switching function* merupakan pendekatan yang melambangkan fenomena terjadinya hubungan antara *input* (*set* dan *reset*) dengan kondisi *output*nya. Hasil dari *switching function* akan diubah menjadi *ladder diagram*. [12]

2.5.1. *Sequence Chart*

Sequence chart merupakan salah satu metode yang dikenal juga sebagai *time-motion diagrams*, dan *bar chart* digunakan untuk menampilkan atau memvisualisasikan keseluruhan dari operasi sistem dalam bentuk *sequence chart*. *Sequence chart* dapat menjelaskan tahap demi tahapan operasi dari *relay* sistem, pneumatik sistem ataupun tipe *switching system* lainnya. *Sequence chart* mempresentasikan bagian aksi (*input*, *output*, *relay*, *timer*, *coil timer*, *counter*, *coil counter* dsb) secara vertikal, sedangkan mempresentasikan tahapan atau urutan sistem secara horizontal.

Misalnya terdapat sebuah sistem yang memiliki 2 buah *input* yaitu *start* dan *ls ejector A21 min*, satu buah *flag home position* dan memiliki *output silinder ejector A21* dan silinder G1 (*up/down*) yang langkah kerjanya dijelaskan seperti gambar berikut:

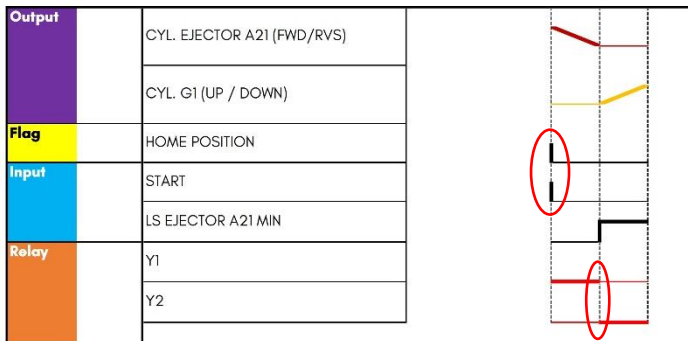


Gambar 2.17. Bentuk Pemodelan *Sequence Chart*

Dari Gambar 2.17. penentuan jumlah *relay* ditentukan dari keadaan perubahan *output* silinder *ejector* A21 dan G1 (*up/down*) yang disebabkan oleh *input* dan *flag*. Dikarenakan terjadi sebanyak dua kali perubahan *output*, maka *relay* yang digunakan adalah sebanyak dua *relay*.

2.5.2. *Switching Function*

Switching function adalah persamaan yang digunakan sebagai pendekatan untuk melambangkan fenomena yang terjadi dari hubungan antara *input* (*set dan reset*) dengan kondisi *output* pada suatu sistem. Pembuatan *switching function* dibuat dengan memperhatikan jumlah dari *relay* yang digunakan. Setiap adanya penggunaan satu buah *relay* maka akan menjadi 1 buah persamaan *switching function*. Untuk melakukan pemodelan *switching function*, hal pertama yang perlu diperhatikan adalah apa yang mengaktifkan (*set*) dan memutus (*reset*) *relay* tersebut. Selanjutnya, perhatikan hubungan antara *relay* dengan *output* sistem. *Switching function* akan didapat dari kedua hubungan tersebut.



Gambar 2.18. Set dan Reset pada Relay Y1

Berdasarkan Gambar 2.18. relay Y1 diset oleh *input start* dan *flag home position*, dan di reset oleh relay Y2 yang dimana relay Y2 di set oleh *input ls ejector A21 min*. Kemudian terlihat juga bahwa perubahan *output silinder ejector A21* menjadi *reverse* dikarenakan aktifnya relay Y1. Sehingga dapat ditulis *switching functionnya* adalah:

$$Y1 = (start + home\ position + Y1) * \overline{Y2}$$

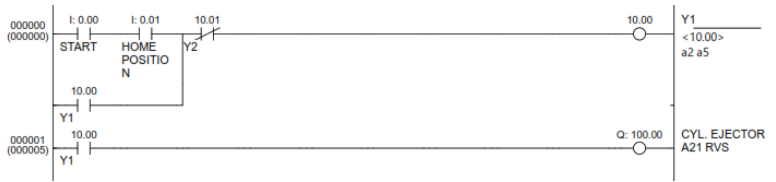
$$Y1 = cyl.\ ejector\ A21\ rvs$$

2.5.3. Ladder Diagram

Pada metode *sequence chart*, pemodelan *ladder diagram* dilakukan berdasarkan hasil dari pemodelan *switching function*. Untuk *set* maka dikonversi menjadi *contact NO (normally open)*, untuk *reset* dikonversi menjadi *contact NC (normally close)*. Sedangkan operasi tambah (+) dan kali (*) menentukan tata letak dari *contact*. Operasi tambah (+) memiliki arti *or* atau *contact* dihubungkan secara paralel, sementara operasi kali (*) memiliki arti *and* atau *contact* dihubungkan secara seri. Berikut merupakan konversi *ladder diagram* dari *switching function* yang didapatkan dari Gambar 2.18.

$$Y1 = (start + home\ position + Y1) * \overline{Y2}$$

$$Y1 = cyl.\ ejector\ A21\ rvs$$

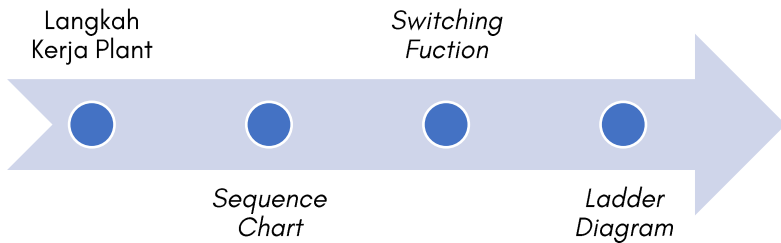


Gambar 2.19. Hasil Konversi *Ladder Diagram* dari Relay Y1

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Perancangan dan pembuatan *ladder diagram* menggunakan metode *sequence chart* memiliki tahapan proses seperti pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1. Tahap proses pembuatan *ladder diagram* dengan metode *sequence chart*

Berdasarkan Gambar 3.1. metode *sequence chart* memiliki beberapa tahapan proses. Adapun proses pembuatan *ladder diagram* dengan menggunakan metode *sequence chart* diawali dengan melakukan pemodelan *sequence chart* sesuai dengan *sequence* lengkap dari lingkungan sistem. Kemudian hasil pemodelan *sequence chart* diubah ke dalam bentuk *switching function* yang dimana *switching function* merupakan pendekatan yang melambangkan fenomena terjadinya hubungan antara *input* (*set* dan *reset*) dengan kondisi *output*nya. Hasil dari *switching function* akan diubah menjadi *ladder diagram*.

3.1. Perumusan Sistem

Tapping and washing machine autoloader digunakan untuk melakukan proses permesinan pada *housing differential gear*. *Plant* memiliki sensor dan aktuator yang dirancang khusus agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sebelum melakukan

perancangan konstruksi pada sistem, terdapat beberapa point penting dari sistem yang harus diketahui seperti fungsi dari *input* dan *output* pada plant, serta langkah kerja plant. *Input* terdiri atas *push button* dan sensor sedangkan *output* terdiri atas aktuator dan lampu indikator. Berikut merupakan uraian dari fungsi *input* dan *output*, posisi dari sensor dan aktuator serta langkah kerja keseluruhan *plant*.

3.1.1. Fungsi *Input* dan *Output*

Berikut ini merupakan fungsi dari masing-masing *input* dan *output*. yang digunakan dalam *tapping and washing machine autoloader plant*.

3.1.1.1. *Input*

Berikut Tabel 3.1. merupakan tabel *input* serta fungsinya dari keseluruhan sistem *tapping and washing machine autoloader plant*.

Tabel 3.1. Fungsi *Input*

No	Keterangan	Nama	Fungsi
1	<i>Push Button</i>	START	Memberi sinyal untuk memulai <i>sequence</i> sistem
2		STOP	Memberi sinyal untuk menghentikan <i>sequence</i> sistem
3		CONVEYOR	Memberi sinyal untuk mengembalikan konveyor ke posisi semula
4	Mesin A21	<i>Reed Switch Ejector A21 Min</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> A21 berada di posisi minimal
5		<i>Reed Switch Ejector A21 Max</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> A21 berada di posisi maksimal
6	Gantry 1	<i>Reed Switch Gantry 1 Up</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 1 berada di posisi atas
7		<i>Reed Switch Gantry 1 Down</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 1 berada di posisi bawah

8		<i>Reed Switch Gantry 1 Clamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 1</i> berada di posisi mencekam untuk sisi <i>clamp</i> sebelah kiri
9		<i>Reed Switch Gantry 1 Clamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 1</i> berada di posisi mencekam untuk sisi <i>clamp</i> sebelah kanan
10		<i>Reed Switch Gantry 1 Unclamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 1</i> berada di posisi tidak mencekam untuk sisi <i>clamp</i> sebelah kiri
11		<i>Reed Switch Gantry 1 Unclamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 1</i> berada di posisi tidak mencekam untuk sisi <i>clamp</i> sebelah kanan
12	<i>Line A21- B23</i>	<i>Limit Switch Loading Post A21 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post A21 rear</i>
13		<i>Limit Switch Slow Down Loading Post A21 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow loading post A21 rear</i>
14		<i>Limit Switch Slow Waiting A21-B23 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow waiting post A21-B23 rear</i>
15		<i>Limit Switch Waiting A21 - B23</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada <i>posisi waiting post A21-B23</i>

16		<i>Limit Switch Slow Waiting A21 - B23 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow waiting post A21-B23 front</i>
17		<i>Limit Switch Slow Down Loading Post B23 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow loading post B23 front</i>
18		<i>Limit Switch Loading Post B23 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post B23 front</i>
19	Mesin B23	<i>Limit Switch B23 Working Unit</i>	Memberi sinyal bahwa benda kerja berada di area cekaman dari mesin B23
20		<i>Limit Switch Door B23 Close</i>	Memberi sinyal bahwa pintu B23 berada pada posisi tertutup
21		<i>Limit Switch Door B23 Open</i>	Memberi sinyal bahwa pintu B23 berada pada posisi terbuka
22		<i>Reed Switch B23 Clamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp</i> B23 sisi sebelah kiri berada dalam kondisi mencekam
23		<i>Reed Switch B23 Clamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp</i> B23 sisi sebelah kanan berada dalam kondisi mencekam
24		<i>Reed Switch B23 Unclamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp</i> B23 sisi sebelah kiri berada dalam kondisi tidak mencekam
25		<i>Reed Switch B23 Unclamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp</i> B23 sisi sebelah kanan berada dalam kondisi tidak mencekam

26		<i>Reed Switch Cyl. B23 Max Lh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder B23 sisi sebelah kiri berada pada posisi maksimum
27		<i>Reed Switch Cyl. B23 Max Rh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder B23 sisi sebelah kanan berada pada posisi maksimum
28		<i>Reed Switch Cyl. B23 Min Lh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder B23 sisi sebelah kiri berada pada posisi minimum
29		<i>Reed Switch Cyl. B23 Min Rh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder B23 sisi sebelah kanan berada pada posisi minimum
30	Gantry 2	<i>Reed Switch Gantry 2 Up</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 2 berada di posisi atas
31		<i>Reed Switch Gantry 2 Down</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 2 berada di posisi bawah
32		<i>Reed Switch Gantry 2 Clamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp Autoloader</i> 2 sisi sebelah kiri berada di posisi mencekam
33		<i>Reed Switch Gantry 2 Clamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp Autoloader</i> 2 sisi sebelah kanan berada di posisi mencekam
34		<i>Reed Switch Gantry 2 Unclamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader</i> 2 sisi sebelah kiri berada di posisi tidak mencekam
35		<i>Reed Switch Gantry 2 Unclamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader</i> 2 sisi sebelah kanan berada di posisi tidak mencekam

36	Line B23-C2	<i>Limit Switch Loading Post B23 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post B23 rear</i>
37		<i>Limit Switch Slow Down Loading Post B23 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post slow B23 rear</i>
38		<i>Limit Switch Slow Waiting B23 - C2 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow waiting post B23-C2 rear</i>
39		<i>Limit Switch Waiting B23 - C2</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>waiting post B23-C2</i>
40		<i>Limit Switch Slow Waiting B23 - C2 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow waiting post B23-C2 front</i>
41		<i>Limit Switch Slow Down Loading Post C2 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow loading post C2 front</i>
42		<i>Limit Switch Loading Post C2 Front</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post C2 front</i>
43	Mesin C2	<i>Limit Switch Slow C2 Min</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> mesin C2 berada di posisi <i>slow minimum</i>
44		<i>Limit Switch C2 Min</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> mesin C2 berada di posisi minimum
45		<i>Limit Switch Slow C2 Max</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> mesin C2 berada di posisi <i>slow maksimum</i>
46		<i>Limit Switch C2 Max</i>	Memberi sinyal bahwa <i>ejector</i> mesin C2 berada di posisi maksimum

47		<i>Limit Switch Door C2 Close</i>	Memberi sinyal bahwa kondisi pintu C2 berada dalam kondisi tertutup
48		<i>Limit Switch Door C2 Open</i>	Memberi sinyal bahwa kondisi pintu C2 berada dalam kondisi terbuka
49		<i>Reed Switch Cyl. Washing Max Lh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder <i>washing</i> pada sisi sebelah kiri mesin C2 berada pada posisi maksimum
50		<i>Reed Switch Cyl. Washing Max Rh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder <i>washing</i> pada sisi sebelah kanan mesin C2 berada pada posisi maksimum
51		<i>Reed Switch Cyl. Washing Min Lh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder <i>washing</i> pada sisi sebelah kiri mesin C2 berada pada posisi minimum
52		<i>Reed Switch Cyl. Washing Min Rh</i>	Memberi sinyal bahwa silinder <i>washing</i> pada sisi sebelah kanan mesin C2 berada pada posisi minimum
53	Gantry 3	<i>Reed Switch Gantry 3 Up</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 3 berada di posisi atas
54		<i>Reed Switch Gantry 3 Down</i>	Memberi sinyal bahwa <i>Autoloader</i> 3 berada di posisi bawah
55		<i>Reed Switch Gantry 3 Clamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp Autoloader</i> 3 sisi sebelah kiri berada di posisi mencekam

56		<i>Reed Switch Gantry 3 Clamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa <i>clamp Autoloader 3</i> sisi sebelah kanan berada di posisi mencekam
57		<i>Reed Switch Gantry 3 Unclamp Lh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 3</i> sisi sebelah kiri berada di posisi tidak mencekam
58		<i>Reed Switch Gantry 3 Unclamp Rh</i>	Memberi sinyal bahwa pencekaman <i>Autoloader 3</i> sisi sebelah kanan berada di posisi tidak mencekam
59	<i>Line C2- Conveyor</i>	<i>Limit Switch Loading Post C2 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post C2 rear</i>
60		<i>Limit Switch Slow Down Loading Post C2 Rear</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow down loading post C2 rear</i>
61		<i>Limit Switch Waiting C2 – Conveyor</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>waiting post C2-conveyor</i>
62		<i>Limit Switch Slow Waiting C2 - Conveyor</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow waiting post C2-conveyor</i>
63		<i>Limit Switch Slow Load To Conveyor</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>slow load to conveyor</i>
64		<i>Limit Switch Loading Post Conveyor</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>loading post conveyor</i>

65		<i>Safe Position Gantry 3</i>	Memberi sinyal bahwa <i>autoloader</i> berada pada posisi <i>safe position gantry 3</i>
66	Conveyor	<i>Ls Stop Unload Gantry 3</i>	Memberi sinyal bahwa konveyor berada pada posisi <i>stop unload gantry 3</i>
67		<i>Ls Slow Down Stop Unload Gantry 3</i>	Memberi sinyal bahwa konveyor berada pada posisi <i>slow down stop unload gantry 3</i>
68		<i>Ls Slow Down Stop Q Gate</i>	Memberi sinyal bahwa konveyor berada pada posisi <i>slow down stop q gate</i>
69		<i>Ls Stop Q Gate</i>	Memberi sinyal bahwa konveyor berada pada posisi <i>stop q gate</i>

3.1.1.2. Output

Berikut Tabel 3.2. merupakan tabel *output* serta fungsinya dari keseluruhan sistem *tapping and washing machine autoloader plant*.

Tabel 3.2. Fungsi *Output*

No	Keterangan	Nama	Fungsi
1	MESIN A21	<i>Cyl. Ejector A21 Adv</i>	Mendorong silinder <i>ejector</i> A21
2		<i>Cyl. Ejector A21 Ret</i>	Menarik silinder <i>ejector</i> A21
3	GANTRY 1	<i>Cyl. Gantry 1 Up</i>	Menarik gantry 1 naik keatas
4		<i>Cyl. Gantry 1 Down</i>	Mendorong gantry 1 turun kebawah
5		<i>Cyl. Gantry 1 Clamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 1 agar mencekam
6		<i>Cyl. Gantry 1 Unclamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 1 agar tidak mencekam

7		<i>Motor G1 Fwd Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 1 maju dengan kecepatan sedang
8		<i>Motor G1 Fwd Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 1 maju dengan kecepatan rendah
9		<i>Motor G1 Rvs Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 1 mundur dengan kecepatan sedang
10		<i>Motor G1 Rvs Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 1 mundur dengan kecepatan rendah
11	MESIN B23	<i>Cyl. Door B23 Open</i>	Mendorong silinder pintu B23
12		<i>Cyl. Door B23 Close</i>	Menarik silinder pintu B23
13		<i>Cyl. B23 Clamp</i>	Mendorong silinder <i>clamp</i> mesin B23 ke posisi mencekam
14		<i>Cyl. B23 Unclamp</i>	Mendorong silinder <i>clamp</i> mesin B23 ke posisi tidak mencekam
15		<i>Cyl. B23 Adv</i>	Mendorong silinder B23
16		<i>Cyl. B23 Ret</i>	Menarik silinder B23
17		<i>Motor Spindel B23 Cw</i>	Mengaktifkan motor <i>spindle</i> B23 searah jarum jam
18		<i>Motor Spindel B23 Ccw</i>	Mengaktifkan motor <i>spindle</i> B23 berlawanan jarum jam
19	GANTRY 2	<i>Cyl. Gantry 2 Up</i>	Menarik gantry 2 naik keatas
20		<i>Cyl. Gantry 2 Down</i>	Mendorong gantry 2 turun kebawah
21		<i>Cyl. Gantry 2 Clamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 2 agar mencekam
22		<i>Cyl. Gantry 2 Unclamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 2 agar tidak mencekam

23	MESIN C2	<i>Motor G2 Rvs Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 2 mundur dengan kecepatan sedang
24		<i>Motor G2 Rvs Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 2 mundur dengan kecepatan rendah
25		<i>Motor G2 Fwd Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 2 maju dengan kecepatan sedang
26		<i>Motor G2 Fwd Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 2 maju dengan kecepatan rendah
27		<i>Cyl. Door C2 Open</i>	Menarik silinder pintu mesin C2
28		<i>Cyl. Door C2 Close</i>	Mendorong silinder pintu mesin C2
29		<i>Cyl. Washing C2 Left Fwd</i>	Mendorong silinder <i>washing</i> sebelah kiri pada mesin C2
30		<i>Cyl. Washing C2 Left Rvs</i>	Menarik silinder <i>washing</i> sebelah kiri pada mesin C2
31		<i>Cyl. Washing C2 Right Adv</i>	Mendorong silinder <i>washing</i> sebelah kanan pada mesin C2
32		<i>Cyl. Washing C2 Right Ret</i>	Menarik silinder <i>washing</i> sebelah kanan pada mesin C2
33		<i>High Pressure Compressor C2</i>	Mengaktifkan <i>compressor</i> tekanan pada mesin C2
34		<i>Coolant C2</i>	Mengaktifkan <i>coolant</i> pada mesin C2
35		<i>Motor Ejector C2 Rvs Ms</i>	Mengaktifkan motor <i>ejector</i> mundur dengan kecepatan sedang pada mesin C2
36		<i>Motor Ejector C2 Rvs Ls</i>	Mengaktifkan motor <i>ejector</i> mundur dengan kecepatan rendah pada mesin C2

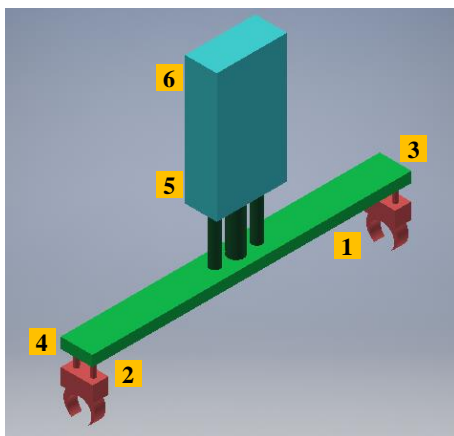
37		<i>Motor Ejector C2 Fwd Ms</i>	Mengaktifkan motor <i>ejector</i> maju dengan kecepatan sedang pada mesin C2
38		<i>Motor Ejector C2 Fwd Ls</i>	Mengaktifkan motor <i>ejector</i> maju dengan kecepatan rendah pada mesin C2
39	GANTRY 3	<i>Cyl. G3 Up</i>	Menarik gantry 3 naik keatas
40		<i>Cyl. G3 Down</i>	Mendorong gantry 3 turun kebawah
41		<i>Cyl. G3 Clamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 3 agar mencekam
42		<i>Cyl. G3 Unclamp</i>	Mendorong <i>clamp</i> gantry 3 agar tidak mencekam
43		<i>Motor G3 Fwd Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 3 mundur dengan kecepatan sedang
44		<i>Motor G3 Fwd Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 3 mundur dengan kecepatan rendah
45		<i>Motor G3 Rvs Ms</i>	Mengaktifkan motor gantry 3 maju dengan kecepatan sedang
46		<i>Motor G3 Rvs Ls</i>	Mengaktifkan motor gantry 3 maju dengan kecepatan rendah
47	CONVEYOR	<i>Motor Conveyor Fwd Ms</i>	Mengaktifkan motor conveyor maju dengan kecepatan sedang
48		<i>Motor Conveyor Fwd Ls</i>	Mengaktifkan motor conveyor maju dengan kecepatan rendah
49		<i>Motor Conveyor Rvs Ms</i>	Mengaktifkan motor conveyor mundur dengan kecepatan sedang
50		<i>Motor Conveyor Rvs Ls</i>	Mengaktifkan motor conveyor mundur dengan kecepatan rendah

3.1.2. Posisi penempatan Sensor

Posisi penempatan sensor disesuaikan dengan kebutuhan dari sistem terkaiat. Berikut merupakan lokasi penempatan sensor pada masing-masing bagian dari sistem *tapping and washing machine autoloader plant*.

3.1.2.1. Autoloader

Pada *autoloader* terdapat enam buah sensor yang memiliki fungsinya masing masing. Baik *autoloader* tipe pertama maupun tipe kedua memiliki kesamaan dalam kepemilikan jumlah sensor serta penempatannya. Gambaran posisi sensor pada *autoloader* dapat dilihat pada Gambar 3.2. sedangkan jenis sensor yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.3



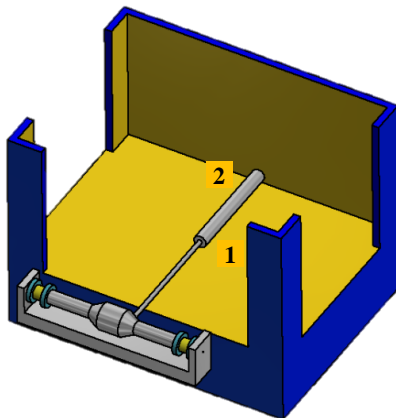
Gambar 3.2. Posisi Sensor Autoloader

Tabel 3.3. Sensor pada Autoloader

No	Tipe	Nama
1	Reed Switch	Gantry Clamp Rh
2	Reed Switch	Gantry Clamp Lh
3	Reed Switch	Gantry Unclamp Rh
4	Reed Switch	Gantry Unclamp Lh
5	Reed Switch	Gantry 1 Down
6	Reed Switch	Gantry 1 Up

3.1.2.2. Mesin A21

Pada mesin A21 terdapat 2 buah sensor berjenis *reed switch*. Gambar 3.3. merupakan posisi sensor pada mesin A21, sementara pada Tabel 3.4. terlihat tipe sensor yang digunakan



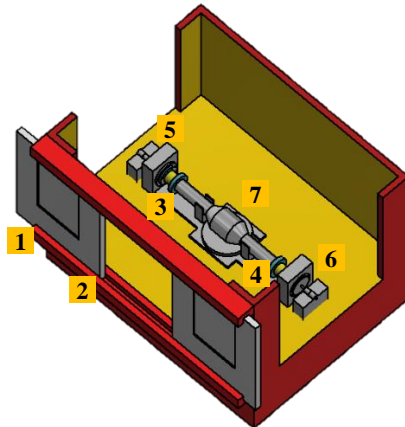
Gambar 3.3. Posisi Sensor Mesin A21

Tabel 3.4. Sensor pada Mesin A21

No	Tipe	Nama
1	<i>Reed Switch</i>	<i>Ejector A21 Max</i>
2	<i>Reed Switch</i>	<i>Ejector A21 Min</i>

3.1.2.3. Mesin B23

Pada mesin B23 terdapat 11 buah sensor yang dimana terdiri atas dua jenis sensor yaitu *limit switch* dan *reed switch*. Posisi dan tipe sensor yang digunakan pada mesin B23 dapat dilihat pada Gambar 3.4. dan Tabel 3.5.



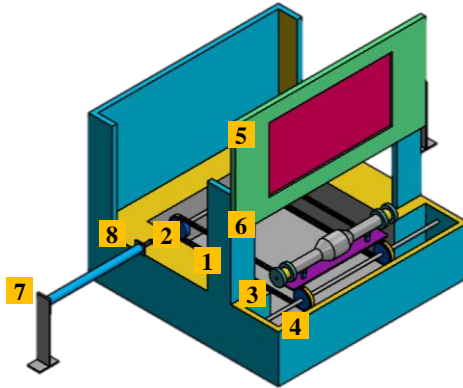
Gambar 3.4. Posisi Sensor Mesin B23

Tabel 3.5. Sensor pada Mesin B23

No	Tipe	Nama
1	<i>Limit Switch</i>	<i>Door B23 Open</i>
2	<i>Limit Switch</i>	<i>Door B23 Open</i>
3	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Clamp Lh</i>
4	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Clamp Rh</i>
5	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Unclamp Lh</i>
6	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Unclamp Rh</i>
7	<i>Reed Switch</i>	<i>B23 Working Unit</i>
8	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Max Lh</i>
9	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Max Rh</i>
10	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Min Lh</i>
11	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. B23 Min Rh</i>

3.1.2.4. Mesin C2

Pada mesin C2 terdapat 10 buah sensor yang dimana terdiri atas dua jenis sensor yaitu *limit switch* dan *reed switch*. Pada Gambar 3.5 dan Tabel 3.6 dapat terlihat posisi dan tipe sensor yang digunakan pada mesin C2.



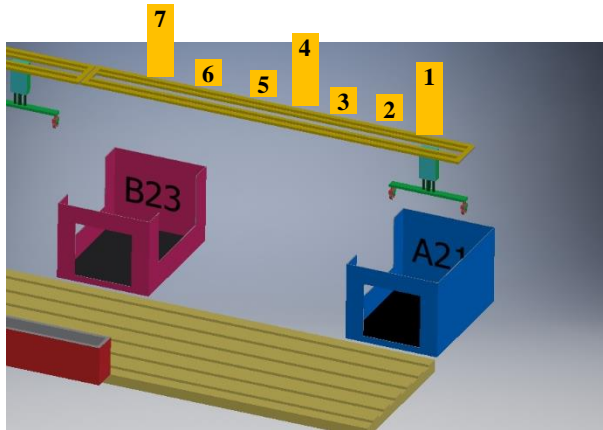
Gambar 3.5. Posisi Sensor Mesin C2

Tabel 3.6. Sensor pada Mesin C2

No	Tipe	Nama
1	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow C2 Min</i>
2	<i>Limit Switch</i>	<i>C2 Min</i>
3	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow C2 Max</i>
4	<i>Limit Switch</i>	<i>C2 Max</i>
5	<i>Limit Switch</i>	<i>Door C2 Open</i>
6	<i>Limit Switch</i>	<i>Door C2 Close</i>
7	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. Washing C2 Min Lh</i>
8	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. Washing C2 Max Lh</i>
9	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. Washing C2 Min Rh</i>
10	<i>Reed Switch</i>	<i>Cyl. Washing C2 Max Rh</i>

3.1.2.5. Line A21-B23

Pada line A21-B23 terdapat 7 buah sensor yang dimana terdiri atas jenis sensor *limit switch*. Posisi dan jenis sensor yang terdapat pada line A21-B23 dapat terlihat pada Gambar 3.6. dan Tabel 3.7.



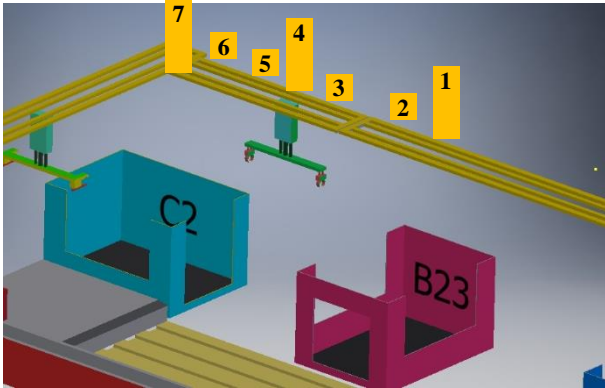
Gambar 3.6. Posisi Sensor pada Line A21-B23

Tabel 3.7. Sensor pada Line A21-B23

No	Type	Nama
1	<i>Limit Switch</i>	<i>Loading Post A21 Rear</i>
2	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Down Loading Post A21 Rear</i>
3	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Waiting Post A21-B23 Rear</i>
4	<i>Limit Switch</i>	<i>Waiting Post A21-B23</i>
5	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Waiting Post A21-B23 Front</i>
6	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Down Loading Post B23 Front</i>
6	<i>Limit Switch</i>	<i>Loading Post B23 Front</i>

3.1.2.6. Line B23-C2

Pada line B23-C2 terdapat 7 buah sensor yang dimana terdiri atas jenis sensor *limit switch*. Pada Gambar 3.6 dan Tabel 3.7 terlihat posisi serta tipe sensor yang digunakan pada line B23-C2



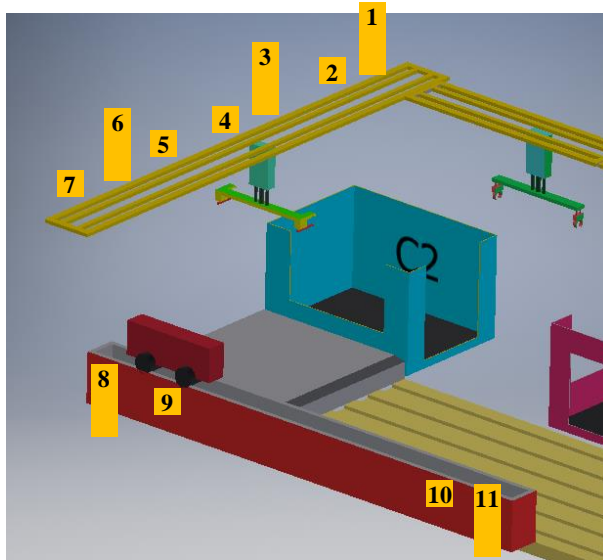
Gambar 3.7. Posisi Sensor pada Line B23-C2

Tabel 3.8. Sensor pada Line B23-C2

No	Tipe	Nama
1	<i>Limit Switch</i>	<i>Loading Post B23 Rear</i>
2	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Down Loading Post B23 Rear</i>
3	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Waiting Post B23-C2 Rear</i>
4	<i>Limit Switch</i>	<i>Waiting Post B23-C2</i>
5	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Waiting Post B23-C2 Front</i>
6	<i>Limit Switch</i>	<i>Slow Down Loading Post C2 Front</i>
7	<i>Limit Switch</i>	<i>Loading Post C2 Front</i>

3.1.2.7. Line C2-Finish Post

Pada *line C2-Finish Position* terdapat 11 buah sensor yang dimana terdiri atas jenis sensor *limit switch*. Berikut merupakan gambaran posisi dari kedua sensor tersebut. Posisi dan jenis sensor yang terdapat pada *line A21-B23* dapat terlihat pada Gambar 3.8. dan Tabel 3.9.



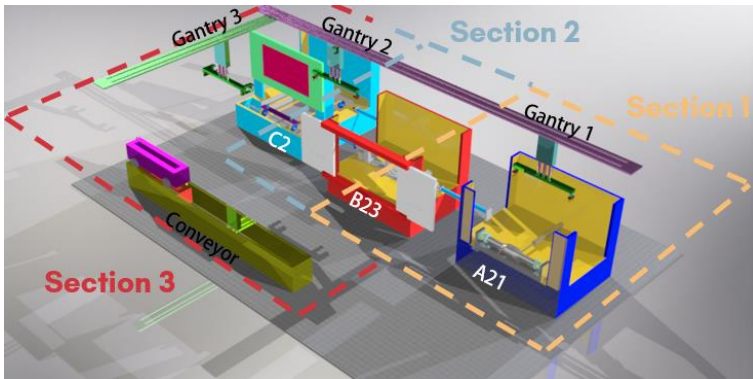
Gambar 3.8. Posisi Sensor pada Line C2-Finish Position

Tabel 3.9. Sensor pada Line C2-Finish Position

No	Type	Nama
1	Limit Switch	Loading Post C2 Rear
2	Limit Switch	Slow Down Loading Post C2 Rear
3	Limit Switch	Waiting Post C2-Conveyor
4	Limit Switch	Slow Waiting Post C2-Conveyor Front
5	Limit Switch	Slow Load to Conveyor
6	Limit Switch	Load to Conveyor
7	Limit Switch	Safe Position Gantry 3
8	Limit Switch	Stop Unload Gantry 3
9	Limit Switch	Slow Down Unload Gantry 3
10	Limit Switch	Slow Down Stop Q Gate
11	Limit Switch	Stop Q Gate

3.1.3. Pembagian Section Langkah Kerja

Tapping and washing machine autoloader plant memiliki jumlah *step* atau langkah yang cukup panjang, sehingga agar proses pemodelan menjadi lebih mudah dan sederhana, maka disarankan untuk membagi proses pada *plant* tersebut kedalam beberapa *section*. Pada pemodelan ini, proses pada *plant* dibagi menjadi 3 *section* dengan 2 *section* sebagai tambahan kondisi. Gambar 3.9. merupakan gambaran dari pembagian *section* berdasarkan langkah kerjanya.



Gambar 3.9. Denah Pembagian *Section*

Berdasarkan gambar diatas, pembagian *section* dibagi menjadi tiga (3) *section*, dengan tambahan dua (2) *section* dimana *section* tambahan tersebut merupakan kondisi dimana B23 dan C2 dalam kondisi sedang ada proses. Berikut merupakan list dari *section* serta keterangannya

1. *Section 1*

Bagian dari awal proses mesin A21 hingga distribusi benda kerja dari mesin A21 ke mesin B23 yang dilakukan *autoloader 1* pada saat kondisi dalam keadaan *safe signal* B23 aman.

2. *Section 1b*

Bagian dari awal proses mesin A21 hingga distribusi benda kerja dari mesin A21 ke mesin B23 yang dilakukan *autoloader 1* pada saat kondisi dalam keadaan *safe signal* B23 tidak aman.

3. *Section 2*
Bagian dari proses mesin B23 hingga distribusi benda kerja dari mesin B23 ke mesin C2 yang dilakukan *autoloader 2* pada saat kondisi dalam keadaan *safe signal C2* aman.
4. *Section 2b*
Bagian dari proses mesin B23 hingga distribusi benda kerja dari mesin B23 ke mesin C2 yang dilakukan *autoloader 2* pada saat kondisi dalam keadaan *safe signal C2* tidak aman.
5. *Section 3*
Bagian dari proses mesin C2 hingga distribusi benda kerja dari mesin C2 ke *finish position* yang dilakukan *autoloader 3* dan konveyor.

3.1.4. Inisiasi Flag

Inisiasi *flag* berfungsi untuk memberikan sinyal bahwa ada kondisi tertentu yang ada pada mesin yang harus terpenuhi. Pada *tapping and washing machine autoloader plant* terdapat tiga buah sinyal yang terdapat pada sistem, diantaranya adalah *flag homepost*, *flag safe signal B23*, serta *flag safe signal C2*.

3.1.4.1. Flag Home Position

Flag homepost merupakan sinyal yang menyatakan mesin dalam kondisi *home position* sehingga memungkinkan operator untuk melakukan pengoperasian pada mesin tersebut. Berikut merupakan syarat untuk *flag home position*:

- a) *Ejetor A21* berada pada posisi maksimum
- b) *Autoloader 1* berada pada posisi *loading post A21 rear*
- c) *Autoloader 1* berada pada posisi diatas
- d) *Autoloader 1* berada pada kondisi *unclamp*.

3.1.4.2. Flag Safe Signal B23

Flag safe signal B23 merupakan sinyal yang menyatakan bahwa ada proses baik pada *autoloader 2* maupun mesin B23 yang beroperasi sehingga kondisi tersebut akan berbahaya apabila *autoloader 1* melakukan proses distribusi benda kerja ke mesin B23. Berikut merupakan syarat untuk *flag safe signal* mesin B23

- a) Adanya proses pada mesin B23

- b) *Autoloader 2* bergerak *reverse* ke arah mesin B23 baik dalam keadaan *low speed* maupun *high speed*
- c) *Autoloader 2* berada pada posisi *loading post B23 rear*

3.1.4.3. Flag Safe Signal C2

Flag *safe signal C2* merupakan sinyal yang menyatakan bahwa ada proses baik pada *autoloader 3* maupun mesin C2 yang beroperasi sehingga kondisi tersebut akan berbahaya apabila *autoloader 2* melakukan proses distribusi benda kerja ke mesin C2. Berikut merupakan syarat untuk *flag safe signal* mesin C2:

- a) Adanya proses mesin C2
- b) *Autoloader 3* bergerak *reverse* ke arah mesin C2 baik dalam keadaan *low speed* maupun *high speed*
- c) *Autoloader 3* berada pada posisi *loading post C2 rear*.

3.1.4.4. Flag Sign Tower

Flag *sign tower* merupakan sinyal yang menyatakan bahwa mesin berada pada posisi *running* atau belum dioperasikan. Pada *sign tower* terdapat 3 buah lampu yang berfungsi untuk menunjukkan hal tersebut. Berikut merupakan syarat dari masing masing lampu:

- a) Lampu merah digunakan untuk menyatakan kondisi dimana mesin sedang dalam keadaan *running* atau dalam keadaan sedang beroperasi
- b) Lampu putih digunakan untuk. menyatakan sumber listrik telah masuk atau tidak pada sistem.
- c) Lampu hijau digunakan untuk menyatakan kondisi *standby* atau dalam kondisi siap dioperasikan.

3.1.5. Langkah Kerja

Langkah kerja sistem merupakan salah satu unsur yang penting untuk melakukan pemodelan suatu sistem. Pada kasus ini, langkah kerja didapatkan dari lingkungan sistem dengan cara melakukan tinjauan langsung ke industri terkait. Langkah kerja sistem diuraikan sesuai dengan sectionnya. Berikut merupakan langkah kerja sistem berdasarkan sectionnya.

3.1.5.1. Section 1

Berikut merupakan langkah kerja berdasarkan *section 1*.

1. Saat mesin dalam kondisi *Home Position* dan tombol *start* ditekan, maka silinder *ejector A21* akan ke posisi *return*.
2. Saat sensor *LS ejector A21* min kondisi *high*, maka silinder *Autoloader 1* akan turun hingga sensor *Reed Switch G1 Down* dalam kondisi *high*.
3. Saat sensor *RS G1 Down* kondisi *high*, maka silinder *clamp Autoloader 1* akan mengclamp *housing differential gear*
4. Saat sensor *RS G1 Clamp Rh* dan *RS G1 Clamp Lh* dalam kondisi *high*, maka silinder *Autoloader 1* akan naik hingga sensor *RS G1 Up* kondisi *high*.
5. Saat sensor *RS G1 Up* dalam kondisi *high* dan *Flag Safe Signal B23* dalam kondisi *high*, maka silinder *ejector A21* akan kembali ke keadaan *advance* dan Motor *G1 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post B23 Front*
6. Saat sensor *LS Slow Loading Post B23 Front* dalam kondisi *high*, maka Motor *G1 Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Post B23 Front*
7. Saat sensor *LS Loading Post B23 Front* dalam kondisi *high*, maka silinder *G1 Down* akan aktif hingga sensor *Reed Switch G1 Down* dalam kondisi *high*.
8. Saat sensor *RS G1 Down aktif*, maka silinder *clamp G1* akan melepas cekaman *housing differential gear*.
9. Saat sensor *RS G1 Unclamp Rh* dan *RS G1 Unclamp Lh* aktif, maka silinder *G1* akan naik hingga kondisi sensor *RS G1 Up* kondisi *high*.

10. Saat sensor *RS G1 Up* aktif, maka *Motor G1 Rvs Mid Speed* akan aktif dan silinder pintu B23 akan ke posisi tertutup hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post A21 Rear*
11. Saat Sensor *LS Slow Loading Post A21 Rear* aktif, maka *Motor G2 Rvs Low Speed* akan aktif hingga sensor *LS Loading Post A21 Rear* aktif dan silinder *clamp* akan ke kondisi *clamp*.

3.1.5.2. Section 1b

Berikut merupakan langkah kerja berdasarkan *section 1b*.

1. Saat mesin dalam kondisi *Home Position* dan tombol *start* ditekan, maka silinder *ejector A21* akan ke posisi *return*.
2. Saat sensor *LS ejector A21* min kondisi *high*, maka silinder *Autoloader 1* akan turun hingga sensor *Reed Switch G1 Down* dalam kondisi *high*.
3. Saat sensor *RS G1 Down* kondisi *high*, maka silinder *clamp Autoloader 1* akan mencekam *housing differential gear*.
4. Saat sensor *RS G1 Clamp Rh* dan *RS G1 Clamp Lh* dalam kondisi *high*, maka silinder *Autoloader 1* akan naik hingga sensor *RS G1 Up* kondisi *high*.
5. Saat sensor *RS G1 Up* dalam kondisi *high* dan *Flag Safe Signal B23* dalam kondisi *low*, maka silinder *ejector A21* akan kembali ke keadaan *advance* dan *Motor G1 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Waiting Post A21 - B23 Front*.
6. Saat Sensor *LS Slow Waiting Post A21 – B23 Front* aktif, maka *Motor G1 Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Waiting Post A21 – B23 Front*.
7. Saat Sensor *LS Waiting Post A21 – B23 Front* dan *Flag Safe Signal* dalam kondisi *high*, maka *Motor G1 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post B23 Front*.
8. Saat sensor *LS Slow Loading Post B23 Front* dalam kondisi *high*, maka *Motor G1 Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Post B23 Front*.
9. Saat sensor *LS Loading Post B23 Front* dalam kondisi *high*, maka silinder *G1 Down* akan aktif hingga sensor *Reed Switch G1 Down* dalam kondisi *high*.

10. Saat sensor *RS G1 Down aktif*, maka silinder *clamp G1* akan melepas cekaman *housing differential gear*.
11. Saat sensor *RS G1 Unclamp Rh* dan *RS G1 Unclamp Lh* aktif, maka silinder *G1* akan naik hingga kondisi sensor *RS G1 Up* kondisi *high*.
12. Saat sensor *RS G1 Up* aktif, maka Motor *G1 Rvs Mid Speed* akan aktif dan silinder pintu *B23* akan ke posisi tertutup hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post A21 Rear*.
13. Saat sensor *LS Slow Loading Post A21 Rear* aktif, maka Motor *G2 Rvs Low Speed* akan aktif hingga sensor *LS Loading Post A21 Rear* aktif dan silinder *clamp* akan ke kondisi *clamp*.

3.1.5.3. Section 2

Berikut merupakan langkah kerja berdasarkan *section 2*.

1. Saat Sensor *LS Loading Post A21 Rear* aktif, maka Motor *Spindel B23* akan berputar searah dengan jarum jam (CW) dan silinder *B23* akan maju hingga sensor *RS Cyl B23 Max aktif*.
2. Saat sensor *RS Cyl B23 Max* aktif, maka motor *spinder B23* akan berputer berlawanan dengan arah jarum jam (CCW) dan silinder *B23* akan mundur hingga sensor *RS Cyl B23 Min aktif*
3. Saat sensor *RS Cyl B23 Min* aktif, maka Silinder pintu *B23* akan ke posisi terbuka dan silinder *clamp B23* akan ke posisi unclamp.
4. Saat sensor *RS B23 Unclamp Rh* dan *RS B23 Unclamp Lh* aktif, maka Motor *G2 Rvs Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post B23 Rear*
5. Saat sensor *LS Slow Loading Post B23 Rear* aktif, maka Motor *G2 Rvs Slow Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Post B23 Rear*.
6. Saat sensor *LS Loading Post B23 Rear* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan turun hingga sensor *RS G2 Down aktif*.
7. Saat sensor *RS G2 Down* aktif, maka silinder *clamp Autoloader 2* akan mencekam *housing differential gear*.
8. Saat sensor *RS G2 Clamp Rh* dan *RS G2 Clamp Lh* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan naik hingga *RS G2 Up aktif*.
9. Saat Sensor *RS G2 Up* dan *Flag Safe Signal C2 aktif*, maka Motor *G2 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Slow Loading Post C2 Front*.

10. Saat *Sensor RS Slow Loading Post C2 Front* aktif, maka *Motor G2 Fwd Low Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Loading Post C2 Front*.
11. Saat sensor *RS Loading Post C2 Front* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan turun hingga sensor *RS G2 Down* aktif.
12. Saat sensor *RS G2 Down* aktif, maka silinder *clamp Autoloader 2* akan mengunclamp *housing differential gear*.
13. Saat sensor *RS G2 Unclamp Rh* dan *Lh* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan naik hingga *sensor RS G2 Up* aktif.
14. Saat sensor *G2 up* aktif, maka *Motor G2 Rvs Mid Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *LS Slow Waiting Post B23 – C2 Front*.
15. Saat sensor *LS Slow Waiting Post B23 – C2 Front* aktif, maka *Motor G2 Rvs Low Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *LS Waiting Post B23 – C2 Front*.

3.1.5.4. Section 2b

Berikut merupakan langkah kerja berdasarkan *section 2b*.

1. Saat *Sensor LS Loading Post A21 Rear* aktif, maka *Motor Spindel B23* akan berputar searah dengan jarum jam (*CW*) dan silinder *B23* akan maju hingga sensor *RS Cyl B23 Max* aktif.
2. Saat sensor *RS Cyl B23 Max* aktif, maka *motor spindle B23* akan berputer berlawanan dengan arah jarum jam (*CCW*) dan silinder *B23* akan mundur hingga sensor *RS Cyl B23 Min* aktif.
3. Saat sensor *RS Cyl B23 Min* aktif, maka Silinder pintu *B23* akan ke posisi terbuka dan *silinder clamp B23* akan ke posisi tidak mencekam.
4. Saat sensor *RS B23 Unclamp Rh* dan *RS B23 Unclamp Lh* aktif, maka *Motor G2 Rvs Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post B23 Rear*.
5. Saat sensor *LS Slow Loading Post B23 Rear* aktif, maka *Motor G2 Rvs Slow Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Post B23 Rear*.
6. Saat sensor *LS Loading Post B23 Rear* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan turun hingga sensor *RS G2 Down* aktif.
7. Saat sensor *RS G2 Down* aktif, maka *silinder clamp Autoloader 2* akan mengclamp *housing differential gear*.

8. Saat sensor *RS G2 Clamp Rh* dan *RS G2 Clamp Lh* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan naik hingga *RS G2 Up* aktif.
9. Saat sensor *RS G2 Up* dan *Flag Safe Signal C2* tidak aktif, maka *Motor G2 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Slow Waiting Post B23 – C2 Rear*.
10. Saat sensor *RS Slow Waiting Post B23 – C2 Rear* aktif, maka *Motor G2 Fwd Low Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Waiting Post B23 – C2*.
11. Saat *RS Waiting Post B23 – C2* dan *Flag Safe Signal C2* aktif, maka *Motor G2 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Slow Loading Post C2 Front*.
12. Saat *Sensor RS Slow Loading Post C2 Front* aktif, maka *Motor G2 Fwd Low Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *RS Loading Post C2 Front*.
13. Saat sensor *RS Loading Post C2 Front* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan turun hingga *sensor RS G2 Down* aktif.
14. Saat sensor *RS G2 Down* aktif, maka silinder *clamp Autoloader 2* akan melepas cekaman *housing differential gear*.
15. Saat sensor *RS G2 Unclamp Rh* dan *Lh* aktif, maka silinder *Autoloader 2* akan naik hingga sensor *RS G2 Up* aktif.
16. Saat sensor *G2 up* aktif, maka *Motor G2 Rvs Mid Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *LS Slow Waiting Post B23 – C2 Front*.
17. Saat sensor *LS Slow Waiting Post B23 – C2 Front* aktif, maka *Motor G2 Rvs Low Speed* akan aktif hingga menyentuh sensor *LS Waiting Post B23 – C2 Front*.

3.1.5.5. Section 3

Berikut merupakan langkah kerja berdasarkan section 3.

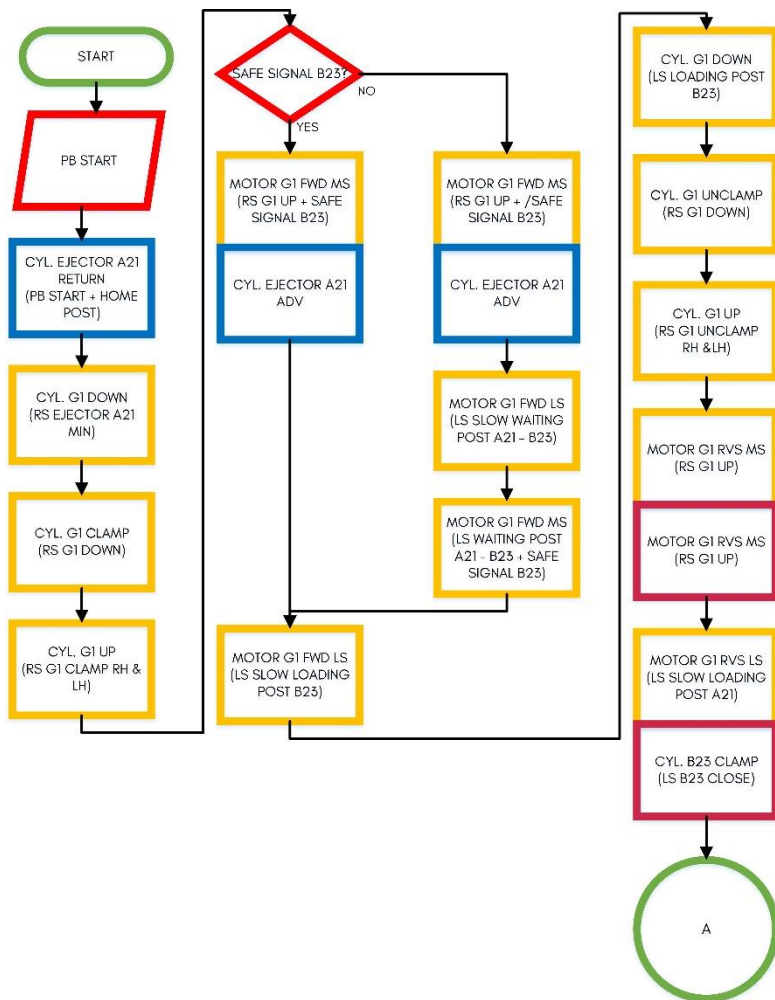
1. Saat sensor *LS Waiting Post B23 – C2* aktif, maka *High Pressure Compressor C2* akan aktif selama waktu yang diset di *timer 1*.
2. Saat waktu *timer 1* mencapai batasnya, maka *Motor Ejector C2 Rvs Ms* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow C2 Min*.
3. Saat sensor *LS Slow C2 Min* aktif, maka *Motor C2 Rvs Ls* akan aktif hingga mengenai sensor *LS C2 min*.
4. Saat sensor *C2 min* aktif, maka silinder pintu *C2* akan tertutup
5. Saat sensor *LS Door C2 Close* aktif, maka *Coolant C2 Aktif* dan *Cyl. Washing C2 Fwd* hingga sensor *RS Cyl. Washing Max* aktif.

6. Saat sensor *RS Cyl. Washing Max* aktif maka, *Cyl. Washing C2 Rvs* hingga sensor *RS Cyl. Washing Min* aktif.
7. Saat sensor *RS Cyl. Washing Min* aktif, maka silinder pintu C2 akan terbuka.
8. Saat sensor *LS Door C2 Open* aktif, maka *Motor Ejector Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow C2 Max*.
9. Saat sensor *LS Slow C2 Max* aktif, maka *Motor Ejetor Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS C2 Max*.
10. Saat sensor *LS C2 max* aktif, maka *High Pressure Compressor C2* akan aktif selama waktu yang diset di *timer 2*.
11. Saat waktu dari *timer 2* mencapai batasnya, maka silinder *Autoloader 3* akan turun dan *Motor G3 Rvs Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Post C2 Rear*.
12. Saat sensor *LS Slow Loading Post C2 Rear* aktif, maka *Motor G3 Rvs Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Post C2 Rear*.
13. Saat sensor *LS Loading Post C2 Rear* aktif, maka silinder *clamp Autoloader 3* akan mengclamp *housing differential gear*.
14. Saat sensor *RS G3 Clamp Rh* dan *RS G3 Clamp Lh* aktif, maka silinder *Autoloader 3* akan naik hingga sensor *RS G3 Up* aktif.
15. Saat sensor *RS G3 Up* aktif, maka *Motor G3 Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Loading Conveyor*.
16. Saat sensor *LS Slow Loading Conveyor* aktif, maka *Motor G3 Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Loading Conveyor*.
17. Saat sensor *LS Loading Conveyor* aktif, maka silinder *Autoloader 3* akan turun hingga *RS G3 Down* aktif.
18. Saat sensor *G3 Down* aktif, maka silinder *clamp Autoloader 3* akan melepas cekaman *housing differential gear*.
19. Saat sensor *RS G3 Unclamp Rh* dan *RS G3 Unclamp Lh* aktif, maka *Motor G3 Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Safe Post G3*.
20. Saat sensor *Safe Post G3* aktif, maka silinder *Autoloader 3* akan naik hingga sensor *RS G3 Up* aktif.
21. Saat *RS G3 Up* aktif, maka *Motor Conveyor Fwd Mid Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Stop Q Gate*.

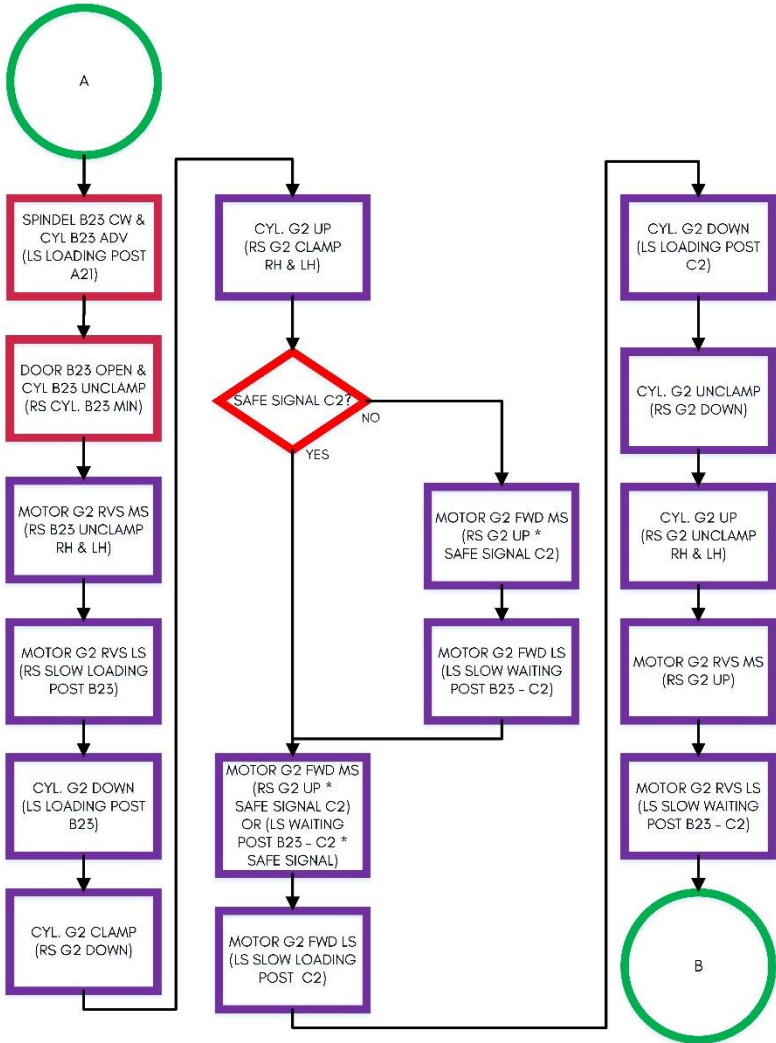
22. Saat sensor *LS Slow Stop Q Gate* aktif, maka *Motor Conveyor Fwd Low Speed* akan aktif hingga mengenai sensor *LS Stop Q Gate*.
23. Saat sensor *LS Stop Q gate* aktif, maka *Motor G3 Rvs Mid Speed* aktif hingga mengenai sensor *LS Slow Waiting C2 – Conveyor*.
24. Saat sensor *LS Slow Waiting C2 – Conveyor*, maka *Motor G3 Rvs Low Speed* aktif hingga mengenai sensor *LS Waiting C2 – Conveyor*

3.1.6. Flowchart Langkah Kerja

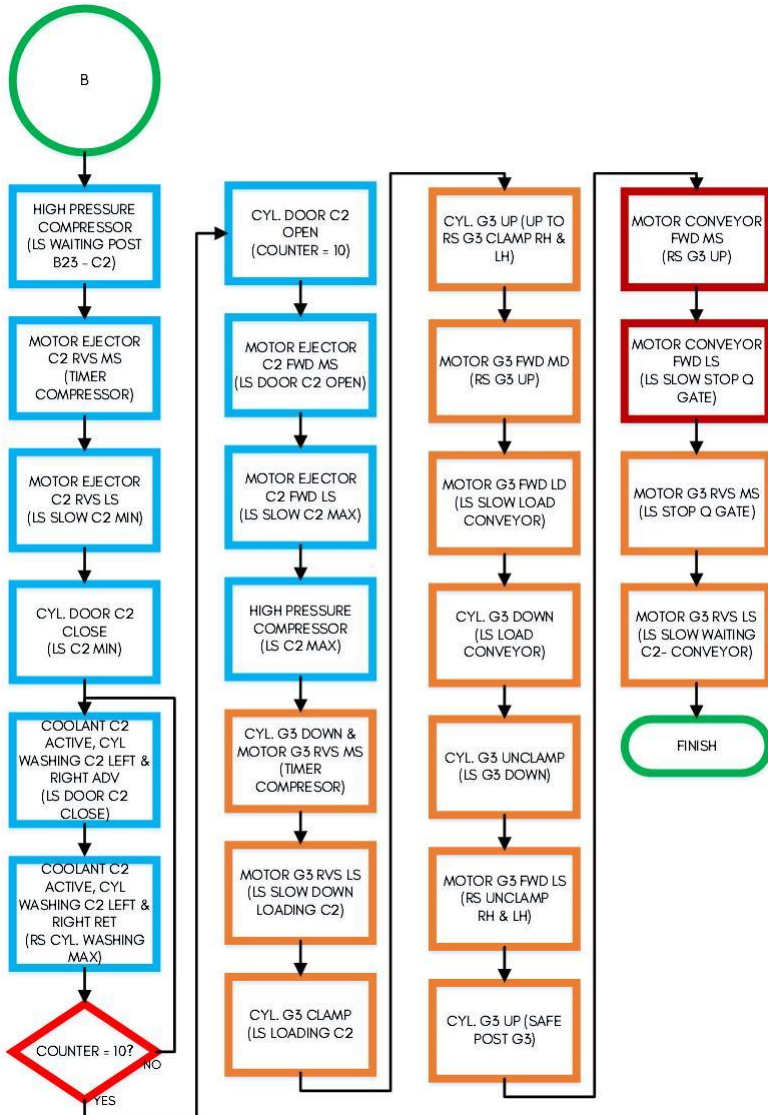
Flowchart adalah suatu bagan yang terdiri atas simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail. Flowchart langkah kerja dibuat untuk mempermudah dalam melakukan pemodelan pada sistem. Pembuatan flowchart sistem dibagi berdasarkan sectionnya. Flowchart langkah kerja sistem tersaji pada Gambar 3.10. untuk *section* 1. Gambar 3.11. untuk *section* 2, serta Gambar 3.13. untuk *section* 3.



Gambar 3.10. Flowchart Section 1



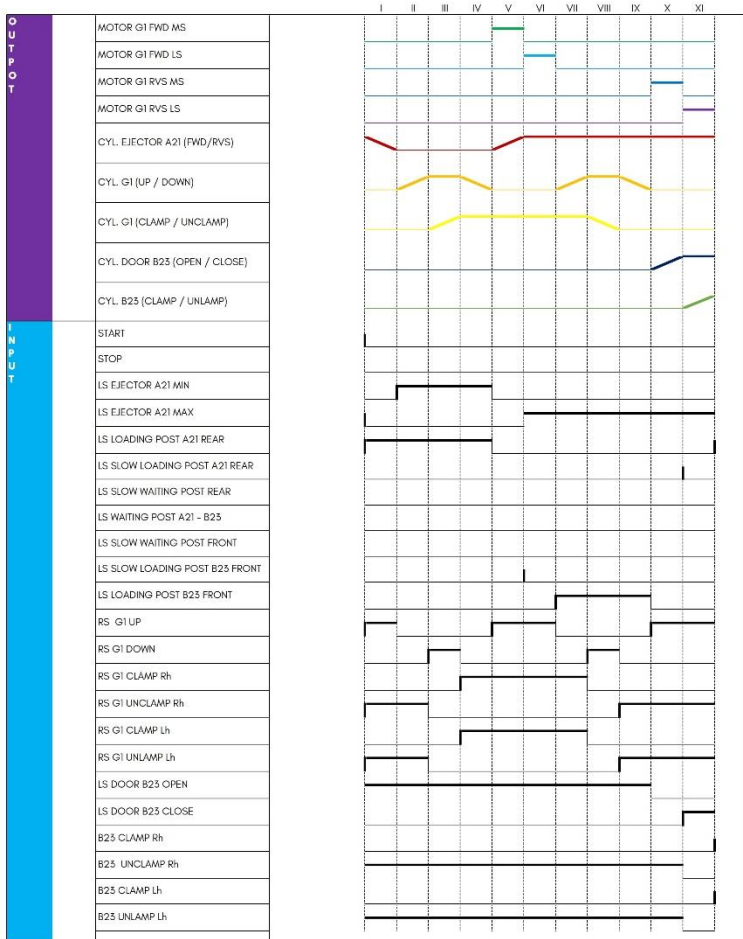
Gambar 3.11. *Flowchart Section 2*



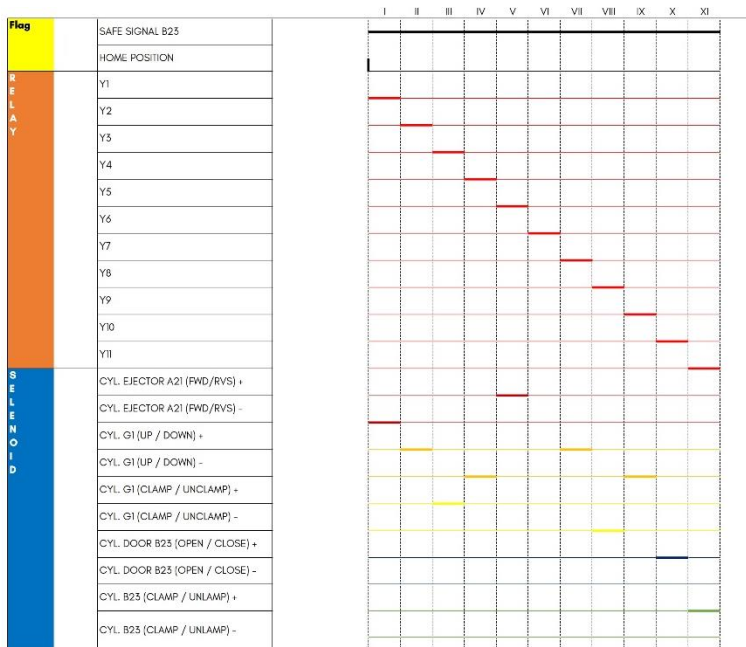
Gambar 3.12. Flowchart Section 3

3.2. Perancangan *Sequence Chart*

Pada perancangan dan pembuatan *sequence chart* terdapat beberapa bagian diantaranya adalah *output*, *input*, *relay*, *timer coil*, *timer contact*, dan *output solenoid*. Penentuan jumlah *relay* tergantung pada jumlah perubahan dari *output*. Setiap perubahan *input* maka diberikan 1 *relay*.



Gambar 3.13. *Sequence Chart Section 1-1*



Gambar 3.14. *Sequence Chart Section 1-2*

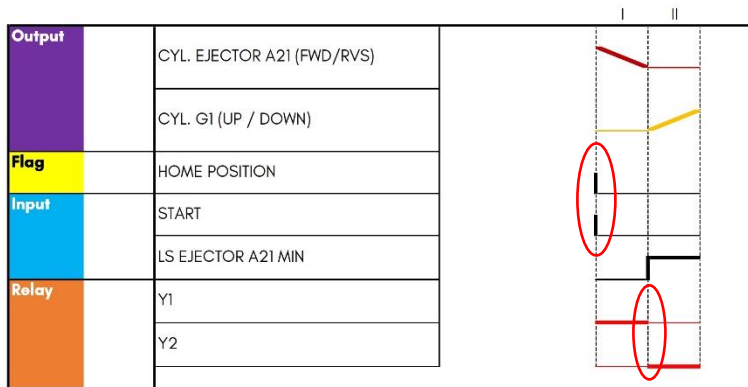
Gambar 3.13. dan Gambar 3.14. merupakan bentuk *sequence chart* dari proses mesin pada *section 1* dengan kondisi *safe signal B23* aman. Pada *sequence chart* tersebut, terlihat penjabaran dari awal *ejector B23* return hingga *autoloader 1* kembali ke posisi semula. Dikarenakan keterbatasan skala gambar, penggambaran *sequence chart* lebih jelasnya dapat dilihat pada halaman lampiran.

3.3. Switching Function

Proses pembuatan *switching function* berdasarkan *sequence chart*. Cara pembuatannya berdasarkan masing-masing *relay*. Berikut ini merupakan konversi dari *sequence chart* menjadi *switching function*.

3.3.1. Relay Y1

Seperti yang sudah dijelaskan pada tinjauan pustaka, bahwa untuk mendapatkan bentuk *switching function* dari suatu *relay*, harus diperhatikan hubungan input dan hubungan outputnya. Untuk mempermudah melakukan penurunan ke dalam bentuk *switching function*, dilakukan penyederhanaan bentuk *sequence chart* seperti pada Gambar 3.15. Penyederhanaan *sequence chart* dapat dilakukan dengan cara hanya memasukan aksi yang statenya berpengaruh terhadap *relay* tersebut.



Gambar 3.15. Sequence Chart Relay Y1

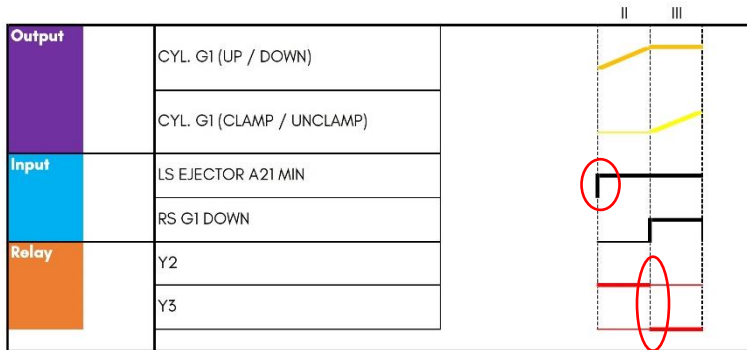
Dengan meninjau Gambar 3.15., dapat terlihat bahwa *relay* Y1 memiliki hubungan *input* yang dimana *relay* Y1 di-set oleh *flag home position* dan *push button start* serta di-reset oleh *relay* Y2. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *outputnya*, *relay* Y1 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder Ejector A21 Min*. Sehingga *switching function* dari *relay* Y1 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y1 = ((START * HOME POST) + Y1) * \overline{Y2} * \overline{STOP}$$

$$Y1 = CYL.EJECTOR A21 RVS$$

3.3.2. Relay Y2

Setelah didapatkan *swithing function* untuk *relay* Y1, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan hal yang sama pada *relay* selanjutnya yakni pada *relay* Y2. *Sequence chart* dari *relay* Y2 dapat terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. *Sequence Chart* Relay Y2

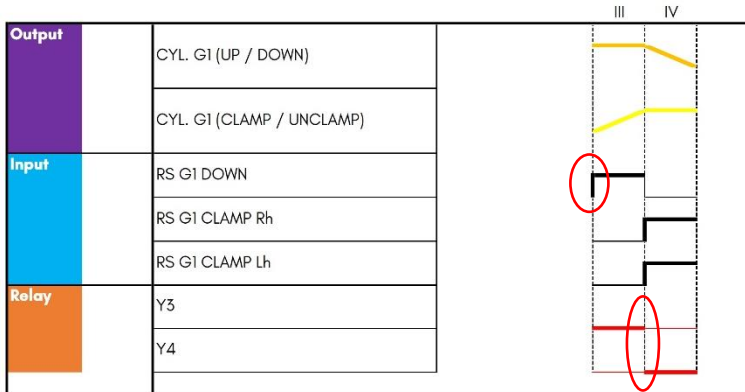
Berdasarkan Gambar 3.16., dapat terlihat bahwa *relay* Y2 memiliki hubungan input yang dimana *relay* Y2 di-*set* oleh *LS Ejector A21 Min* dan *relay* Y1 serta di-*reset* oleh *relay* Y3. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *outputnya*, *relay* Y2 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder G1 Up*. Sehingga *swithing function* dari *relay* Y2 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y2 = ((Y1 * LS EJECTOR A21 MIN) + Y2) * \overline{Y3} * \overline{STOP}$$

$$Y2 = CYL.G1 DOWN$$

3.3.3. Relay Y3

Kemudian, dengan melakukan tindakan yang sama pada *relay* Y3. Gambar 3.17. merupakan *sequence chart* dari *relay* Y3.



Gambar 3.17. *Sequence Chart* Relay Y3

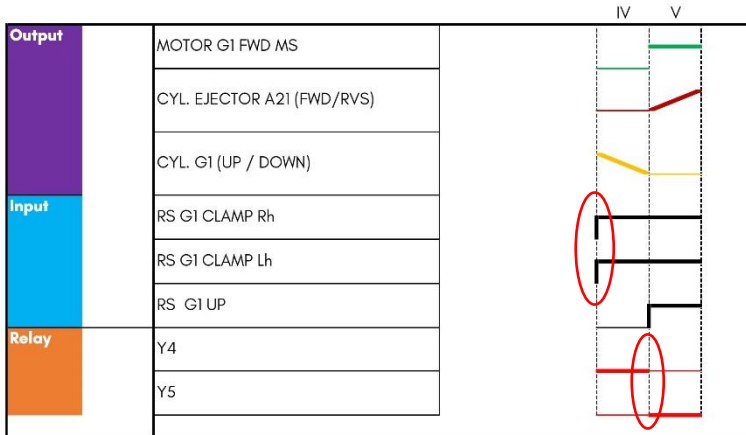
Dengan tindakan yang sama, dilakukan penurunan fungsi *switching function* dengan cara meninjau hubungan input dan output berdasarkan Gambar 3.17. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa *relay* Y3 memiliki hubungan input yang dimana Y3 di-*set* oleh *RS G1 Down* dan *relay* Y2 serta di-*reset* oleh Y4. Berdasarkan hubungan *outputnya*, *relay* Y3 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder G1 Clamp*. Sehingga *switching function* dari *relay* Y3 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y3 = ((Y2 * RS\ G1\ DOWN) + Y3) * \overline{Y4} * \overline{STOP}$$

$$Y3 = CYL.\ G1\ CLAMP$$

3.3.4. Relay Y4

Dengan melakukan tindakan yang sama, dilakukan penurunan bentuk sederhana dari *sequence chart* untuk relay Y4. Gambar 3.18. merupakan bentuk penyederhanaan *sequence chart* relay Y4 dari section 1 sementara Gambar 3.19. merupakan penyederhanaan *sequence chart* relay Y4 dari section 1b.

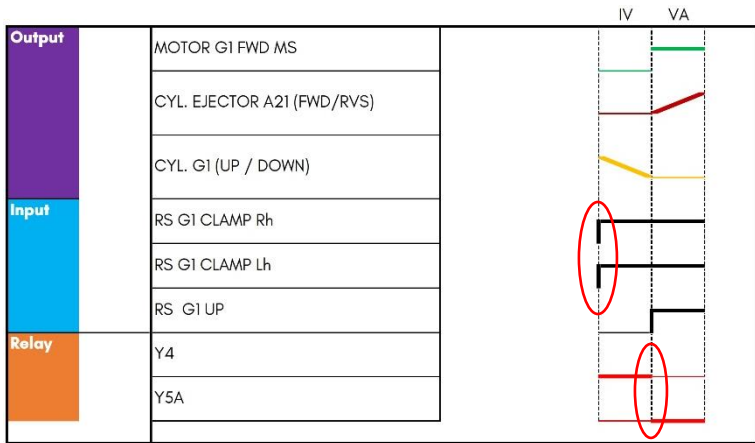


Gambar 3.18. *Sequence Chart Relay Y4 dari Section 1*

Dengan meninjau Gambar 3.18., dapat terlihat bahwa relay Y4 memiliki hubungan *input* yang dimana relay Y4 di-set oleh RS G1 Clamp Rh, RS G1 Clamp Lh, dan relay Y3 serta di-reset oleh relay Y2. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *output*nya, relay Y4 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder Gantry 1 Up*. Sehingga *switching function* dari relay Y4 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y4 = ((Y3 * RS\ G1\ CLAMP\ Rh * RS\ G1\ CLAMP\ Lh) + Y4) * \overline{Y5} * \overline{STOP}$$

$$Y4 = Cyl.\ G1\ Up$$



Gambar 3.19. Sequence Chart Relay Y4 dari Section 1b

Dengan melakukan hal yang sama, berdasarkan Gambar 3.19. dapat terlihat bahwa hubungan relay Y4 memiliki hubungan *input* dimana *relay* tersebut di-*set* oleh *RS G1 Clamp Rh*, *RS G1 Clamp Lh*, dan *relay* Y3 serta di-*reset* oleh *relay* Y5A. Adapun hubungan *output*nya, relay Y4 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder G1 Up*. Sehingga *switching function* dari *relay* Y4 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y4 = ((Y3 * RS\ G1\ CLAMP\ Rh * RS\ G1\ CLAMP\ Lh) + Y4) * \overline{Y5A} * \overline{STOP}$$

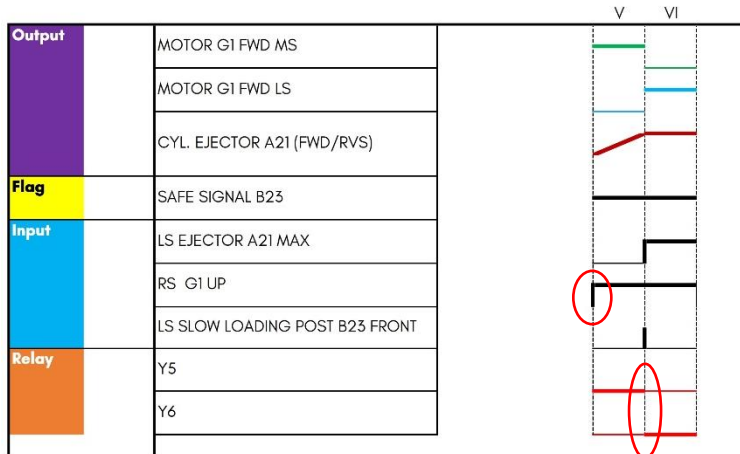
Dari hasil tinjau konversi *switching function* Y4 dari *section 1* maupun dari *section 1b* terlihat bahwa ada perbedaan syarat. Hasil penggabungan konversi dari kedua *section* tersebut adalah sebagai berikut.

$$Y4 = (((Y3 * RS\ G1\ CLAMP\ Rh * RS\ G1\ CLAMP\ Lh) + Y4) * \overline{Y5} * \overline{Y5A} * \overline{STOP}$$

$$Y4 = Cyl.\ G1\ Up$$

3.3.5. Relay Y5

Setelah didapatkan *switching function* untuk relay Y4, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan hal yang sama pada relay selanjutnya yakni pada relay Y5. Hasil penyederhanaan *sequence chart* dari relay Y5 dapat terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.20. Sequence Chart Relay Y5 dari Section 1

Dengan meninjau Gambar 3.20., dapat terlihat bahwa relay Y5 memiliki hubungan *input* yang dimana relay Y5 di-*set* oleh RS G1 Up dan relay Y4 serta di-*reset* oleh relay Y6. Sementara itu, dengan meninjau hubungan outputnya, relay Y5 digunakan untuk mengaktifkan Output Motor G1 Forward Mid Speed dan Cylinder Ejector A21 Forward. Sehingga *switching function* dari relay Y5 dapat ditulis sebagai berikut.

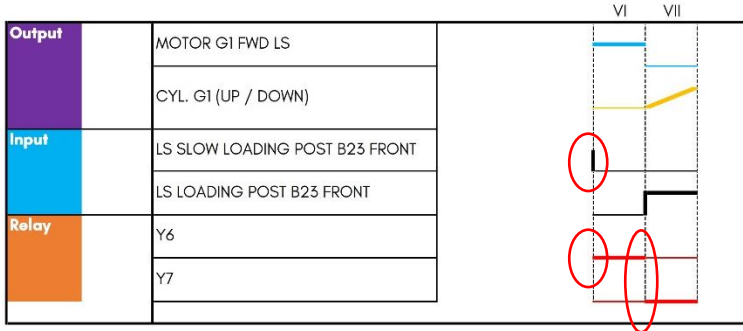
$$Y5 = ((Y4 * RS\ G1\ UP * SAFE\ SIGNAL\ B23 + Y5) * \overline{Y6} * \overline{STOP})$$

$$Y5 = EJECTOR\ A21\ FWD$$

$$Y5 = MOTOR\ G1\ FWD\ MS$$

3.3.6. Relay Y6

Dengan melakukan cara yang sama seperti sebelumnya, didapatkan Gambar 3.21. yang merupakan bentuk penyederhanaan *sequence chart* untuk *relay Y6*.



Gambar 3.21. *Sequence Chart Relay Y6*

Berdasarkan Gambar 3.21. dapat terlihat bahwa *relay Y6* memiliki hubungan *input* yang dimana *relay Y6* di-*set* oleh *LS Slow Loading Post B23 Front*, *relay Y5* dan *relay Y5C* serta di-*reset* oleh *relay Y7*. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *outputnya*, *relay Y6* digunakan untuk mengaktifkan *Output Motor G1 Forward Low Speed*. Sehingga *switching function* dari *relay Y6* dapat ditulis sebagai berikut.

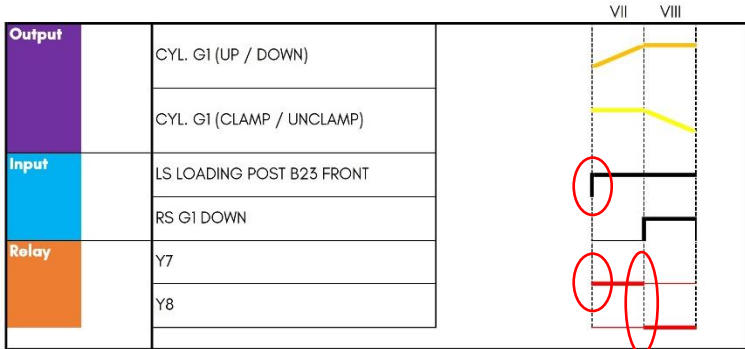
$$Y6 = ((Y5 + Y5C) * LS SLOW LOADING POST B23) + Y6$$

$$* \overline{Y7} * \overline{STOP}$$

$$Y6 = MOTOR G1 FWD LS$$

3.3.7. Relay Y7

Setelah mendapatkan *switching function* untuk relay Y6, maka langkah selanjutnya adalah melakukan hal sama pada relay Y7. Gambar 3.22. merupakan penyederhanaan *sequence chart* untuk relay Y7.



Gambar 3.22. Sequence Chart Relay Y7

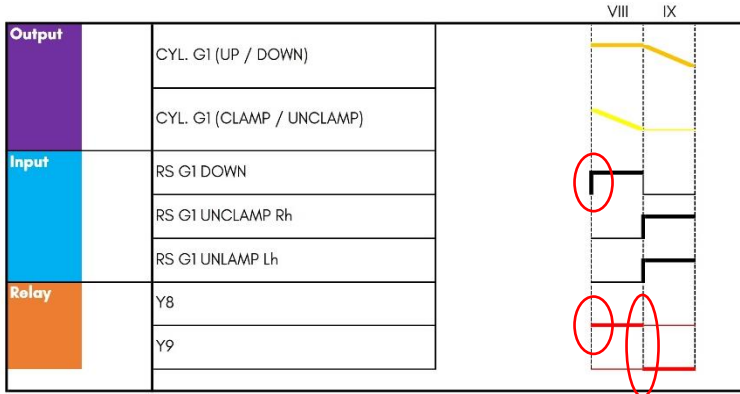
Dengan meninjau Gambar 3.22. dapat terlihat bahwa relay Y7 memiliki hubungan input dimana relay Y7 di-set oleh LS Loading Post B23 dan relay Y6 serta di-reset oleh relay Y8. Sementara itu, dengan meninjau hubungan outputnya, relay Y7 digunakan untuk mengaktifkan Cylinder G1 Down. Sehingga *switching function* dari relay Y7 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y7 = ((Y6 * LS LOADING POST B23) + Y7) * \overline{Y8} * \overline{STOP}$$

$$Y7 = CYL.G1 DOWN$$

3.3.8. Relay Y8

Dengan cara yang sama seperti *relay* sebelumnya, didapatkan penyederhanaan *sequence chart* untuk *relay* Y8 seperti pada Gambar 3.23.



Gambar 3.23. *Sequence Chart Relay Y8*

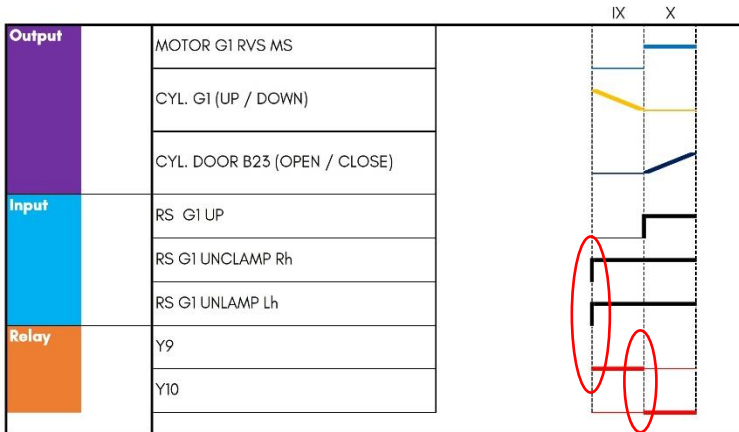
Dengan memperhatikan Gambar 3.23. dapat terlihat bahwa *relay* Y8 memiliki hubungan *input* dimana *relay* Y8 di-*set* oleh *RS G1 Down* dan *relay* Y7 serta di-*reset* oleh *relay* Y9. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *output*nya, *relay* Y8 digunakan untuk mengaktifkan *Cylinder G1 Unclamp*. Sehingga *switching function* dari *relay* Y8 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y8 = ((Y7 * RS\ G1\ DOWN) + Y8) * \overline{Y9} * \overline{STOP}$$

$$Y8 = CYL.\ G1\ UNCLAMP$$

3.3.9. Relay Y9

Setelah mendapatkan *switching function* untuk relay Y8, maka langkah selanjutnya adalah melakukan hal sama pada relay Y9. Gambar 3.24. merupakan penyederhanaan *sequence chart* dari relay Y9.



Gambar 3.24. Sequence Chart Relay Y9

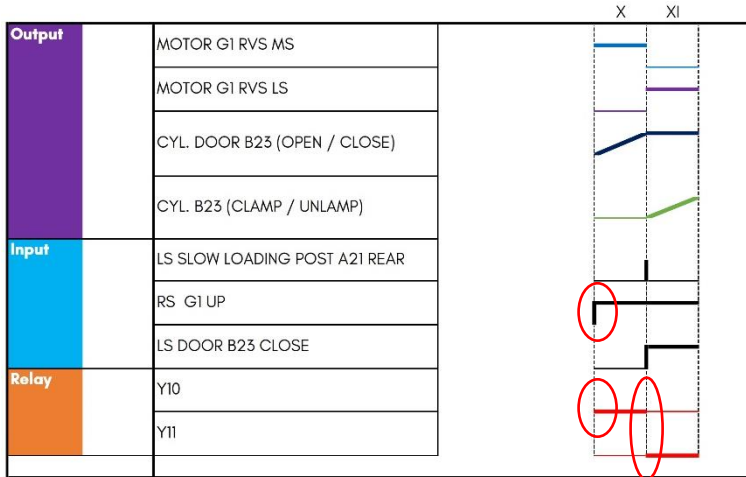
Dengan cara meninjau Gambar 3.24. dapat terlihat bahwa relay Y9 memiliki hubungan *input* dimana relay Y9 di-*set* oleh LS G1 Unlamp Rh, LS G1 Unclamp Lh, dan relay Y8 serta di-*reset* oleh relay Y10. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *outputnya*, relay Y9 digunakan untuk mengaktifkan *Output Cylinder G1 Up*. Sehingga *switching function* dari relay Y9 dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y9 = ((Y8 * RS\ G1\ UNLAMP\ Rh * RS\ G1\ UNCLAMP\ Lh) + Y9) * \overline{Y10} * \overline{STOP}$$

$$Y9 = CYL.G1\ UP$$

3.3.10. Relay Y10

Dengan melakukan tindakan yang sama, dilakukan penurunan bentuk sederhana dari *sequence chart* untuk *relay* Y10. Gambar 3.25. merupakan bentuk penyederhanaan *sequence chart* *relay* Y10.



Gambar 3.25. *Sequence Chart* *Relay* Y10

Dengan memperhatikan Gambar 3.25. dapat terlihat bahwa *relay* Y10 memiliki hubungan *input* dimana *relay* Y10 di-*set* oleh *RS G1 Down* dan *relay* Y7 serta di-*reset* oleh *relay* Y11. Sementara itu, dengan meninjau hubungan *output*nya, *relay* Y10 digunakan untuk mengaktifkan *Output Motor G1 Reverse Mid Speed* dan *Cylinder Door B23 Close*. Sehingga *switching function* dari *relay* Y10 dapat ditulis sebagai berikut.

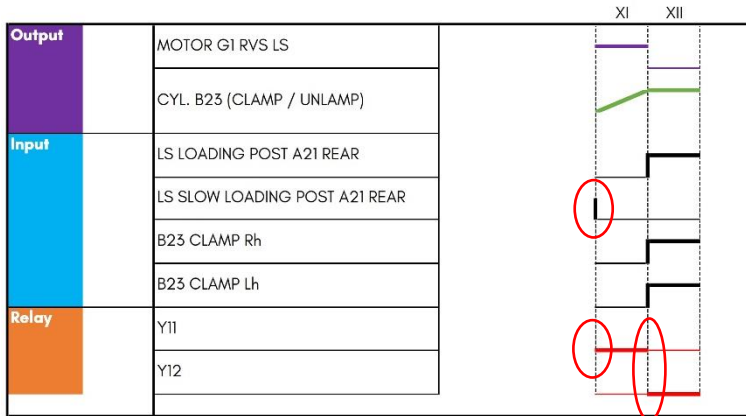
$$Y10 = ((Y9 * RS\ G1\ UP) + Y10) * \overline{Y11} * \overline{STOP}$$

$$Y10 = MOTOR\ G1\ RVS\ MS$$

$$Y10 = CYL.\ DOOR\ B23\ CLOSE$$

3.3.11. Relay Y11

Berikut Gambar 3.26. merupakan *sequence chart* dari *section 1* dan *section 1b* (kondisi dengan *Safe Signal B23* aman dan tidak aman).



Gambar 3.26. *Sequence Chart Relay Y11*

Berdasarkan Gambar 3.26. terlihat bahwa *relay Y11* di-*set* oleh *Input RS G1 Up*. Agar sistem bekerja sesuai dengan urutan kerjanya, maka ditambahkan *relay* sebelumnya sebagai syarat *set*, yaitu *relay Y10*. Adapun yang me-*reset* *relay Y11* adalah *relay* selanjutnya yaitu *relay Y12* yang dimana *relay* tersebut di-*set* oleh *LS Slow Loading Post A21 Rear*. *Relay Y10* berfungsi untuk mengaktifkan *Output Motor G1 Reverse Mid Speed* dan *Cylinder Door B23 Close*. Sehingga *switching function* dari *relay Y10* dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y11 = ((Y10 * LS SLOW LOADING POST A21) + Y11 * \overline{Y12} * STOP$$

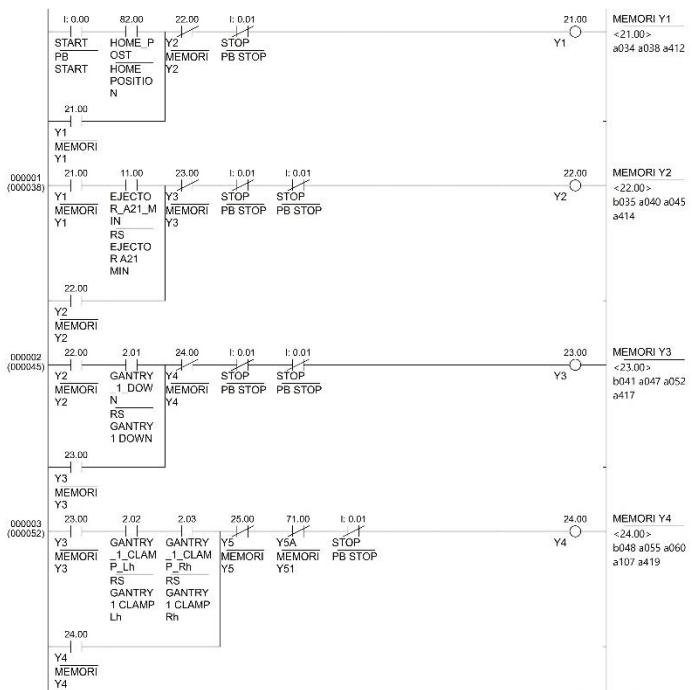
$$Y11 = MOTOR G1 RVS SLOW SPD$$

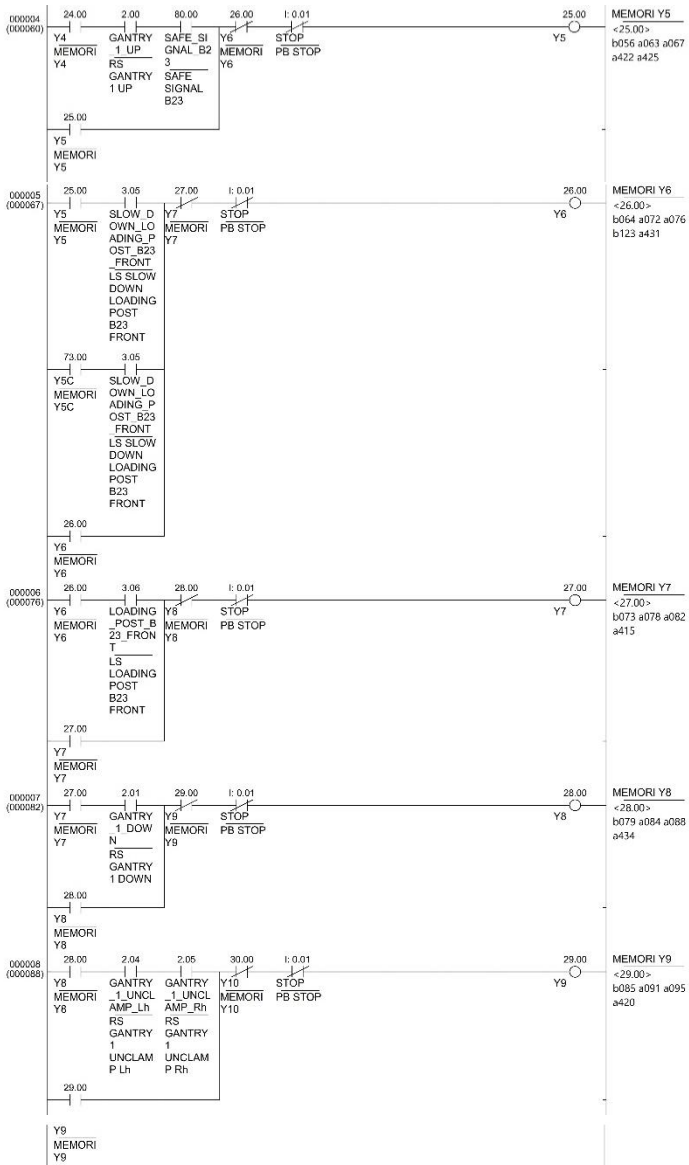
$$Y11 = CYL. B23 CLAMP$$

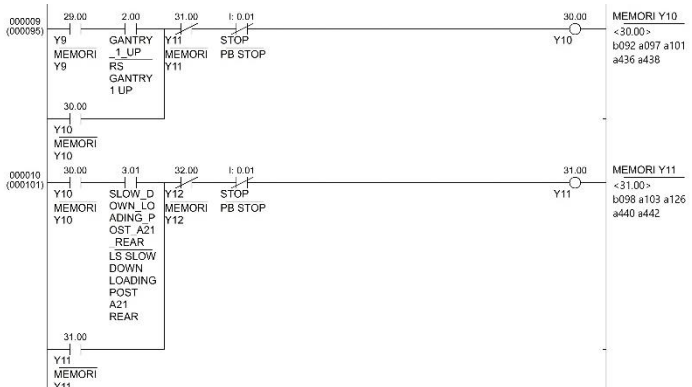
3.4. Pemrograman *Ladder Diagram*

Setelah mendapatkan *switching function* yang merupakan hasil konversi dari bentuk *sequence chart*, hal yang selanjutnya dilakukan adalah melakukan konversi *switching function* ke dalam bentuk *ladder diagram*. Seperti yang sudah dijelaskan pada landasan teori bahwa untuk penurunan *switching function* ke dalam bentuk *ladder diagram*, tanda * berarti seri, sementara untuk tanda + diartikan sebagai paralel. Untuk mempermudah konversi ke dalam bentuk *ladder diagram*, konversi *ladder diagram* dibagi menjadi kedalam dua sisi yang berbeda yakni sisi *input* dan sisi *output*. Berikut Gambar 3.27 dan Gambar 3.28 merupakan hasil dari konversi *ladder diagram* dari *switching function* baik dari sisi *input* maupun dari sisi *output*

A. Sisi Input

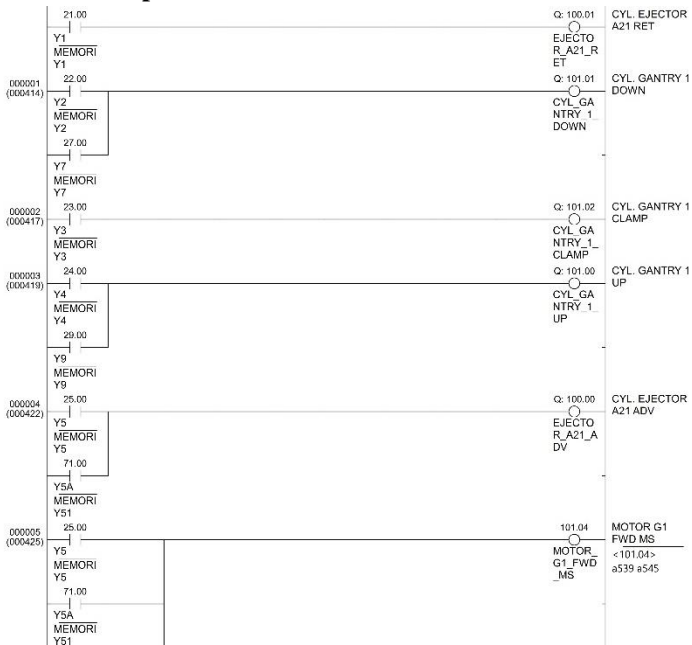


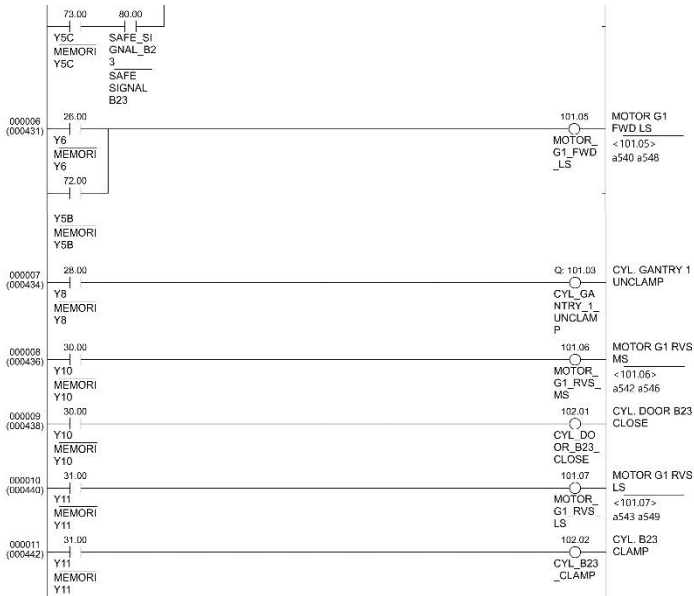




Gambar 3.27. Konversi Ladder Diagram Sisi Input Section 1

B. Sisi Output





Gambar 3.28. Konversi *Ladder Diagram Sisi Output Section I*

3.5. Perancangan HMI

Setelah melakukan konversi ke dalam bentuk ladder diagram, tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan *Human Machine Interface* (HMI) untuk memberikan gambaran dalam bentuk visualisasi dari *tapping and washing machine autoloader plant*. HMI juga diperlukan untuk melakukan pengujian simulasi sistem. Tampilan HMI dirancang menjadi enam halaman, yaitu halaman *main menu*, *full system*, *A21 machine*, *B23 machine*, *C2 machine*, dan *3D of C2*.

Halaman *main menu* merupakan halaman awal yang digunakan sebagai menu awal ketika proses pengoperasian HMI. Halaman *main menu* dapat terlihat pada Gambar 3.29. Pada *main menu*, terdapat beberapa keterangan seperti identitas pembuat HMI serta judul dari *plant tapping and washing machine autoloader*. Pada bagian bawah halaman terdapat beberapa *button* yang digunakan sebagai sarana untuk menuju halaman tertentu.

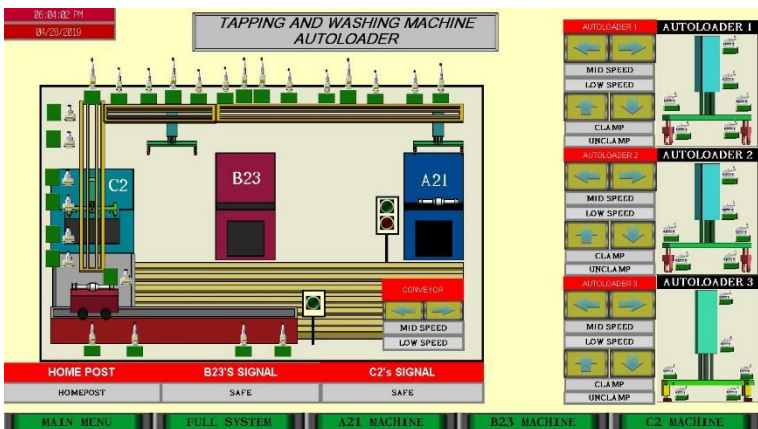
TAPPING AND WASHING MACHINE AUTOLOADER PLANT



FAJRI DZULFIQAR R
0711174500017

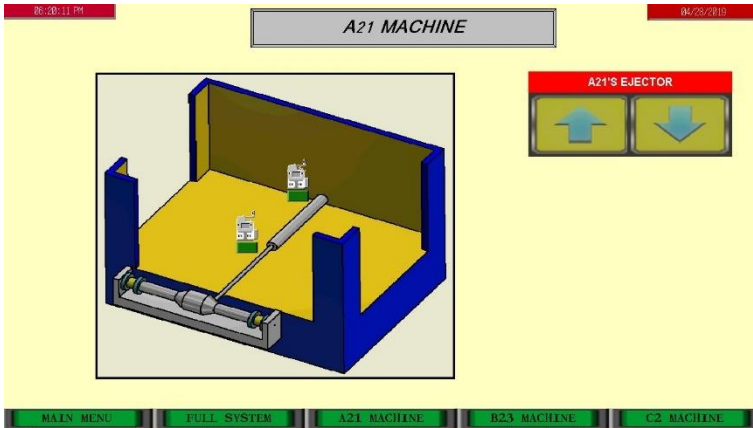


Gambar 3.29. Halaman *Main Menu*



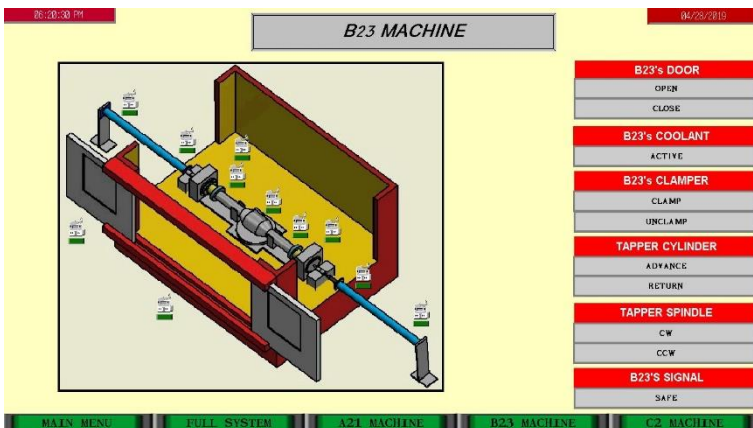
Gambar 3.30. Halaman *Full System*

Halaman *full system* pada Gambar 3.30. merupakan halaman yang menampilkan visualisasi sensor dan indikator aktuator secara kompleks dari keseluruhan sistem. Pada halaman *full system* terdapat beberapa *button input* dari seluruh sensor yang berada pada *line A21-conveyor*, *autoloader 1*, *autoloader 2*, *autoloader 3*, serta input *push button start*, *stop*, dan *return conveyor*. Selain *button input*, terdapat beberapa indikator berupa lampu yang menampilkan kondisi dari *autoloader 1*, *autoloader 2*, *autoloader 3*, konveyor, *home position*, serta *safe signal*.



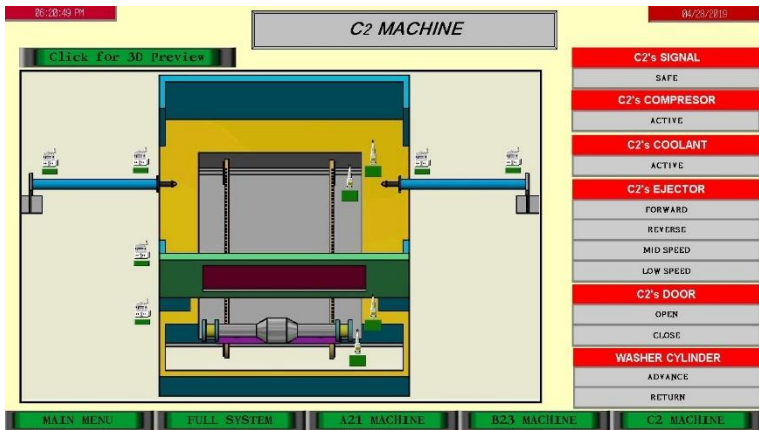
Gambar 3.31. Halaman A21 Machine

Halaman A21 machine merupakan halaman yang menampilkan visualisasi sensor dan indikator aktuatur yang terdapat pada mesin A21. Halaman A21 machine dapat dilihat pada Gambar 3.30. Pada halaman ini terlihat bahwa terdapat dua buah sensor yang digunakan untuk menyatakan posisi dari silinder *ejector* A21 serta dua buah *lamp* yang digunakan sebagai indikator pergerakan dari aktuatur berupa silinder *ejector* A21.



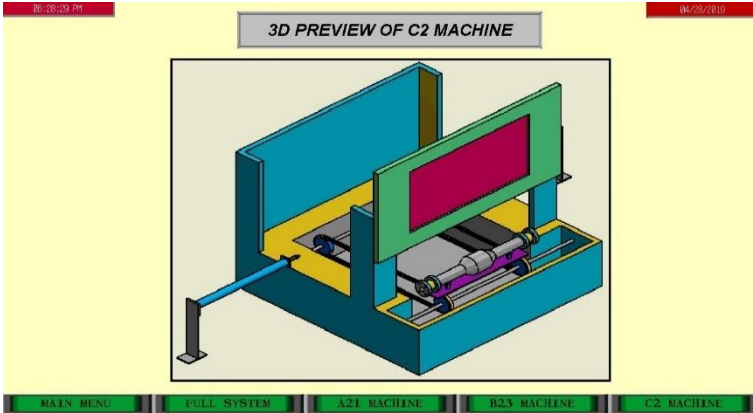
Gambar 3.32. Halaman B23 Machine

Halaman B23 *machine* merupakan halaman yang menampilkan visualisasi sensor dan indikator aktuatur yang terdapat pada mesin B23. Halaman B23 dapat terlihat pada Gambar 3.59. Pada Halaman ini terlihat beberapa visualisasi dari sensor yang memberi sinyal dari kondisi pintu, silinder, *clamp*, dan keberadaan benda kerja. Selain sensor terdapat beberapa indikator dari aktuatur seperti aktuatur pintu, *coolant*, *clamp*, silinder B23, *spindle B23* serta *safe signal B23*.



Gambar 3.33. Halaman C2 *Machine*

Halaman C2 *machine* pada Gambar 3.33. merupakan halaman yang menampilkan visualisasi sensor dan indikator aktuatur yang terdapat pada mesin C2. Pada Halaman ini terlihat beberapa visualisasi dari sensor yang memberi sinyal dari kondisi pintu, posisi *ejector*, serta posisi silinder *washing*. Selain sensor terdapat beberapa indikator dari aktuatur seperti aktuatur pintu, *compressor*, *coolant*, *ejector*, serta silinder *washer*. Sementara itu, Halaman 3D of C2 merupakan halaman yang menampilkan visualisasi 3D dari mesin C2. Halaman ini dapat dilihat pada Gambar 3.34.



Gambar 3.34. Halaman 3D of C2.

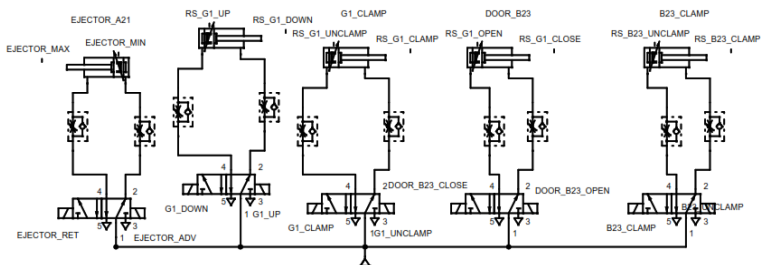
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

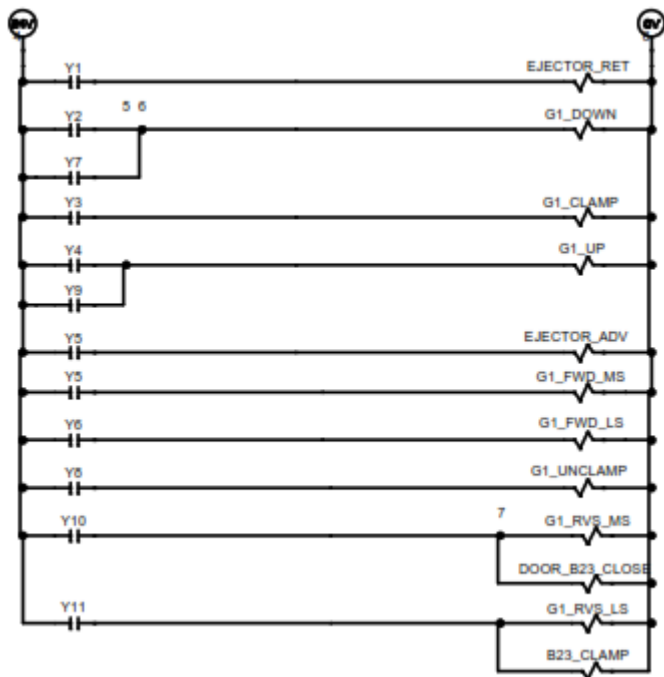
Pengujian dan Analisa dilakukan setelah perancangan kontruksi *ladder diagram* keseluruhan proses melalui konversi dengan metode *sequence chart* selesai dilakukan. Pada proses pengujian, dilakukan pengujian berdasarkan urutan langkah dari *ladder diagram tapping and washing machine autoloader plant* yang telah dirancang dengan menggunakan metode *sequence chart*. Kesesuaian langkah menjadi parameter utama dalam pengujian simulasi ini. Berikut merupakan validasi sistem, inisiasi sistem sebelum pengujian, pengujian sistem, serta hasil dari pengujian sistem.

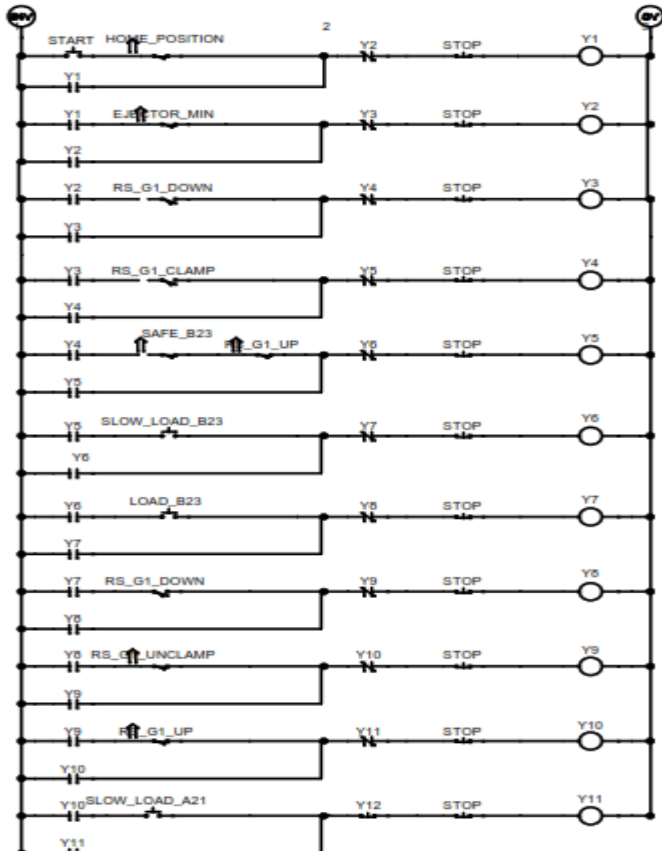
4.1. Validasi Sistem

Validasi sistem merupakan suatu tindakan pembuktian dimana hasil sistem yang telah dibuat dibandingkan untuk mengetahui apakah sistem tersebut sesuai atau tidak dengan alur proses yang diinginkan. Pada kasus ini, hasil pemodelan sistem dibandingkan dengan aplikasi simulasi FluidSIM-P (Pneumatik). Rangkaian elektrik pada aplikasi tersebut dirancang sesuai dengan *ladder diagram* yang dihasilkan dari pemodelan dengan menggunakan metode *sequence chart*. Rangkaian pneumatik pada aplikasi tersebut disesuaikan dengan keadaan *plant* yang sebenarnya Dengan menjalankan aplikasi tersebut, dapat didapatkan sebuah *sequence chart* yang dimana *sequence* tersebut dapat dijadikan sebagai acuan perbandingan apakah hasil *ladder diagram* sistem yang sudah dirancang dalam keadaan valid atau perlu adanya tindakan perbaikan pada perancangan tersebut. Gambar 4.1. merupakan wiring pneumatik dan Gambar 4.2 merupakan wiring elektrikal pada aplikasi Fluid-SIM.



Gambar 4.1. Wiring Pneumatik pada FluidSIM-P





Gambar 4.2. Wiring Electrical pada FluidSIM-P

Seperti yang telah dijelaskan, bahwa *wiring electrical* dan *wiring pneumatic* disesuaikan dengan model yang telah didapatkan. *Sequence chart* hasil simulasi FluidSIM-P menampilkan aksi dari start, stop dan keseluruhan output pada *section 1* sesuai dengan urutan langkah kerjanya. Gambar 4.3. merupakan perbandingan *sequence chart* hasil dari simulasi program FluidSIM-P dengan *sequence chart* sesuai model awal.

Tabel 4.1 merupakan perbandingan antara *sequence chart* perancangan awal dan *sequence chart* hasil simulasi FluidSIM-P, tabel tersebut didapatkan berdasarkan perbandingan pada **Gambar 4.3**.

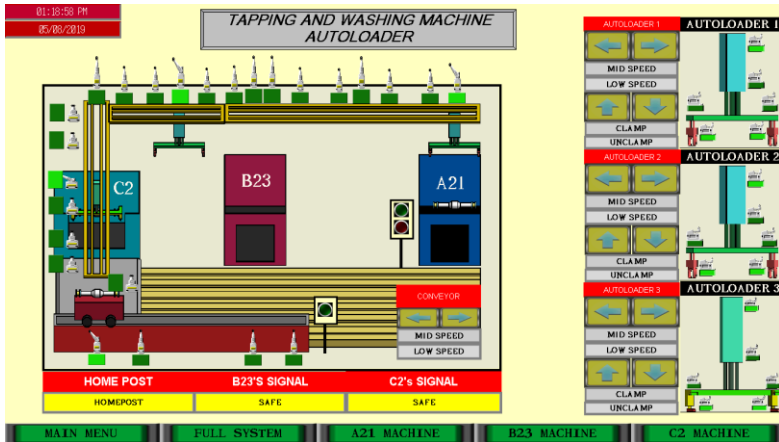
Tabel 4.1. Tabel Validasi Sistem *Section 1*

No	Sisi Output	Kesesuaian
1	<i>Silinder Ejector A21 Return</i>	Sesuai
2	<i>Autoloader 1 Down</i>	Sesuai
3	<i>Autoloader 1 Clamping</i>	Sesuai
4	<i>Autoloader 1 Up</i>	Sesuai
5	<i>Autoloader 1 Forward High Speed And Ejector A21 Advance</i>	Sesuai
6	<i>Autoloader 1 Forward Low Speed</i>	Sesuai
7	<i>Autoloder 1 Down</i>	Sesuai
8	<i>Autoloader 1 Unclamping RH dan LH</i>	Sesuai
9	<i>Autoloader 1 Up</i>	Sesuai
10	<i>Autoloader 1 Reverse High Speed And Cyl. B23 Door Closing</i>	Sesuai
11	<i>Autoloader 1 Reverse Low Speed And B23 Cyl. Clamping</i>	Sesuai

Dari hasil perbandingan antara *sequence chart* hasil simulasi FluidSIM-P dengan *sequence chart* sesuai dengan pemodelan awal terlihat bahwa kedua *sequence chart* tersebut memiliki alur proses / *sequence* yang sama, sehingga dapat ditarik **kesimpulan bahwa sistem yang telah dirancang tersebut sudah valid.**

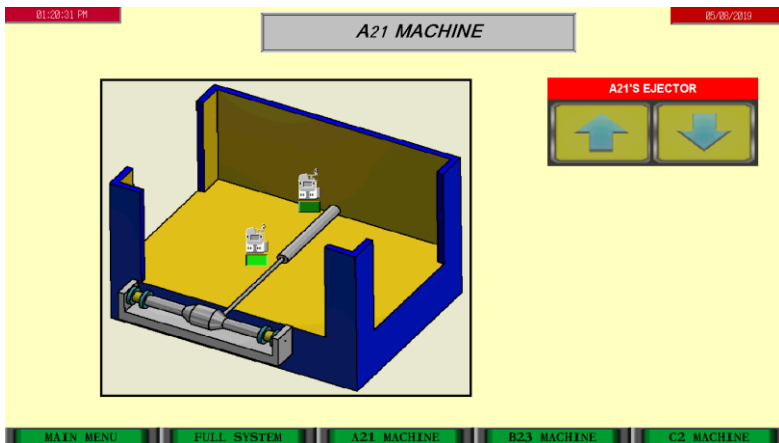
4.2. Inisialisasi Sistem

Sebelum melakukan proses pengujian pada sistem, hal yang perlu dilakukan pertama adalah menghubungkan perangkat PLC dengan komputer. Setelah menghubungkan *software* terkait dengan PLC, langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan inisialisasi kondisi awal mesin pada HMI. Hal tersebut diperlukan agar simulasi dapat berjalan dengan sebagaimana mestinya. Berikut merupakan visualisasi dari inisialisasi kondisi awal.



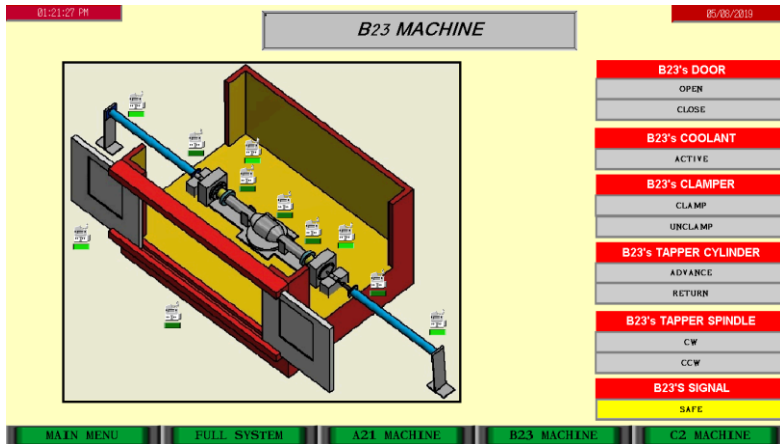
Gambar 4.4. Inisialisasi Kondisi Awal Halaman *Full System*

Pada halaman *full system* seperti pada gambar **Gambar 4.4.** terlihat bahwa kondisi mesin sudah sesuai dengan inisialisasi awal. Hal ini terlihat dengan posisi *autoloader 1*, *autoloader 2*, *autoloader 3*, serta konveyor berada di *home position*. Selain itu seluruh *autoloader* berada diposisi atas dan silinder *autoloader* tidak dalam posisi mencekam.



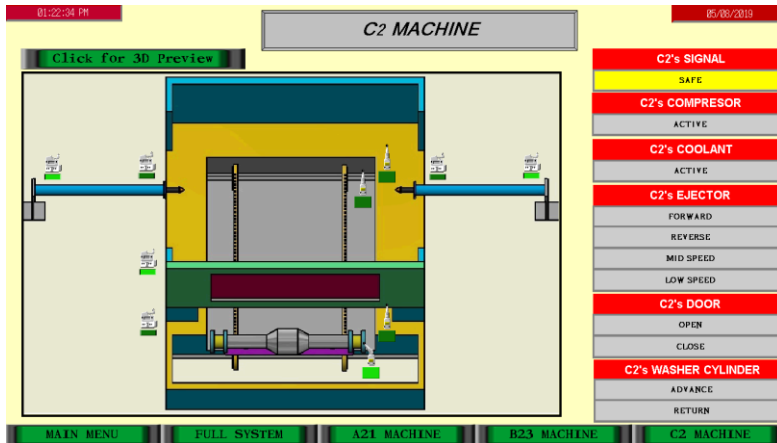
Gambar 4.5. Inisialisasi Kondisi Awal Halaman *A21 Machine*

Berdasarkan hasil tinjau halaman *A21 Machine* seperti pada **Gambar 4.5**, terlihat bahwa kondisi mesin sudah sesuai inialisasi kondisi awal dengan posisi *ejector A21* berada pada posisi maksimum.



Gambar 4.6. Inialisasi Kondisi Awal Halaman *B23 Machine*

Untuk halaman *B23 Machine* seperti yang ditampilkan pada **Gambar 4.6**, terlihat bahwa kondisi mesin sudah sesuai inialisasi awal. Hal ini terlihat dengan pintu mesin B23 yang terbuka, silinder *spindle* kiri dan kanan berada di posisi minimum, serta *clamp B23* dalam kondisi tidak mencekam. Sementara itu, untuk halaman *C2 Machine* yang terlihat pada **Gambar 4.7**, sudah sesuai dengan inialisasi kondisi awal mesin. Hal ini terlihat dengan keadaan pintu mesin C2 yang terbuka, dan *ejector washing C2* berada di posisi minimum.



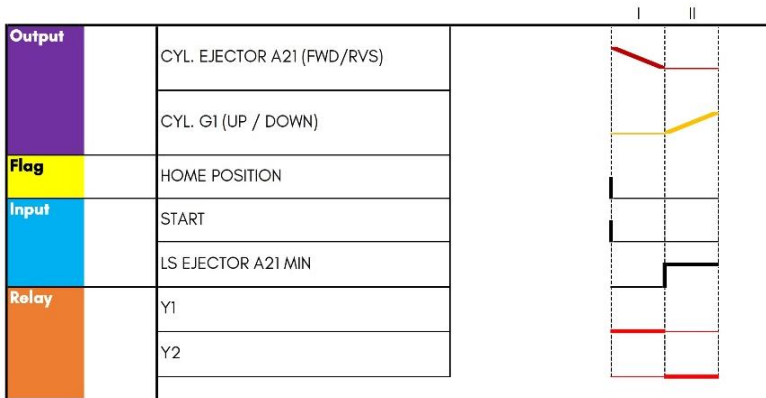
Gambar 4.7. Inisialisasi Kondisi Awal Halaman C2 Machine

4.3. Pengujian Sistem

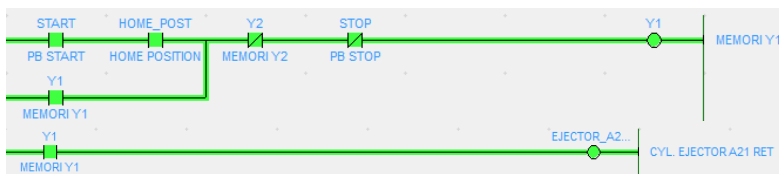
Berdasarkan proses kontruksi *ladder diagram* pada bab sebelumnya, pengujian dapat dilakukan bertahap sesuai dengan urutan langkah kerjanya. Berikut merupakan hasil uji sistem pada *section 1* (kondisi *safe signal B23* aman).

a) Relay Y1

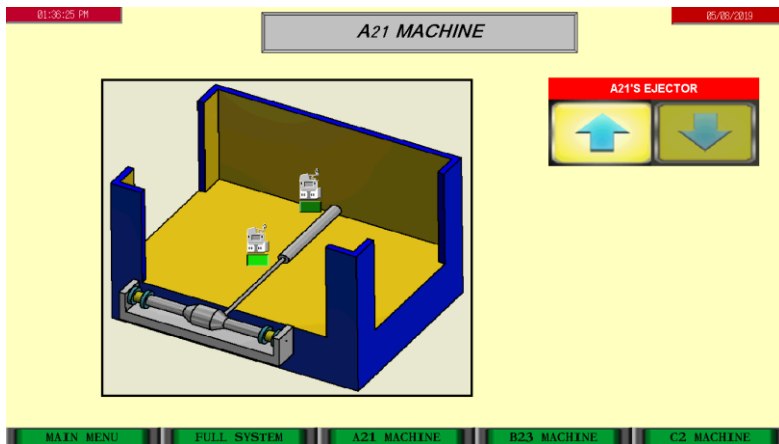
Setelah mesin dipastikan dalam kondisi *home position*, ketika tombol *start* ditekan maka *relay Y1* akan aktif dan menyebabkan *ejector* mesin A21 yang membawa benda kerja mundur ke posisi minimum. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.8 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.9 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.10. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y1.



Gambar 4.8. Sequence Chart Relay Y1



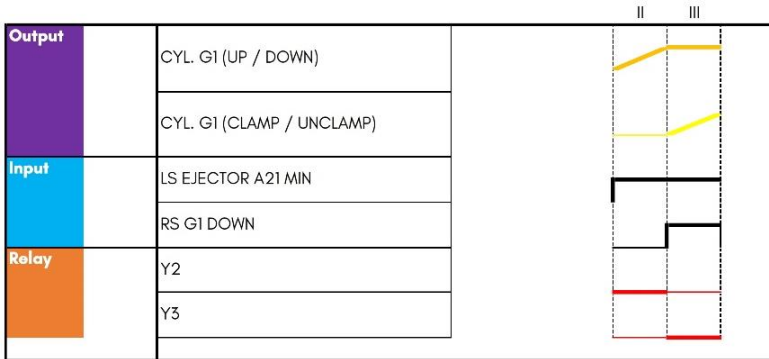
Gambar 4.9. Pengujian Relay Y1 pada CX-Programmer



Gambar 4.10. Pengujian Relay Y1 pada CX-Designer

b) *Relay Y2*

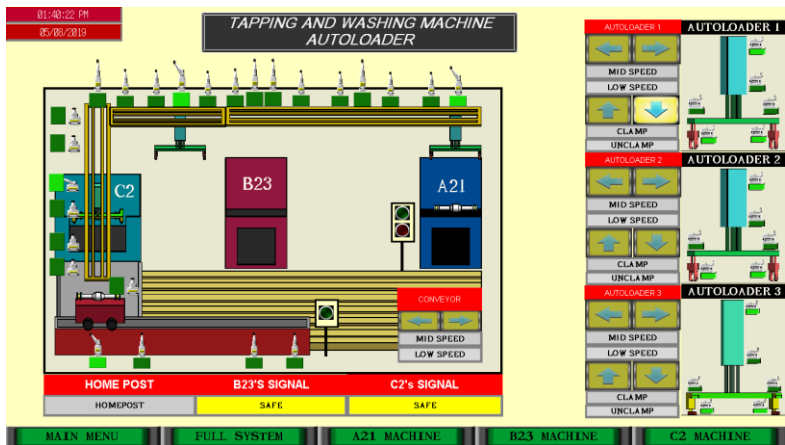
Setelah *ejector* mesin A21 dipastikan berada pada posisi minimumnya, maka *relay* Y2 akan aktif dan memutus *relay* Y1. *Relay* Y2 yang aktif menyebabkan silinder *autoloader* 1 turun hingga mencapai posisi maksimum piston silindernya. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.11. dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.12. dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.13. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk *relay* Y2.



Gambar 4.11. Sequence Chart Relay Y2



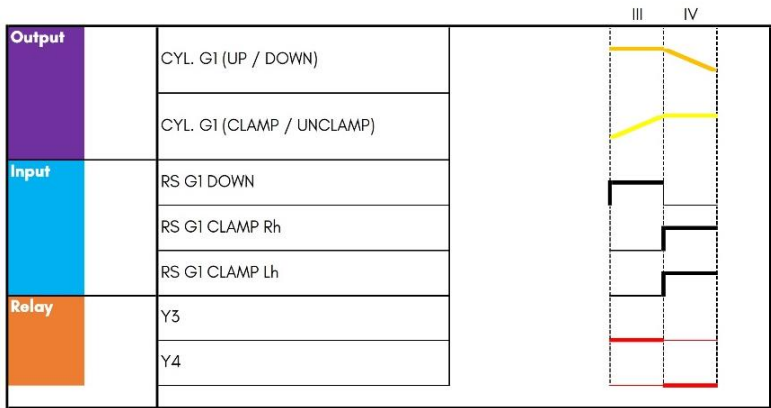
Gambar 4.12. Pengujian Relay Y2 pada CX-Programmer



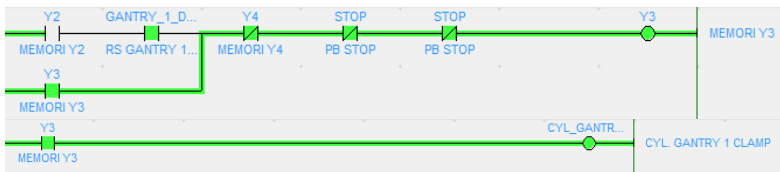
Gambar 4.13. Pengujian Relay Y2 pada CX-Designer

c) *Relay Y3*

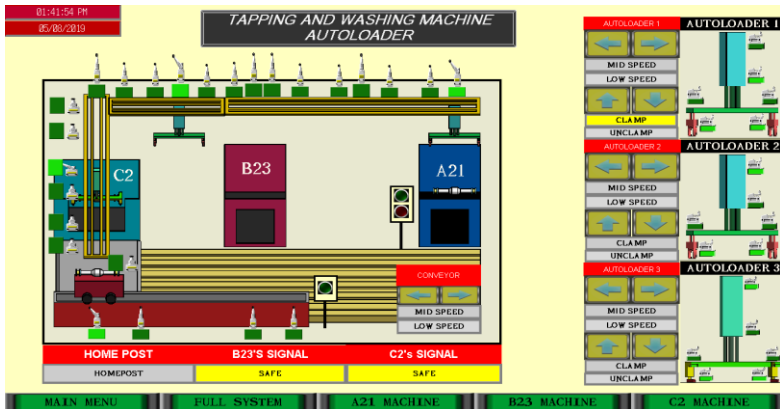
Setelah silinder *autoloader* 1 dipastikan pada posisi minimumnya, maka *relay Y3* akan aktif dan memutuskan *relay Y2*. *Relay Y3* yang aktif menyebabkan silinder *G1 clamp* mencekam benda kerja hingga mencapai posisi silinder *G1 clamp* pada posisi mencekam. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.14. dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.15. dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.16. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y3.



Gambar 4.14. Sequence Chart Relay Y3



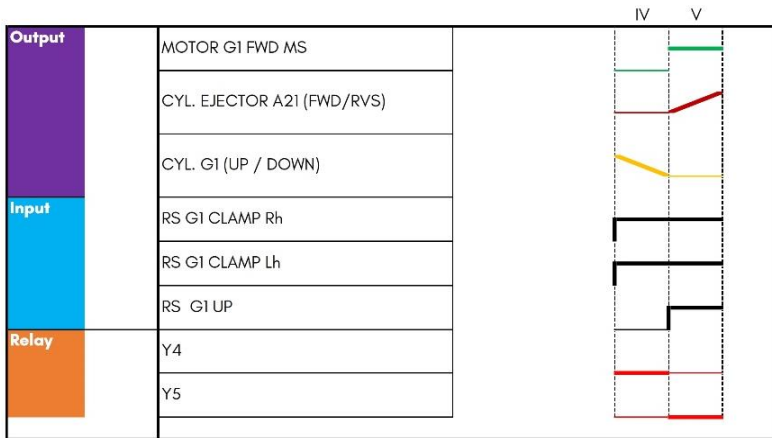
Gambar 4.15. Pengujian Relay Y3 pada CX-Programmer



Gambar 4.16. Pengujian Relay Y3 pada CX-Designer

d) *Relay Y4*

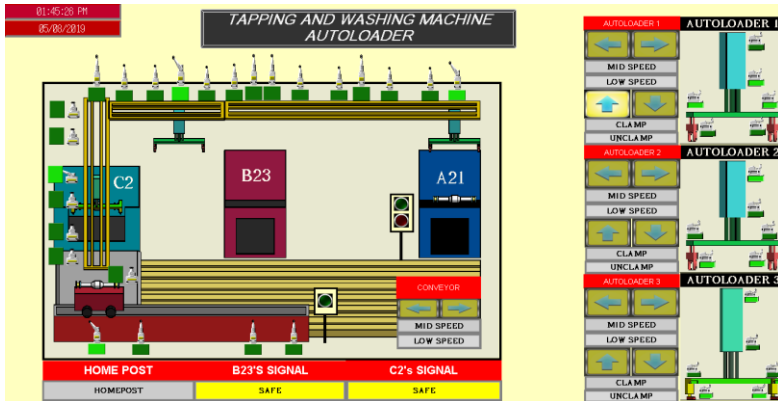
Setelah silinder *clamp* G1 dipastikan pada posisi *clamp*, maka *relay* Y4 akan aktif dan memutus *relay* Y3. *Relay* Y4 yang aktif menyebabkan silinder G1 naik hingga mencapai posisi minimum piston silindernya. Dari hasil pengujian dengan cara yang sama seperti pada *relay* sebelumnya, didapatkan bahwa hasil pemodelan *relay* Y4 sudah sesuai dengan pemodelan awal.



Gambar 4.17. Sequence Chart Relay Y4



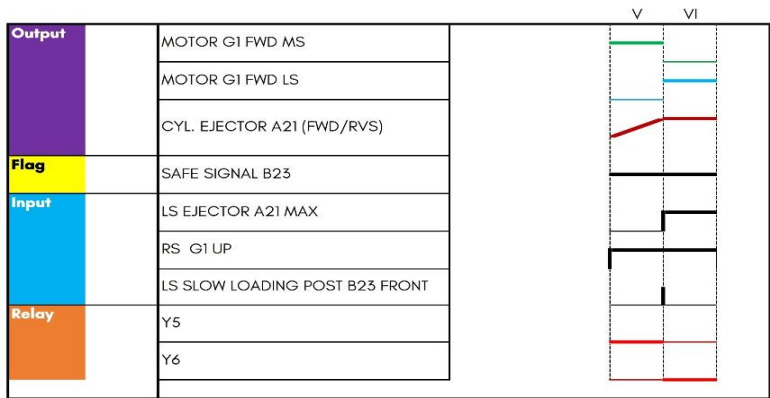
Gambar 4.18. Pengujian Relay Y4 pada CX-Programmer



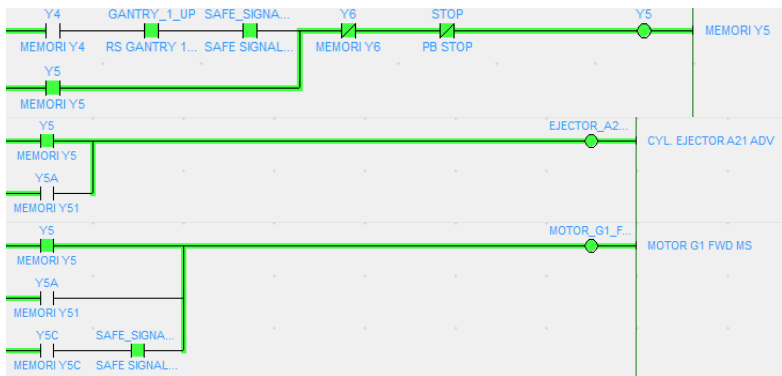
Gambar 4.19. Pengujian Relay Y4 pada CX-Designer

e) *Relay Y5*

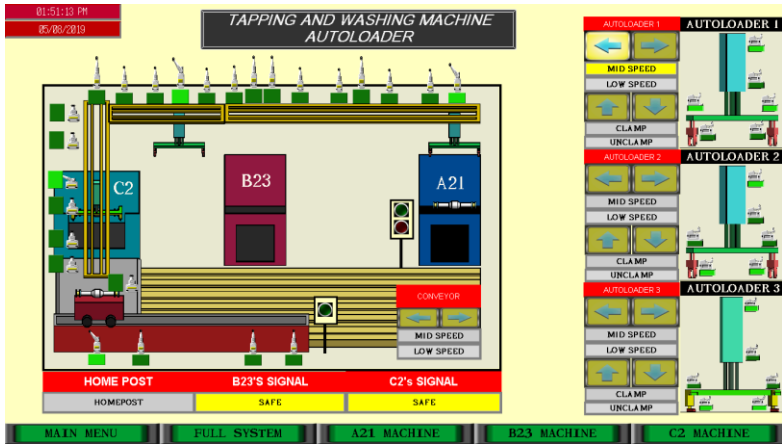
Setelah piston silinder naik G1 dipastikan pada posisi minimumnya atau *autoloader* berada di posisi atas dan *safe signal B23* berada pada posisi aman, maka *relay Y5* akan aktif dan memutus *relay Y4*. *Relay Y5* yang aktif menyebabkan silinder *ejector* mesin A21 maju hingga posisi maksimumnya dan motor bergerak *forward* dengan kecepatan sedang sehingga *autoloader 1* bergerak maju kearah mesin B23 hingga mencapai posisi *slow loading post B23 front*. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.11 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.12 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.13. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y5.



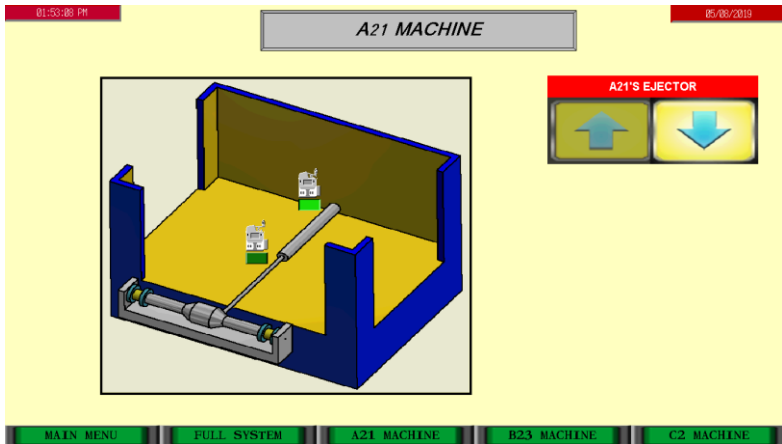
Gambar 4.20. Sequence Chart Relay Y5



Gambar 4.21. Pengujian Relay Y5 pada CX-Programmer



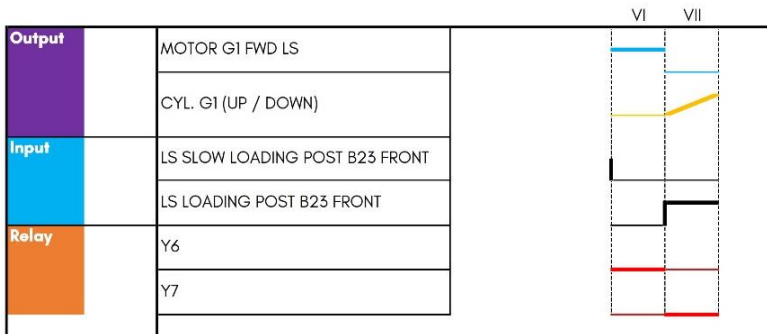
Gambar 4.22. Pengujian Relay Y5 pada CX-Designer



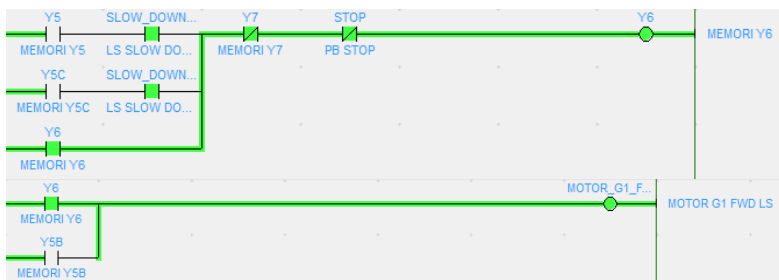
Gambar 4.23. Pengujian Relay Y5 pada CX-Designer

f) *Relay Y6*

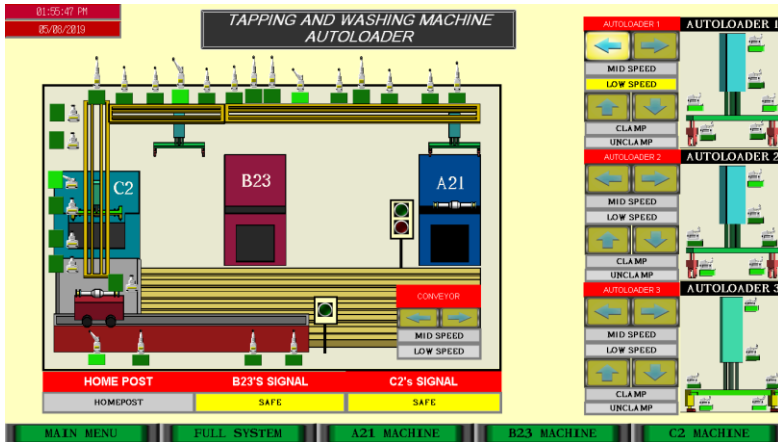
Setelah *autoloader* 1 dipastikan pada posisi *slow loading post B23 front*, maka *relay* Y6 akan aktif dan memutuskan *relay* Y5. *Relay* Y6 yang aktif menyebabkan motor bergerak *forward* dengan kecepatan rendah sehingga *autoloader* 1 bergerak maju ke arah mesin B23 hingga mencapai posisi *loading post B23 front*. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.11 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.12 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.13. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk *relay* Y6.



Gambar 4.24. Sequence Chart Relay Y6



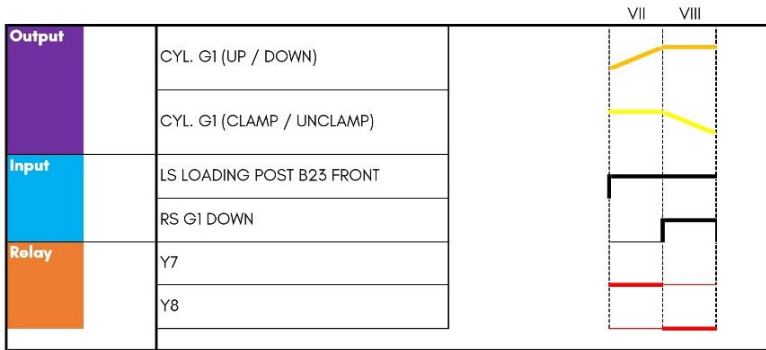
Gambar 4.25. Pengujian Relay Y6 pada CX-Programmer



Gambar 4.26. Pengujian Relay Y6 pada CX-Designer

g) *Relay Y7*

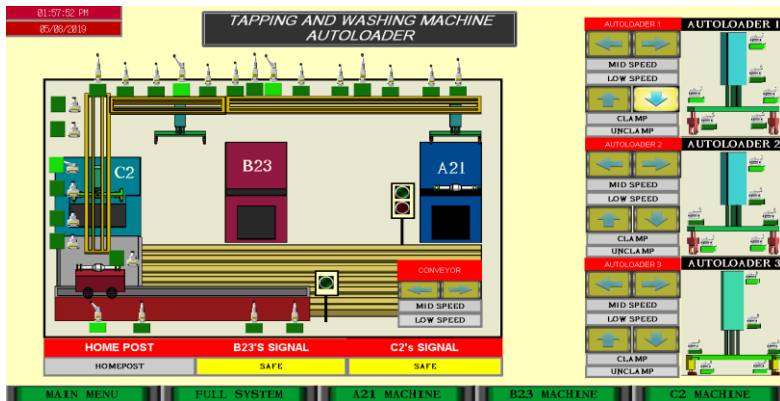
Setelah *autoloader* 1 dipastikan pada posisi *loading post B23 rear*, maka *relay Y7* akan aktif dan memutus *relay Y6*. *Relay Y7* yang aktif menyebabkan *autoloader* 1 turun hingga mencapai posisi maksimum piston silindernya. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.27 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.28 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.29. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk *relay Y7*.



Gambar 4.27. Sequence Chart Relay Y7



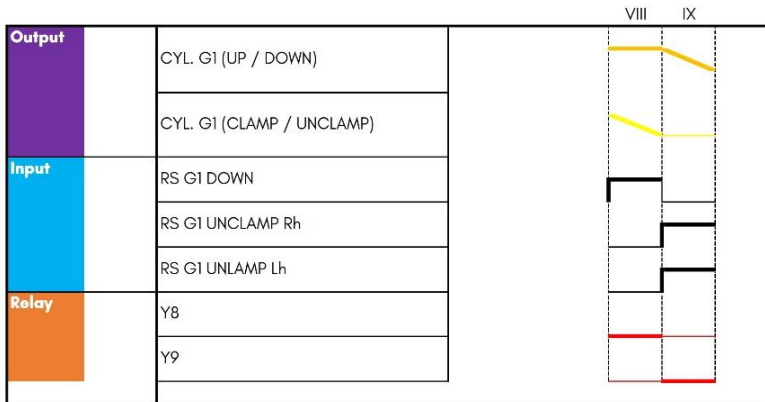
Gambar 4.28. Pengujian Relay Y7 pada CX-Programmer



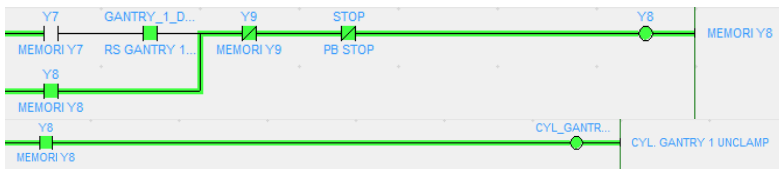
Gambar 4.29. Pengujian Relay Y7 pada CX-Designer

h) *Relay Y8*

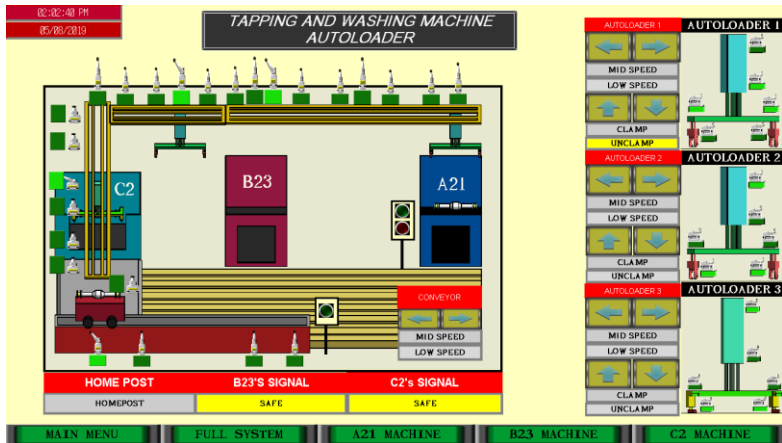
Setelah silinder turun *autoloader 1* dipastikan pada posisi maksimum pistonnya, maka *relay Y8* akan aktif dan memutuskan *relay Y7*. *Relay Y8* yang aktif menyebabkan silinder *clamp G1* akan ke posisi *unclamp* hingga mencapai posisi minimum piston silinder cekamnya. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.30. dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.31. dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.32. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y8.



Gambar 4.30. Sequence Chart Relay Y8



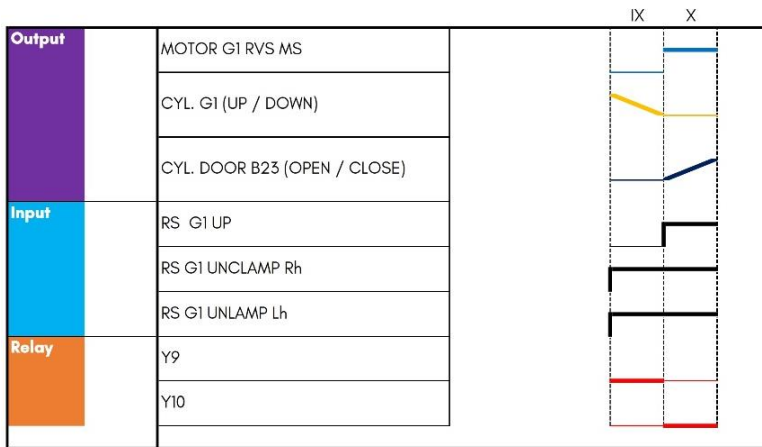
Gambar 4.31. Pengujian Relay Y8 pada CX-Programmer



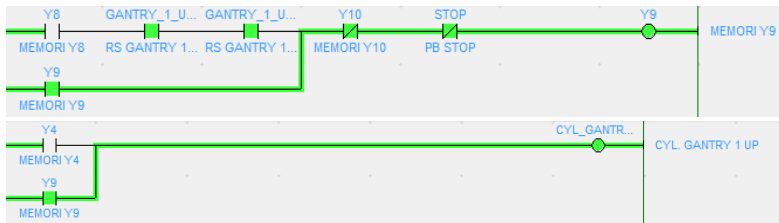
Gambar 4.32. Pengujian Relay Y8 pada CX-Designer

i) *Relay Y9*

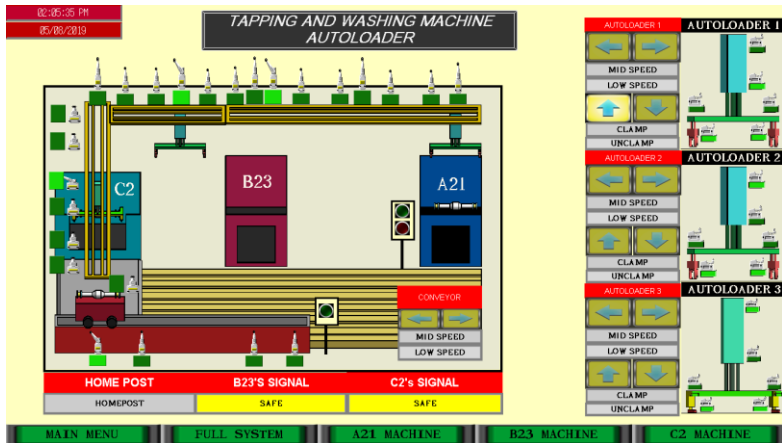
Setelah silinder *clamp* G1 dipastikan pada posisi minimum piston *clamp*nya, maka *relay* Y9 akan aktif dan memutus *relay* Y8. *Relay* Y9 yang aktif menyebabkan *autoloader* 1 naik ke posisi minimum piston silinder naiknya atau *autoloader* berada di posisi atas. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.33. dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.34. dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.35. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk *relay* Y9.



Gambar 4.33. Sequence Chart Relay Y9



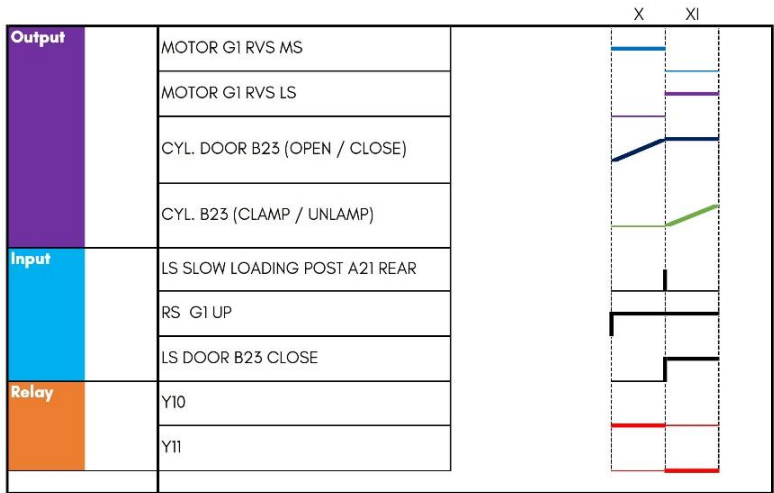
Gambar 4.34. Pengujian Relay Y9 pada CX-Programmer



Gambar 4.35. Pengujian Relay Y9 pada CX-Designer

j) *Relay Y10*

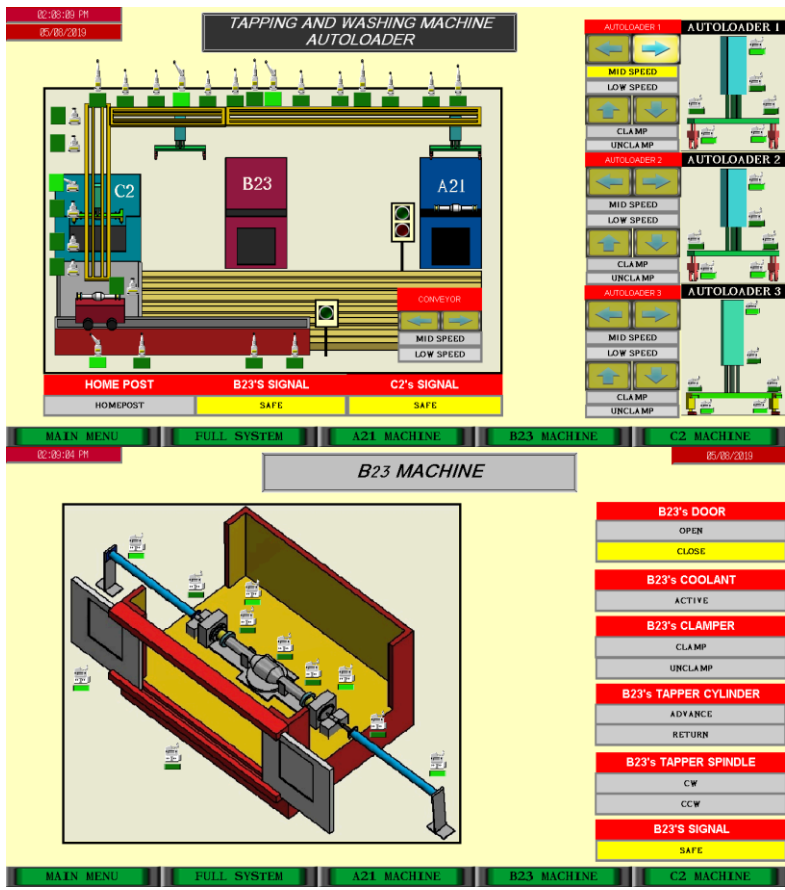
Setelah silinder naik *autoloader 1* dipastikan pada posisi minimum pistonnya atau berada *autoloader* berada di posisi atas, maka *relay Y10* akan aktif dan memutuskan *relay Y9*. *Relay Y10* yang aktif menyebabkan silinder pintu mesin B23 akan maju hingga pintu ke kondisi tertutup dan motor *autoloader 1* akan bergerak *reverse* dengan kecepatan sedang sehingga *autoloader 1* bergerak mundur ke arah mesin A21 hingga mencapai posisi *slow loading post A21 rear*. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.36 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.37 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.38. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y10.



Gambar 4.36. Sequence Chart Relay Y10



Gambar 4.37. Pengujian Relay Y10 pada CX-Programmer

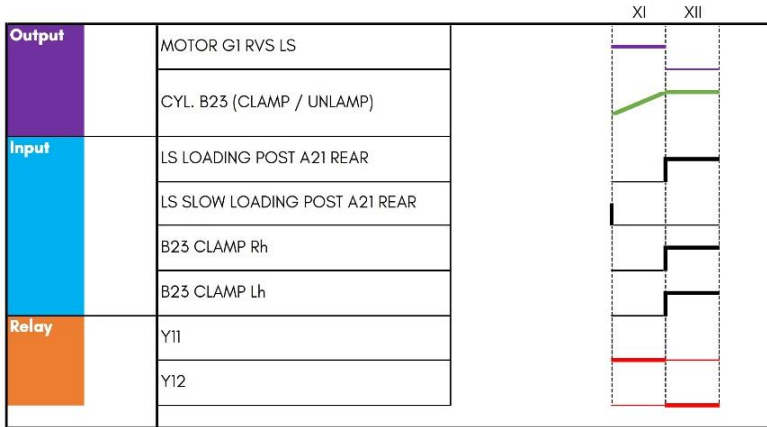


Gambar 4.38. Pengujian Relay Y10 pada CX-Designer

k) Relay Y11

Setelah *autoloader* 1 dipastikan pada posisi *slow loading post* A21 rear, maka *relay* Y11 akan aktif dan memutuskan *relay* Y10. *Relay* Y11 yang aktif menyebabkan silinder *clamp* B23 akan maju hingga mencapai posisi mencekam dan motor *autoloader* akan bergerak *reverse* dengan kecepatan sedang sehingga *autoloader* 1 bergerak mundur ke arah mesin A21 hingga mencapai posisi *loading post* A21 rear. Untuk membuktikan kesesuaian hasil pemodelan dengan pemodelan awal, dibuktikan dengan

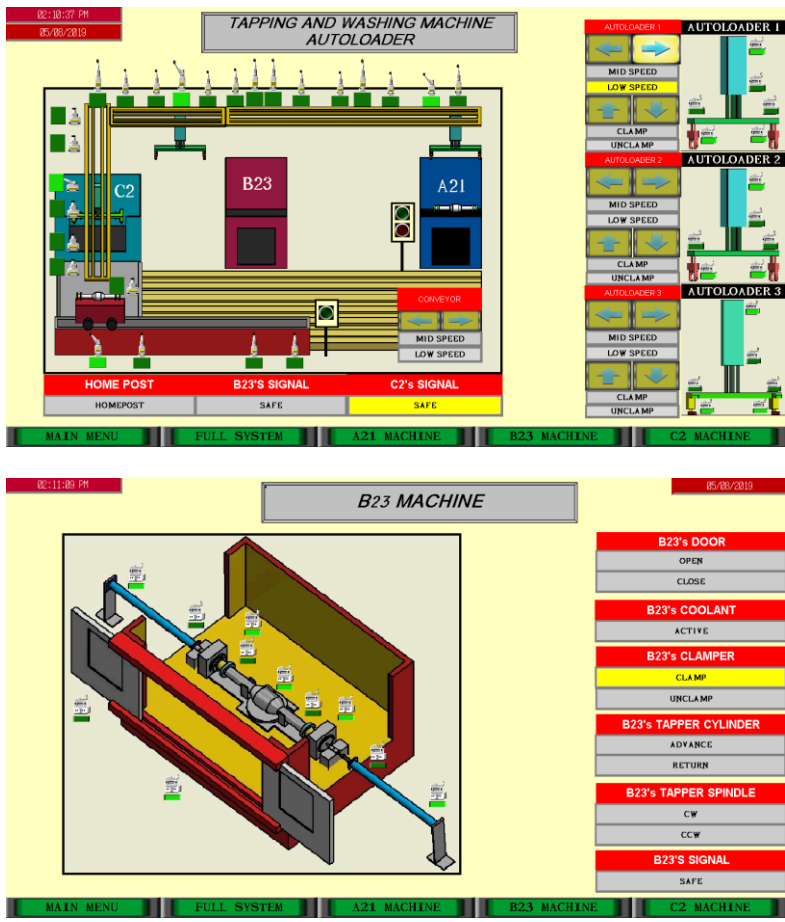
memperhatikan kesesuaian antara *sequence chart* pemodelan awal yang terdapat pada Gambar 4.39 dengan hasil simulasi yang mengintegrasikan antara aplikasi CX-Programmer pada Gambar 4.40 dan aplikasi CX-Designer pada Gambar 4.41. Dari hasil pengujian ini, didapatkan bahwa hasil pemodelan sudah sesuai dengan pemodelan awal untuk relay Y11.



Gambar 4.39. Sequence Chart Relay Y11



Gambar 4.40. Pengujian Relay Y11 pada CX-Programmer



Gambar 4.41. Pengujian Relay Y11 pada CX-Designer

4.4. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan secara keseluruhan untuk memastikan apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan pemodelan awal atau tidak. Berikut merupakan hasil pengujian section 1, serta pengujian keseluruhan sistem yang dilengkapi dengan waktu uji dari keseluruhan sistem.

4.4.1. Pengujian Section 1

Dari hasil pengujian alur proses *section 1* yang telah dilakukan dengan cara simulasi pada program CX-Designer dan CX-Programmer yang dihubungkan dengan PLC didapatkan data pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sistem *Section 1*

No	Sisi Input	Sisi Output	Hasil
1	Relay 1	Silinder Ejector A21 Return	✓
2	Relay 2	Autoloader 1 Down	✓
3	Relay 3	Autoloader 1 Clamping	✓
4	Relay 4	Autoloader 1 Up	✓
5	Relay 5	Autoloader 1 Forward High Speed And Ejector A21 Advance	✓
6	Relay 6	Autoloader 1 Forward Low Speed	✓
7	Relay 7	Autoloader 1 Down	✓
8	Relay 8	Autoloader 1 Unclamping RH dan LH	✓
9	Relay 9	Autoloader 1 Up	✓
10	Relay 10	Autoloader 1 Reverse High Speed And Cyl. B23 Door Closing	✓
11	Relay 11	Autoloader 1 Reverse Low Speed And B23 Cyl. Clamping	✓

Dari hasil pengujian alur proses diatas, dapat disimpulkan bahwa program *ladder diagram* dengan menggunakan pemodelan *sequence chart* dapat berjalan sesuai dengan alur proses yang diinginkan pada dengan cara simulasi antara aplikasi CX-Designer dan CX-Programmer yang dihubungkan dengan PLC.

4.4.2. Pengujian Keseluruhan dan Waktu Uji

Selain melakukan pengujian pada *section 1*, pengujian keseluruhan juga dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan cara yang sama seperti pengujian sebelumnya untuk memastikan bahwa keseluruhan hasil pemodelan dengan menggunakan metode *sequence chart* sudah sesuai dengan alur proses yang diinginkan. Berikut **Tabel 4.3.** merupakan tabel yang berisikan mengenai hasil dari pengujian dari sistem tersebut

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pengujian Ke-	Section 1	Section 2	Section 3	Waktu Uji
1	✓	✓	✓	4m 28s
2	✓	✓	✓	3m 30s
3	✓	✓	✓	3m 28s
4	✓	✓	✓	3m 36s
5	✓	✓	✓	3m 32s
6	✓	✓	✓	3m 50s
7	✓	✓	✓	3m 43s
8	✓	✓	✓	3m 39s
9	✓	✓	✓	3m 32s
10	✓	✓	✓	3m 55s

Dari hasil pengujian keseluruhan sistem secara virtual yang dapat dilihat pada Tabel 4.3., dapat disimpulkan bahwa keseluruhan hasil pemodelan sistem dengan menggunakan *sequence chart* dapat berjalan dengan baik tanpa kendala sesuai dengan urutan langkah kerjanya dengan rata-rata satu kali pengujian menghabiskan waktu sekitar 3 menit 33 detik. Waktu tersebut tidak mewakili waktu sebenarnya dari proses yang terjadi pada *plant*.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapat dengan cara meninjau hasil dari pemodelan, validasi dan pengujian model tersebut.

- a) Hasil pemodelan *tapping and washing machine autoloader plant* dengan metode *sequence chart* dapat berjalan sesuai dengan pemodelan awal serta valid sesuai hasil pengujian.
- b) *Tapping and washing machine autoloader* terdiri dari 57 aksi atau *sequence* yang didukung oleh 69 *input*, dan 53 *output*.
- c) Besar program CX-Programmer yang dihasilkan memiliki ukuran 26 Kb serta program C-Designer yang dihasilkan memiliki ukuran 10 Mb.
- d) Diagram *ladder* seluruh proses *tapping and washing machine autoloader plant* terdiri dari 111 *rung*. 3 *rung* inisiasi, 58 *rung input* proses, dan 50 *rung* untuk *output* (aktuator).
- e) Untuk mendukung proses, digunakan 2 buah *timer* dan 1 buah *counter*.
- f) Diperlukan PLC tipe *modular* dengan fasilitas *input* dan *output* yang memadai untuk melakukan implementasi pada *tapping and washing machine autoloader plant*.

5.2. Saran

- a) Untuk mengetahui metode mana yang paling efektif dan efisien dalam pemodelan *tapping and washing machine autoloader plant*, hasil dari desain *ladder diagram* dengan metode *sequence chart* dapat dibandingkan dengan metode lain.
- b) Untuk mendapatkan ilmu yang lebih, akan jauh lebih baik jika mengimplementasikan langsung pada *tapping and washing machine autoloader plant*.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrazaq A, "Jurnal Sensor dan Pengaplikasiannya," Januari 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/312914760_Jurnal_-_Sensor_dan_Pengaplikasiannya [Accessed 2 Juli 2019].
- [2] PULSET, "Limit switch roller level arm," 2017. [Online]. Available: <https://www.pulset.com.au/limit-switch-roller-lever-arm.html>
- [3] FESTO, "SMT-10G-NS-24V-E-0," [Online]. Available: <http://www.innovestengineering.com/product/festo-smt-10g-ns-24v-e-03q-m8dnpn-proximity-sensor-pneumatic-position-detector-ip65-ip68/>
- [4] Eugene C. Lister. 1997. Mesin Dan Rangkaian Listrik. Penerbit Erlangga
- [5] TEKKINDO, "Foot Mounted 3 Phase Squirrel Cage Induction Motors," 2019. [Online]. Available: <https://tekkindo.com/products/list/14bg-motors/>
- [6] Wirawan, Pramono, "Bahan Ajar Pneumatik-Hidrolik, "Universitas Negeri Semarang", Semarang.
- [7] FESTO, " VUVG-L10-T32C-AT-M5-1P3 Solenoid Valve," [Online]. Available: <https://datasheets.globalspec.com/ds/2609/Festo/121FD73B-9ACD-492A-8699-8CCA2D3A53FF>
- [8] Moser Engineering, "12 Bolt Rear End," [Online]. Available: <https://www.spohn.net/shop/Rear-End-Drivetrain/Rear-End-Drivetrain-GM/1955-1957-Chevy/Moser-Engineering-Rear-Ends-Drivetrain-Parts/Moser-Engineering-12-Bolt-Rear-End.html>
- [9] Petruzella, Frank D. 2017. Programmable Logic Controllers, Fifth Edition. New York. McGraw-Hill Education.
- [10] OMRON. SYSMAC CP1L/CP1E Introduction Manual Book.
- [11] Hanssen, Dag Hakon. 2015. Programmable Logic Controller: A Practical Approach to IEC 61131-3 using CODESYS. United Kingdom. John Wiley & Sons.

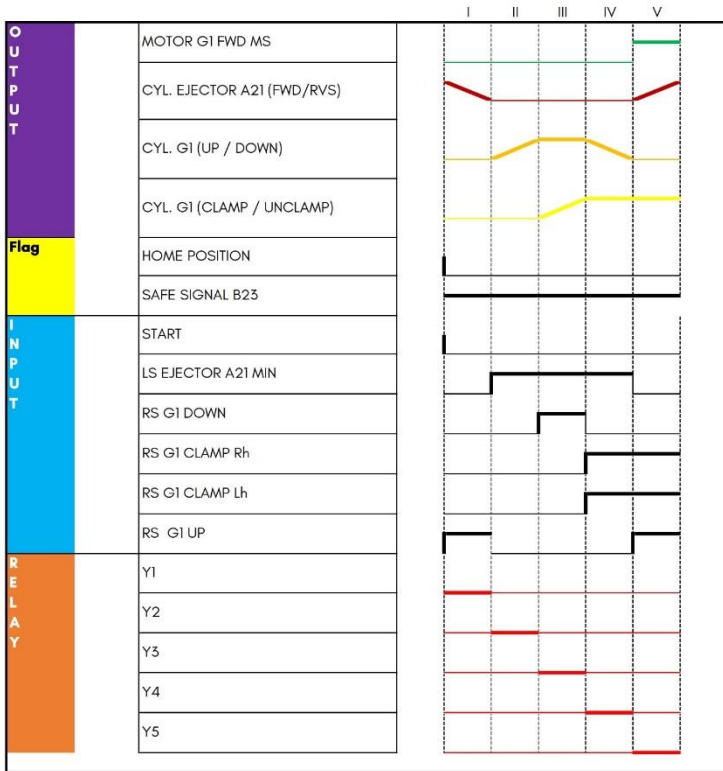
- [12] D.W. Persen. 1989. Industrial Automation: Circuit Design and Components. Israel. John Wiley & Son.

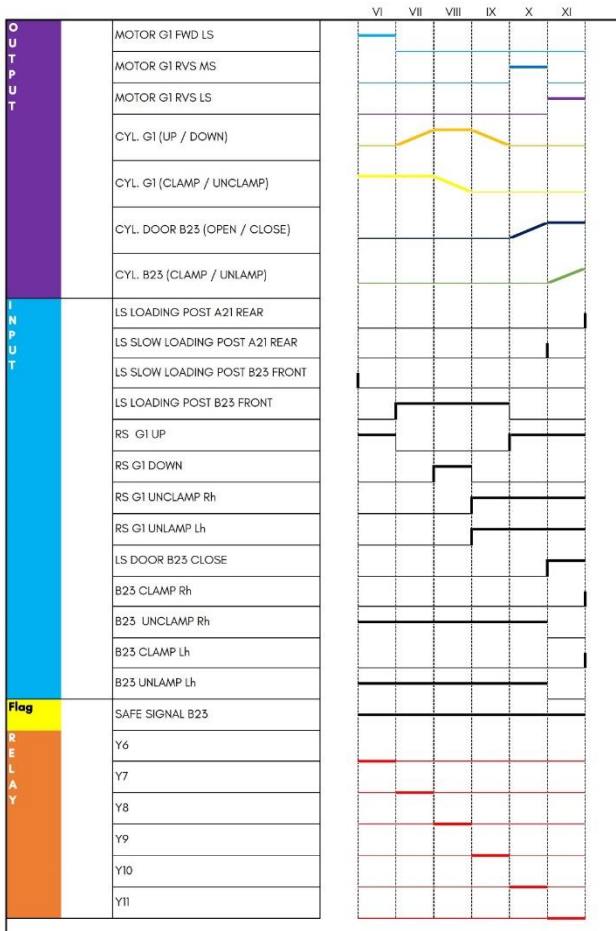
LAMPIRAN

- 1. Model Sequence Chart**
- 2. Switching Funtion**
- 3. Addressing Ladder Diagram PLC**
- 4. PLC *Ladder Diagram***

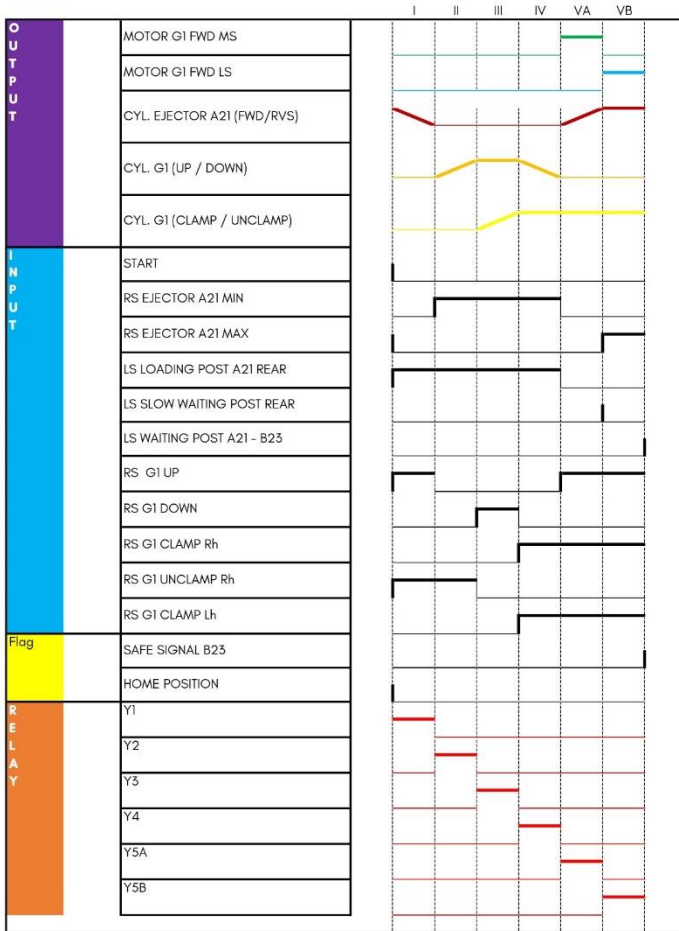
[Halaman ini sengaja dikosongkan]

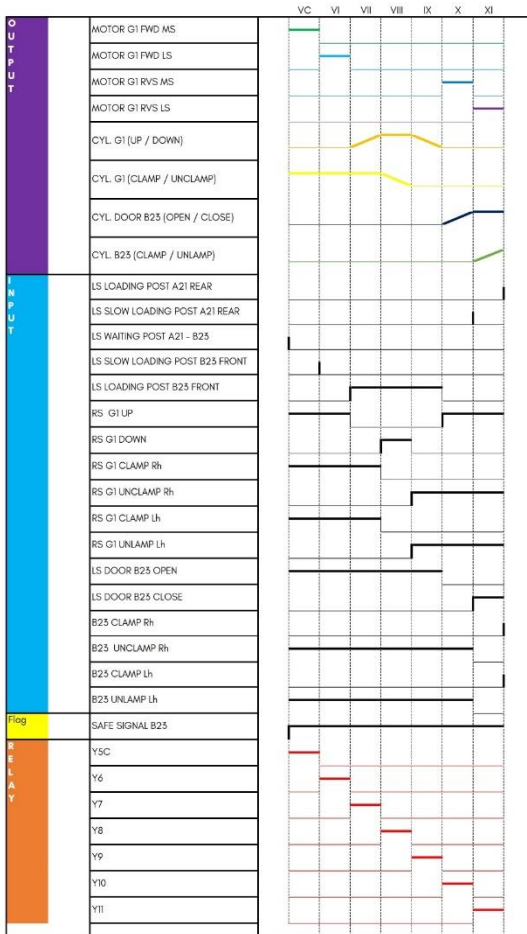
SEQUENCE CHART – SECTION 1



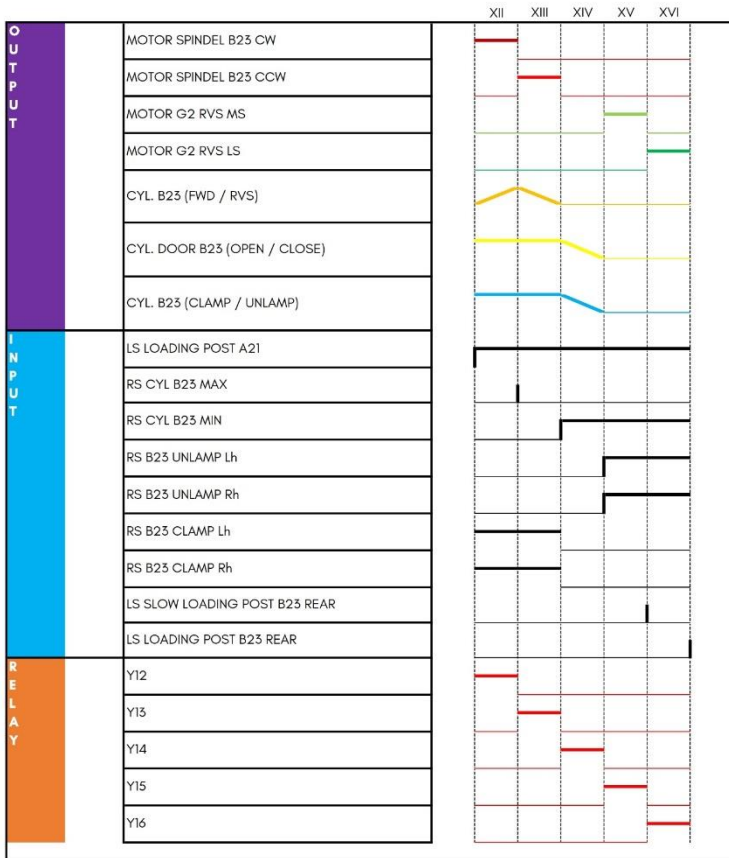


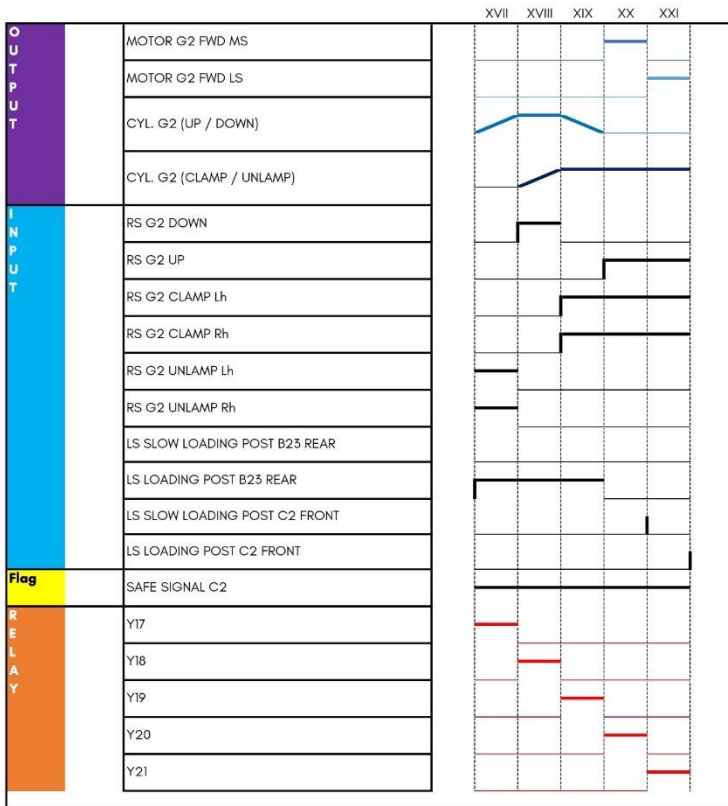
SEQUENCE CHART – SECTON 1B

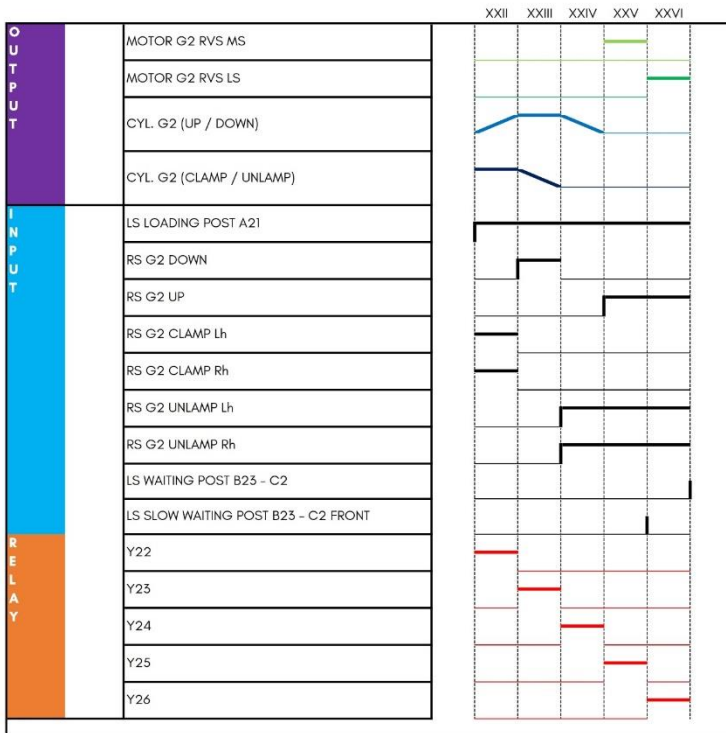




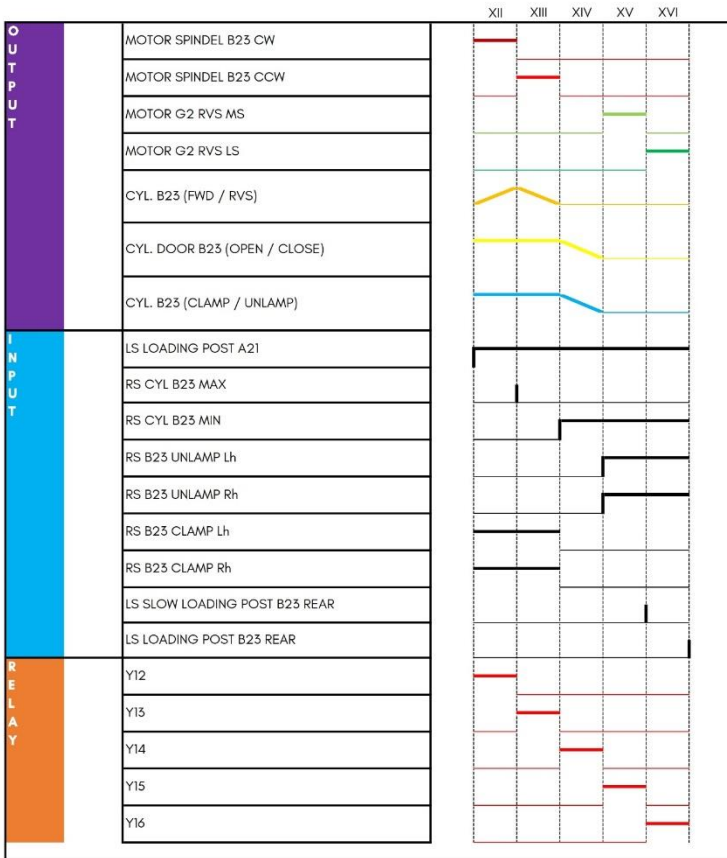
SEQUENCE CHART - SECTON 2

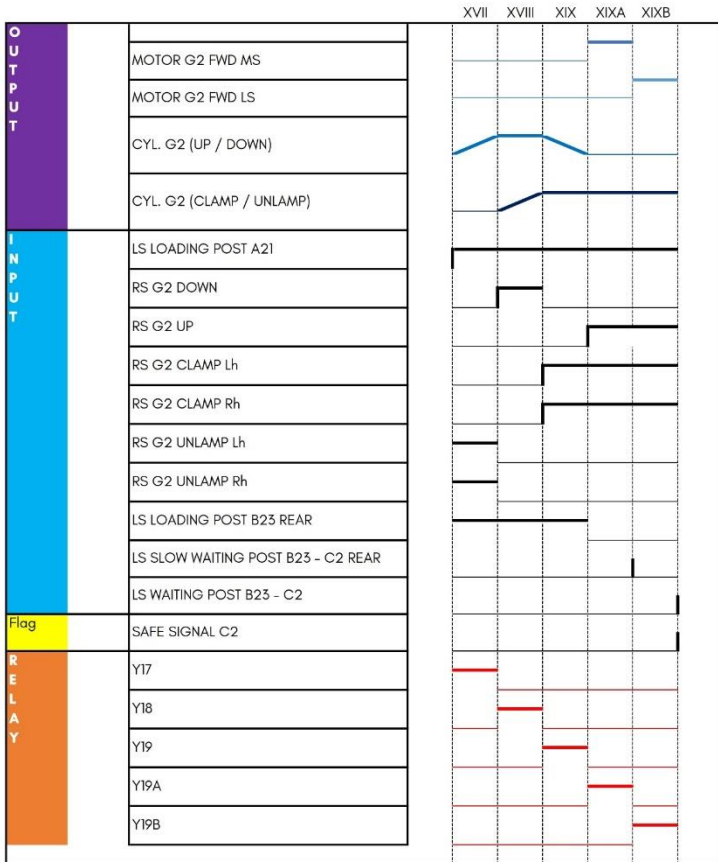


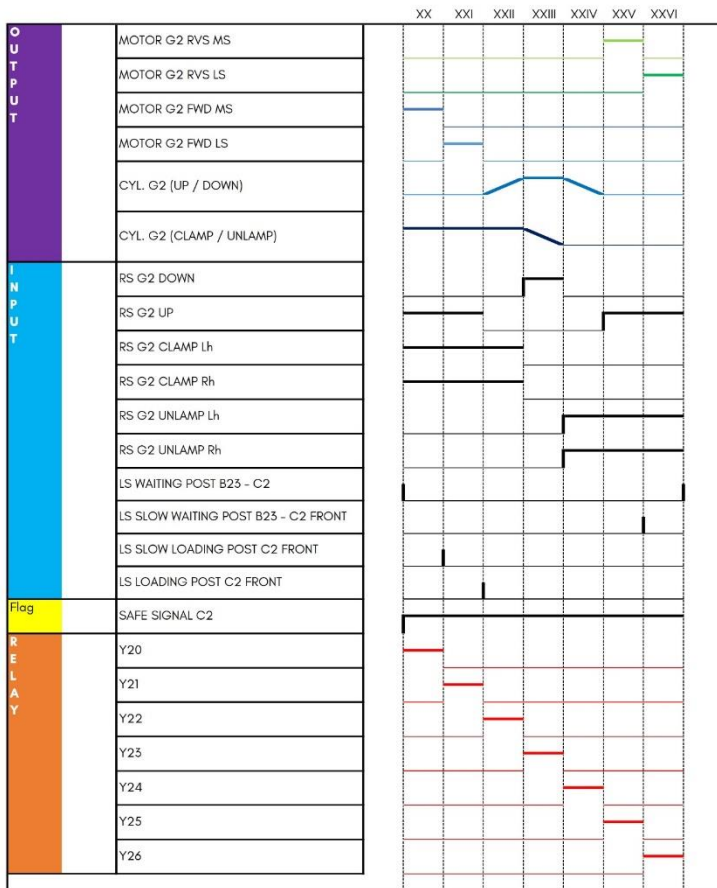




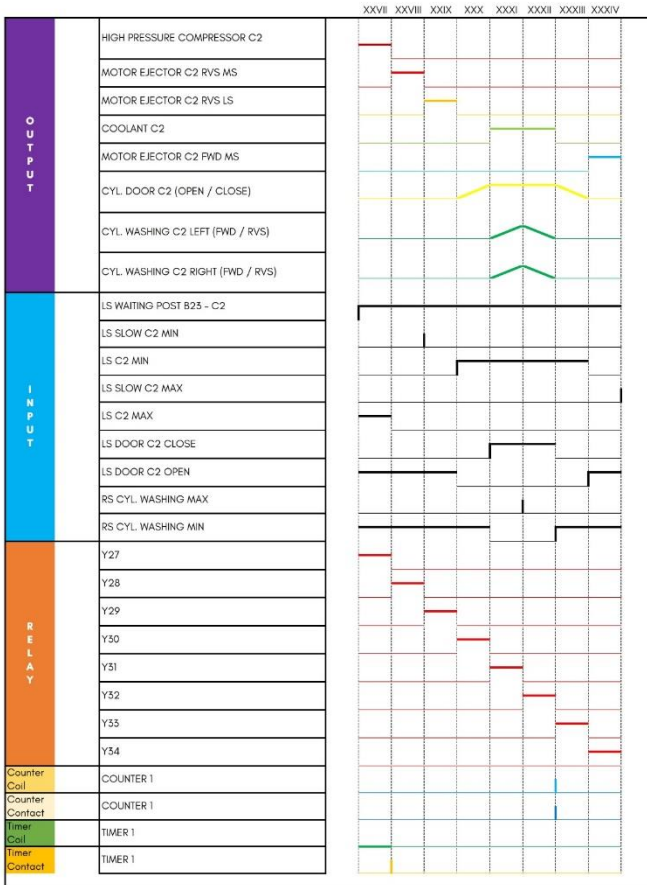
SEQUENCE CHART - SECTION 2B

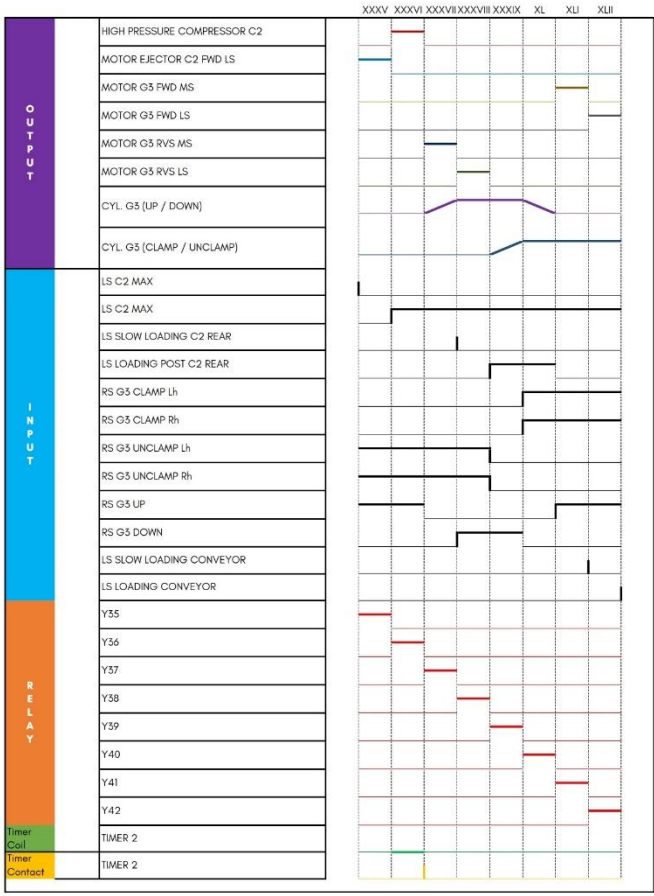


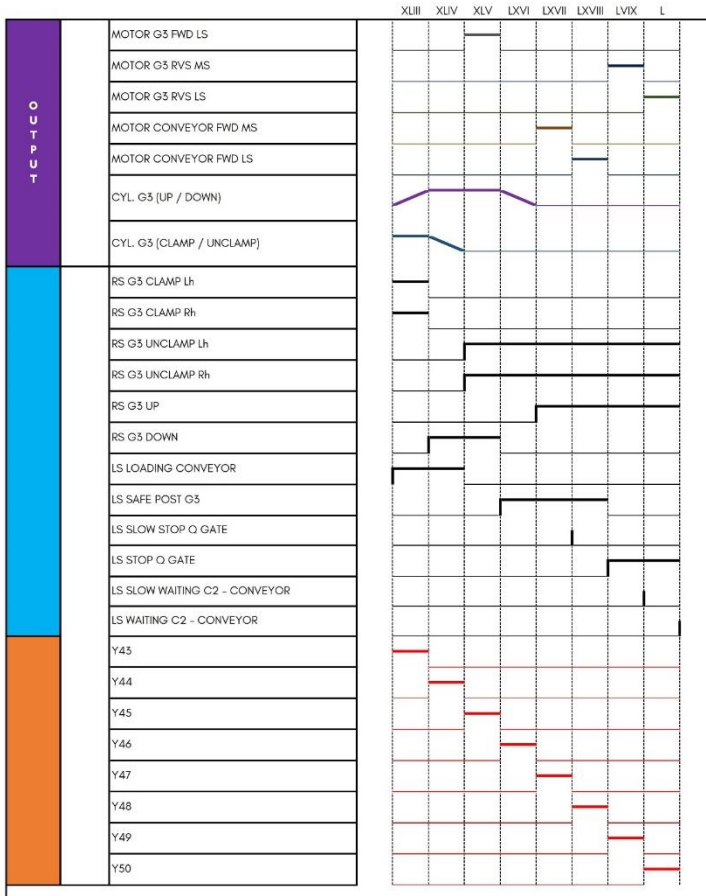


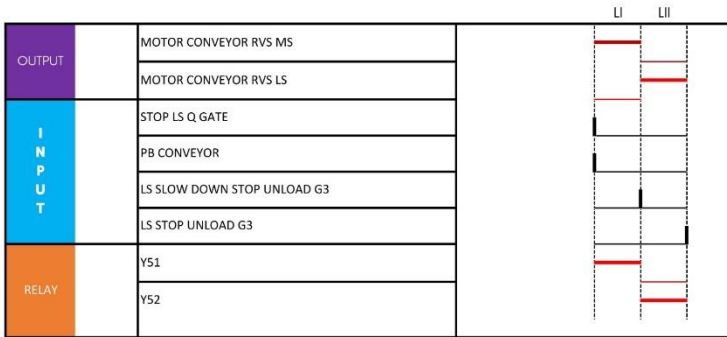


SEQUENCE CHART - SECTON 3









SWITCHING FUNTION – SECTION 1

HOME POSITION

= LS EJECTOR A21 MAX

** LS LOADING POST A21 * RS G1 UP * RS G1 UNCLAMP RH * RS G1 UNCLAMP*

*Y1 = ((START * HOME POSITION) + Y1) * $\overline{Y2}$ * \overline{STOP}*

Y1 = CYL. EJECTOR A21 RVS

*Y2 = ((Y1 * LS EJECTOR A21 MIN) + Y2) * $\overline{Y3}$ * \overline{STOP}*

Y2 = CYL. G1 DOWN

*Y3 = ((Y2 * RS G1 DOWN) + Y3) * $\overline{Y4}$ * \overline{STOP}*

Y3 = CYL. G1 CLAMP

*Y4 = ((Y3 * RS G1 CLAMP RH * RS G1 CLAMP LH) + Y4) * $\overline{Y5}$ * \overline{STOP}*

Y4 = CYL. G1 UP

*Y5 = ((Y4 * RS G1 UP * SAFE SIGNAL B23) + Y5) * $\overline{Y6}$ * \overline{STOP}*

Y5 = EJECTOR A21 FWD | Y5 = MOTOR G1 FWD MS

*Y6 = ((Y5 * LS SLOW LOADING POST B23) + Y6) * $\overline{Y7}$ * \overline{STOP}*

Y6 = MOTOR G1 FWD LS

*Y7 = ((Y6 * LS LOADING POST B23) + Y7) * $\overline{Y8}$ * \overline{STOP}*

Y7 = CYL. G1 DOWN

*Y8 = ((Y7 * RS G1 DOWN) + Y8) * $\overline{Y9}$ * \overline{STOP}*

Y8 = CYL. G1 UNCLAMP

*Y9 = ((Y8 * RS G1 UNLAMP RH * RS G1 UNCLAMP LH) + Y9) * $\overline{Y10}$ * \overline{STOP}*

Y9 = CYL. G1 UP

*Y10 = ((Y9 * RS G1 UP) + Y10) * $\overline{Y11}$ * \overline{STOP}*

Y10 = MOTOR G1 RVS MS | Y10 = CYL. DOOR B23 CLOSE

*Y11 = ((Y10 * RS SLOW LOADING POST A21)) + Y11) * $\overline{Y12}$ * \overline{STOP}*

Y11 = MOTOR G1 RVS LS | Y10 = CYL. B23 CLAMP

SWITCHING FUNTION – SECTION 1B

HOME POSITION

= LS EJECTOR A21 MAX

* LS LOADING POST A21 * RS G1 UP * RS G1 UNCLAMP RH * RS G1 UNCLAMP LH

SAFE SIGNAL B23 = $\overline{Y12} * \overline{Y13} * \overline{Y14} *$

$\overline{Y15} * \overline{Y16} * \overline{Y17} * \overline{Y18} * \overline{Y19} * LS B23 WORKING UNIT$

Y1 = ((START * HOME POSITION) + Y1) * $\overline{Y2} * \overline{STOP}$

Y1 = CYL. EJECTOR A21 RVS

Y2 = ((Y1 * RS EJECTOR A21 MIN) + Y2) * $\overline{Y3} * \overline{STOP}$

Y2 = CYL. G1 DOWN

Y3 = ((Y2 * RS G1 DOWN) + Y3) * $\overline{Y4} * \overline{STOP}$

Y3 = CYL. G1 CLAMP

Y4 = ((Y3 * RS G1 CLAMP RH * RS G1 CLAMP LH) + Y4)

* $\overline{Y5A} * \overline{STOP}$

Y4 = CYL. G1 UP

Y5A = ((Y4 * RS G1 UP * $\overline{SAFE SIGNAL B23}$) + Y5A)

* $\overline{Y5B} * \overline{STOP}$

Y5A = EJECTOR A21 FWD | Y5 = MOTOR G1 FWD MS

Y5B = ((Y5A * RS SLOW WAITING POST A12 - B23) + Y5B)

* $\overline{Y5C} * \overline{STOP}$

Y5B = MOTOR G1 FWD MS

Y5C = ((Y5B * LS LOADING POST B23) + Y5C) * $\overline{Y6} * \overline{STOP}$

Y5C * SAFE SIGNAL = MOTOR G1 FWD MS

Y6 = ((Y5C * LS SLOW LOADING POST B23) + Y6) * $\overline{Y7} * \overline{STOP}$

Y6 = MOTOR G1 FWD LS

Y7 = ((Y6 * LS LOADING POST B23) + Y7) * $\overline{Y8} * \overline{STOP}$

Y7 = CYL. G1 DOWN

Y8 = ((Y7 * RS G1 DOWN) + Y8) * $\overline{Y9} * \overline{STOP}$

Y8 = CYL. G1 UNCLAMP

Y9 = ((Y8 * RS G1 UNCLAMP RH * RS G1 UNCLAMP LH) + Y9)

* $\overline{Y10} * \overline{STOP}$

Y9 = CYL. G1 UP

Y10 = ((Y9 * RS G1 UP) + Y10) * $\overline{Y11} * \overline{STOP}$

Y10 = MOTOR G1 RVS MS | Y10 = CYL. DOOR B23 CLOSE

Y11 = ((Y10 * RS SLOW LOADING POST A21) + Y11)

* $\overline{Y12} * \overline{STOP}$

Y11 = MOTOR G1 RVS LS | Y10 = CYL. B23 CLAMP

SWITCHING FUNTION – SECTION 2

$Y12 = ((Y11 * LS \text{ LOADING POST A21}) + Y12) * \overline{Y13} * \overline{STOP}$
 $Y12 = MOTOR \text{ SPINDEL B23 CW} \mid Y12 = CYL. \text{ B23 FWD}$
 $Y13 = ((Y12 * RS \text{ CYL B23 MAX}) + Y13) * \overline{Y14} * \overline{STOP}$
 $Y13 = MOTOR \text{ SPINDEL B23 CCW} \mid Y12 = CYL. \text{ B23 RVS}$
 $Y14 = ((Y13 * RS \text{ CYL B23 MIN}) + Y14) * \overline{Y15} * \overline{STOP}$
 $Y14 = CYL \text{ DOOR B23 OPEN} \mid Y14 = CYL \text{ B23 UNCLAMP}$
 $Y15 = ((Y14 * RS \text{ B23 UNCLAMP LH} * RS \text{ B23 UNLAMP RH}$
 $\quad * RS \text{ CYL DOOR B23 OPEN}) + Y15) * \overline{Y16} * \overline{STOP}$
 $Y15 = MOTOR \text{ G2 RVS MS}$
 $Y16 = ((Y15 * LS \text{ SLOW LOADING POST B23}) + Y16)$
 $\quad * \overline{Y17} * \overline{STOP}$
 $Y16 = MOTOR \text{ G2 RVS LS}$
 $Y17 = ((Y16 * LS \text{ LOADING POST B23}) + Y17) * \overline{Y18} * \overline{STOP}$
 $Y17 = CYL. \text{ G2 DOWN}$
 $Y18 = ((Y17 * RS \text{ G2 DOWN}) + Y18) * \overline{Y19} * \overline{STOP}$
 $Y18 = CYL. \text{ G2 CLAMP}$
 $Y19 = ((Y18 * RS \text{ G2 CLAMP LH} * RS \text{ G2 CLAP RH}) + Y19)$
 $\quad * \overline{Y20} * \overline{STOP}$
 $Y19 = CYL. \text{ G2 UP}$
 $Y20 = ((Y19 * RS \text{ G2 UP} * SAFE \text{ SIGNAL C2}) + Y20)$
 $\quad * \overline{Y21} * \overline{STOP}$
 $Y20 = MOTOR \text{ G2 FWD MS}$
 $Y21 = ((Y20 * LS \text{ SLOW LOADING POST C2}) + Y21)$
 $\quad * \overline{Y22} * \overline{STOP}$
 $Y21 = MOTOR \text{ G2 FWD LS}$
 $Y22 = ((Y21 * LS \text{ LOADING POST C2}) + Y22) * \overline{Y23} * \overline{STOP}$
 $Y22 = CYL. \text{ G2 DOWN}$
 $Y23 = ((Y22 * RS \text{ G2 DOWN}) + Y23) * \overline{Y24} * \overline{STOP}$
 $Y23 = CYL. \text{ G2 UNCLAMP}$
 $Y24 = ((Y23 * RS \text{ G2 UNCLAMP LH} * RS \text{ G2 UNLAMP RH}) + Y24)$
 $\quad * \overline{Y25} * \overline{STOP}$
 $Y24 = CYL. \text{ G2 UP}$
 $Y25 = ((Y24 * RS \text{ G2 UP}) + Y25) * \overline{Y26} * \overline{STOP}$

Y25 = MOTOR G2 RVS MS

Y26 = ((Y25 * LS SLOW WAITING POST B23 – C2 FRONT)
+ Y26) * $\overline{Y27}$ * \overline{STOP}

Y26 = MOTOR G2 RVS LS

SWITCHING FUNTION – SECTION 2B

Y12 = ((Y11 * LS LOADING POST A21) + Y12) * $\overline{Y13}$ * STOP

Y12 = MOTOR SPINDEL B23 CW | Y12 = CYL. B23 FWD

Y13 = ((Y12 * RS CYL B23 MAX) + Y13) * $\overline{Y14}$ * \overline{STOP}

Y13 = MOTOR SPINDEL B23 CCW | Y12 = CYL. B23 RVS

Y14 = ((Y13 * RS CYL B23 MIN) + Y14) * $\overline{Y15}$ * \overline{STOP}

Y14 = CYL DOOR B23 OPEN | Y14 = CYL B23 UNCLAMP

Y15 = ((Y14 * RS B23 UNCLAMP LH * RS B23 UNLAMP RH
* RS CYL DOOR B23 OPEN) + Y15) * $\overline{Y16}$ * \overline{STOP}

Y15 = MOTOR G2 RVS MS

Y16 = ((Y15 * LS SLOW LOADING POST B23) + Y16)
* $\overline{Y17}$ * \overline{STOP}

Y16 = MOTOR G2 RVS LS

Y17 = ((Y16 * LS LOADING POST B23) + Y17) * $\overline{Y18}$ * \overline{STOP}

Y17 = CYL. G2 DOWN

Y18 = ((Y17 * RS G2 DOWN) + Y18) * $\overline{Y19}$ * \overline{STOP}

Y18 = CYL. G2 CLAMP

Y19 = ((Y18 * RS G2 CLAMP LH * RS G2 CLAP RH) + Y19)
* $\overline{Y20}$ * \overline{STOP}

Y19 = CYL. G2 UP

Y19A = ((Y19 * GS G2 UP * $\overline{SAFE SIGNAL C2}$) + Y19A)
* $\overline{Y19B}$ * \overline{STOP}

Y19A = MOTOR G2 FWD MS

Y19B = ((Y19A * LS SLOW WAITING POST B23 – C2) + Y19B)
* $\overline{Y20}$ * \overline{STOP}

Y19B = MOTOR G2 FWD LS

Y20 = ((Y19B * LS SLOW LOADING POST B23 – C2) + Y20)
* $\overline{Y21}$ * \overline{STOP}

Y20 * SAFE SIGNAL C2 = MOTOR G2 FWD MS

$Y21 = ((Y20 * LS \text{ SLOW LOADING POST C2}) + Y21) * \overline{Y22} * \overline{STOP}$
 $Y21 = MOTOR \ G2 \ FWD \ LS$
 $Y22 = ((Y21 * LS \text{ LOADING POST C2}) + Y22) * \overline{Y23} * \overline{STOP}$
 $Y22 = CYL. \ G2 \ DOWN$
 $Y23 = ((Y22 * RS \ G2 \ DOWN) + Y23) * \overline{Y24} * \overline{STOP}$
 $Y23 = CYL. \ G2 \ UNCLAMP$
 $Y24 = ((Y23 * RS \ G2 \ UNCLAMP \ LH * RS \ G2 \ UNLAMP \ RH) + Y24) * \overline{Y25} * \overline{STOP}$
 $Y24 = CYL. \ G2 \ UP$
 $Y25 = ((Y24 * RS \ G2 \ UP) + Y25) * \overline{Y26} * \overline{STOP}$
 $Y25 = MOTOR \ G2 \ RVS \ MS$
 $Y26 = ((Y25 * LS \text{ SLOW WAITING POST B23 – C2 FRONT}) + Y26) * \overline{Y27} * \overline{STOP}$
 $Y26 = MOTOR \ G2 \ RVS \ LS$

SWITCHING FUNTION – SECTION 3

$Y27 = ((Y26 * LS \text{ WAITING POST B23 – C2 FRONT}) + Y27) * \overline{Y28} * \overline{STOP}$
 $Y27 = HIGH \ PRESSURE \ COMPRESSOR \ C2 \ | \ Y27$
 $\quad = \text{TIMER } 1 \ COMPRESSOR$
 $Y28 = ((Y27 * \text{TIMER COMPRESSOR}) + Y28) * \overline{Y29} * \overline{STOP}$
 $Y28 = MOTOR \ EJECTOR \ C2 \ RVS \ MS$
 $Y29 = ((Y28 * LS \text{ SLOW C2 MIN}) + Y29) * \overline{Y30} * \overline{STOP}$
 $Y29 = MOTOR \ EJECTOR \ C2 \ RVS \ LS$
 $Y30 = ((Y29 * LS \text{ C2 MIN}) + Y30) * \overline{Y31} * \overline{STOP}$
 $Y30 = CYL. \ DOOR \ C2 \ CLOSE$
 $Y31 = ((Y30 * LS \text{ COOR C2 CLOSE}) + Y32B + (Y31 * \overline{Y32})) * \overline{STOP}$
 $Y31 = COOLANT \ C2 \ ACTIVE \ | \ Y31$
 $\quad = CYL. \ WASHING \ C2 \ LEFT \ FWD \ | \ Y31$
 $\quad = CYL. \ WASHING \ C2 \ RIGHT \ FWD$
 $Y32 = ((Y31 * RS \text{ CYL. WASHING MAX}) + Y32) * \overline{Y33} * \overline{STOP}$

$Y32 = \text{COOLANT C2 ACTIVE} \mid Y32$
 $= \text{CYL. WASHING C2 LEFT RVS} \mid Y32$
 $= \text{CYL. WASHING C2 RIGHT RVS} \mid Y32$
 $= \text{COUNTER 0} \mid$
 $Y32A = Y32 * \text{RS CYL. WASHING MACHINE MIN} * C0$
 $Y32B = Y32 * \text{RS CYL. WASHING MACHINE MIN} * \overline{C0}$
 $Y33 = ((Y32 * Y32A * \text{RS. CYL. WASHING MIN}) + Y33)$
 $\quad * \overline{Y34} * \overline{STOP}$
 $Y33 = \text{CYL. DOOR C2 OPEN}$
 $Y34 = ((Y33 * \text{LS DOOR C2 OPEN}) + Y34) * \overline{Y35} * \overline{STOP}$
 $Y34 = \text{MOTOR EJECTOR C2 FWD MS}$
 $Y35 = ((Y34 * \text{LS SLOW C2 MAX}) + Y35) * \overline{Y36} * \overline{STOP}$
 $Y35 = \text{MOTOR EJECTOR C2 FWD LS}$
 $Y36 = ((Y35 * \text{LS C2 MAX}) + Y36) * \overline{Y37} * \overline{STOP}$
 $Y36 = \text{HIGH PRESSURE COMPRESSOR C2} \mid Y36$
 $= \text{TIMER 2 COMPRESSOR}$
 $Y37 = ((Y36 * \text{LS C2 MAX}) + Y37) * \overline{Y38} * \overline{STOP}$
 $Y37 = \text{MOTOR G3 RVS MS} \mid Y37 = \text{CYL. G3 DOWN}$
 $Y38 = ((Y37 * \text{LS SLOW LOADING C2}) + Y38) * \overline{Y39} * \overline{STOP}$
 $Y38 = \text{MOTOR G3 RVS LS}$
 $Y39 = ((Y38 * \text{LS LOADING C2}) + Y39) * \overline{Y40} * \overline{STOP}$
 $Y39 = \text{CYL. G3 CLAMP}$
 $Y40 = ((Y39 * \text{RS G3 CLAMP RH} * \text{RS G3 CLAMP LH}) + Y40)$
 $\quad * \overline{Y41} * \overline{STOP}$
 $Y40 = \text{CYL. G3 UP}$
 $Y41 = ((Y40 * \text{RS G3 UP}) + Y41) * \overline{Y42} * \overline{STOP}$
 $Y41 = \text{MOTOR G3 FWD MS}$
 $Y42 = ((Y41 * \text{LS SLOW LOADING CONVEYOR}) + Y42)$
 $\quad * \overline{Y43} * \overline{STOP}$
 $Y42 = \text{MOTOR G3 FWD LS}$
 $Y43 = ((Y42 * \text{LS LOADING CONVEYOR}) + Y43) * \overline{Y44} * \overline{STOP}$
 $Y43 = \text{CYL G3 DOWN}$
 $Y44 = ((Y43 * \text{RS G3 DOWN}) + Y44) * \overline{Y45} * \overline{STOP}$
 $Y44 = \text{CYL G3 UNCLAMP}$
 $Y45 = ((Y44 * \text{LS G3 UNCLAMP LH} * \text{LS G3 UNCLAMP RH})$
 $\quad + Y45) * \overline{Y46} * \overline{STOP}$

$Y45 = \text{MOTOR } G3 \text{ FWD } LS$
 $Y46 = ((Y45 * LS \text{ SAFE POST } G3) + Y46) * \overline{Y47} * \overline{STOP}$
 $Y46 = \text{CYL. } G3 \text{ UP}$
 $Y47 = ((Y46 * RS \text{ G3 UP}) + Y47) * \overline{Y48} * \overline{STOP}$
 $Y47 = \text{MOTOR CONVEYOR FWD MS}$
 $Y48 = ((Y47 * LS \text{ SLOW STOP Q GATE}) + Y48) * \overline{Y49} * \overline{STOP}$
 $Y48 = \text{MOTOR CONVEYOR FWD LS}$
 $Y49 = ((Y48 * LS \text{ STOP Q GATE}) + Y49) * \overline{Y50} * \overline{STOP}$
 $Y49 = \text{MOTOR } G3 \text{ RVS MS}$
 $Y50 = ((Y49 * LS \text{ SLOW WAITING C2 - CONVEYOR}) + Y50)$
 $\quad * \overline{LS \text{ SLOW WAITING C2 - CONVEYOR}} * \overline{STOP}$
 $Y50 = \text{MOTOR } G3 \text{ RVS LS}$
 $Y51 = ((PB \text{ CONVEYOR} * STOP \text{ LS Q GATE}) + Y51) * \overline{Y52} * \overline{STOP}$
 $Y51 = \text{MOTOR CONVEYOR RVS MS}$
 $Y52 = ((LS \text{ SLOW DOWN STOP UNLOAD } G3) + Y52)$
 $\quad * \overline{LS \text{ STOP UNLOAD } G3} * \overline{STOP}$
 $Y52 = \text{MOTOR CONVEYOR RVS LS}$

PENGALAMATAN KOMPONEN - INPUT

No	Keterangan	Nama	Address
1	Push Button	Start	0.00
2		Stop	0.01
3		Conveyor	0.02
4	Mesin A21	RS Ejector Min	1.00
5		RS Ejector Max	1.01
6	Gantry 1	RS Gantry 1 Up	2.00
7		RS Gantry 1 Down	2.01
8		RS Gantry 1 Clamp Lh	2.02
9		RS Gantry 1 Clamp Rh	2.03
10		RS Gantry 1 Unclamp Lh	2.04
11		RS Gantry 1 Unclamp Rh	2.05
12	Line A21 - B23	Ls Loading Post A21 Rear	3.00
13		Ls Slow Down Loading Post A21 Rear	3.01
14		Ls Slow Waiting A21 - B23 Rear	3.02
15		Ls Waiting A21 - B23	3.03
16		Ls Slow Waiting A21 - B23 Front	3.04
17		Ls Slow Down Loading Post B23 Front	3.05
18	Mesin B23	Ls Loading Post B23 Front	3.06
19		Ls Door B23 Close	4.00
20		Ls Door B23 Open	4.01
21		RS B23 Clamp Lh	4.02
22		RS B23 Clamp Rh	4.03
23		RS B23 Unclamp Lh	4.04
24		RS B23 Unclamp Rh	4.05
25		RS Cyl. B23 Max Lh	4.06
26		RS Cyl. B23 Max Rh	4.07
27		RS Cyl. B23 Min Lh	4.08
28		RS Cyl. B23 Min Rh	4.09
29	Ls B23 Working Unit	4.10	
30	Ganty 2	RS Gantry 2 Up	5.00
31		RS Gantry 2 Down	5.01

32		RS Gantry 2 Clamp Lh	5.02
33		RS Gantry 2 Clamp Rh	5.03
34		RS Gantry 2 Unclamp Lh	5.04
35		RS Gantry 2 Unclamp Rh	5.05
36	Line B23 - C2	LS Loading Post B23 Rear	6.00
37		LS Slow Down Loading Post B23 Rear	6.01
38		LS Slow Waiting B23 - C2 Rear	6.02
39		LS Waiting B23 - C2	6.03
40		LS Slow Waiting B23 - C2 Front	6.04
41		LS Slow Down Loading Post C2 Front	6.05
42		LS Loading Post C2 Front	6.06
43	Mesin C2	LS Slow C2 Min	7.00
44		LS C2 Min	7.01
45		LS Slow C2 Max	7.02
46		LS C2 Max	7.03
47		LS Door C2 Close	7.04
48		LS Door C2 Open	7.05
49		RS Cyl. Washing Max Lh	7.06
50		RS Cyl. Washing Max Rh	7.07
51	RS Cyl. Washing Min Lh	7.08	
52	RS Cyl. Washing Min Rh	7.09	
53	Gantry 3	RS Gantry 3 Up	8.00
54		RS Gantry 3 Down	8.01
55		RS Gantry 3 Clamp Lh	8.02
56		RS Gantry 3 Clamp Rh	8.03
57		RS Gantry 3 Unclamp Lh	8.04
58		RS Gantry 3 Unclamp Rh	8.05
59	Line C2 - Conveyor	LS Loading Post C2 Rear	9.00
60		LS Slow Down Loading Post C2 Rear	9.01
61		LS Waiting C2 - Conveyor	9.02
62		LS Slow Waiting C2 - Conveyor	9.03
63		LS Slow Load To Conveyor	9.04
64		LS Loading Post Conveyor	9.05

65		Safe Position Gantry 3	9.06
66	Conveyor	LS Stop Unload Gantry 3	10.00
67		LS Slow Down Stop Unload Gantry 3	10.01
68		LS Slow Down Stop Q Gate	10.02
69		LS Stop Q Gate	10.03

PENGALAMATAN KOMPONEN - OUTPUT

No	Keterangan	Nama	Address
1	Mesin A21	Cyl. Ejector A21 Advance	100.00
2		Cyl. Ejector A21 Return	100.01
3	Gantry 1	Cyl. Gantry 1 Up	101.00
4		Cyl. Gantry 1 Down	101.01
5		Cyl. Gantry 1 Clamp	101.02
6		Cyl. Gantry 1 Unclamp	101.03
7		Motor G1 Fwd Mid Speed	101.04
8		Motor G1 Fwd Low Speed	101.05
9		Motor G1 Rvs Mid Speed	101.06
10		Motor G1 Rvs Low Speed	101.07
11	Mesin B23	Cyl. Door B23 Open	102.00
12		Cyl. Door B23 Close	102.01
13		Cyl. B23 Clamp	102.02
14		Cyl. B23 Unclamp	102.03
15		Cyl. B23 Advance	102.04
16		Cyl. B23 Return	102.05
17		Motor Spindel B23 CW	102.06
18		Motor Spindel B23 CCW	102.07
19	Gantry 2	Cyl. Gantry 2 Up	103.00
20		Cyl. Gantry 2 Down	103.01
21		Cyl. Gantry 2 Clamp	103.02
22		Cyl. Gantry 2 Unclamp	103.03
23		Motor G2 Rvs Mid Speed	103.04
24		Motor G2 Rvs Low Speed	103.05
25		Motor G2 Fwd Mid Speed	103.06

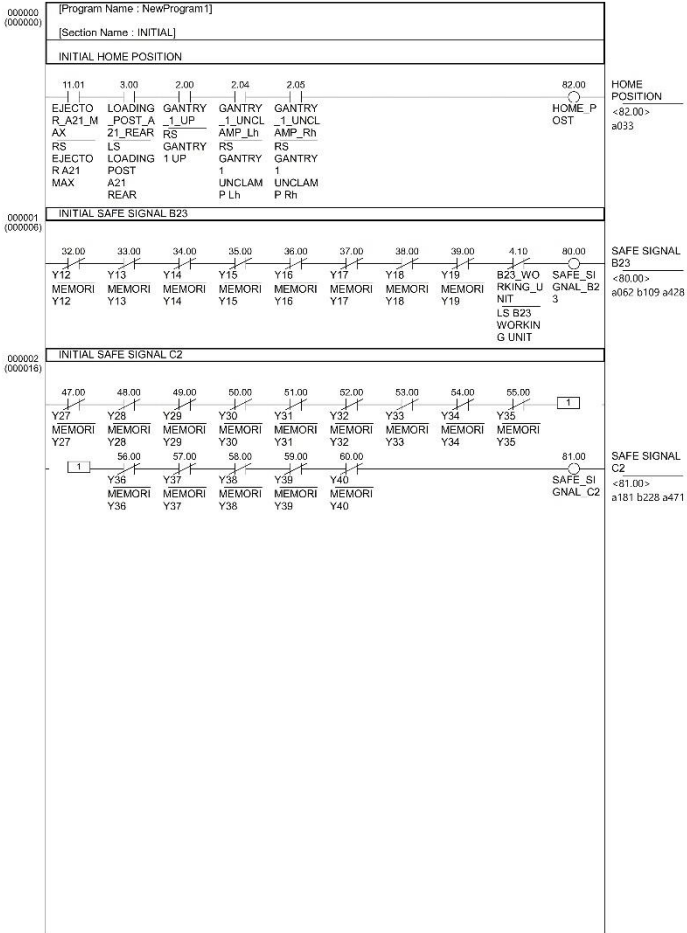
26		Motor G2 Fwd Low Speed	103.07
27	Mesin C2	Cyl. Door C2 Open	104.00
28		Cyl. Door C2 Close	104.01
29		Cyl. Washing C2 Left Forward	104.02
30		Cyl. Washing C2 Left Reverse	104.03
31		Cyl. Washing C2 Right Advance	104.04
32		Cyl. Washing C2 Right Return	104.05
33		High Pressure Compressor C2	104.06
34		Coolant C2	104.07
35		Motor Ejector C2 Reverse Mid Speed	104.08
36		Motor Ejector C2 Reverse Low Speed	104.09
37		Motor Ejector C2 Forward Mid Speed	104.10
38		Motor Ejector C2 Forward Low Speed	104.11
39	Gantry 3	Cyl. G3 Up	105.00
40		Cyl. G3 Down	105.01
41		Cyl. G3 Clamp	105.02
42		Cyl. G3 Unclamp	105.03
43		Motor G3 Forward Mid Speed	105.04
44		Motor G3 Forward Low Speed	105.05
45		Motor G3 Reverse Mid Speed	105.06
46		Motor G3 Reverse Low Speed	105.07
47	Conveyor	Motor Conveyor Forward Mid Speed	106.00
48		Motor Conveyor Forward Low Speed	106.01
49		Motor Conveyor Reverse Mid Speed	106.02
50		Motor Conveyor Reverse Low Speed	106.03
51	Tower Lamp	Green Lamp	107.00
52		Yellow Lamp	107.01
53		Red Lamp	107.02

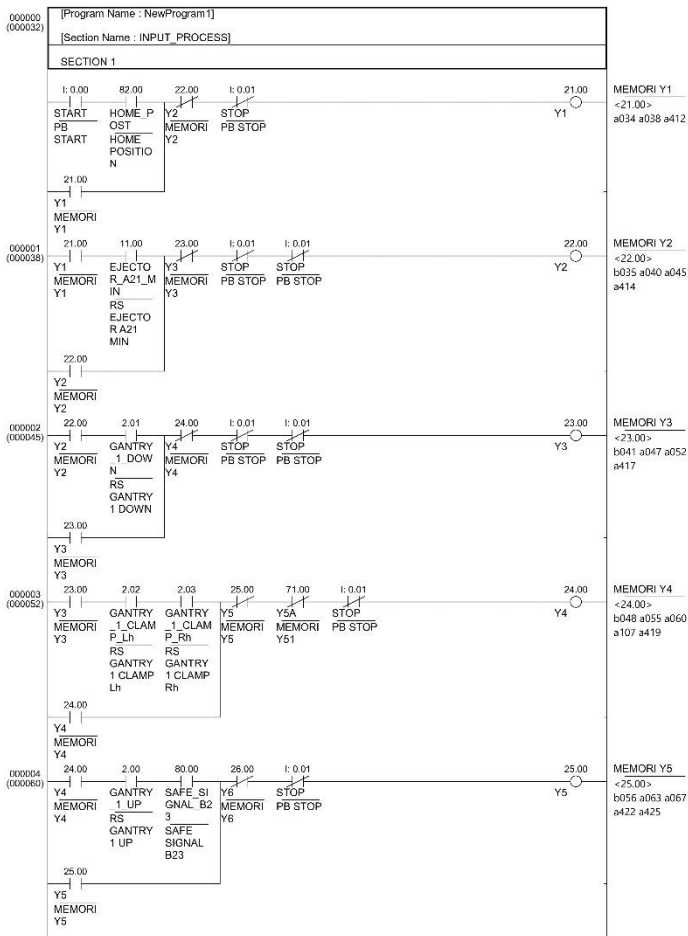
PENGALAMATAN KOMPONEN - MEMORI

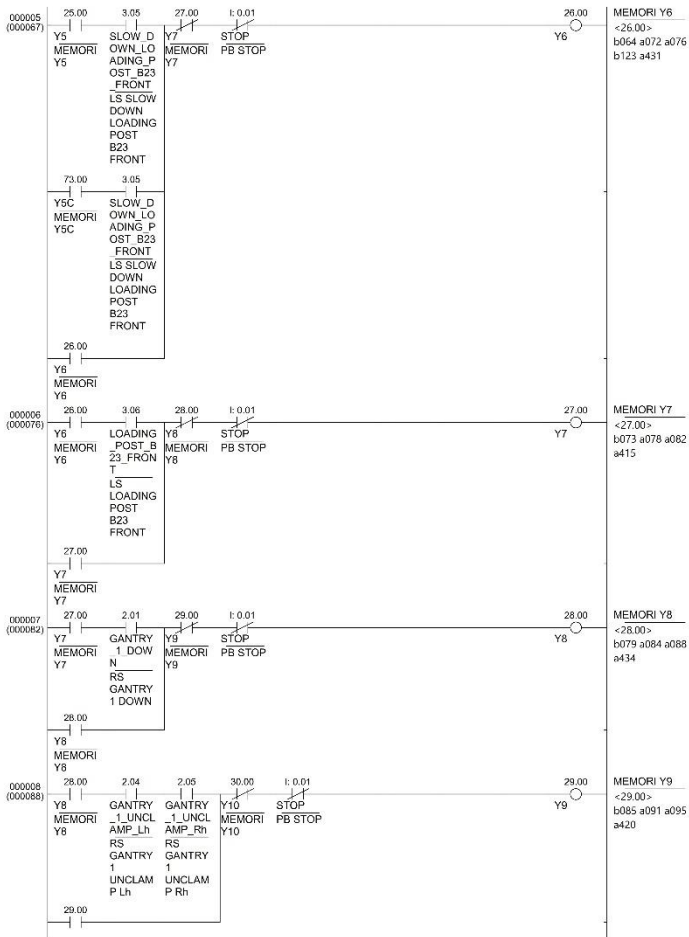
NO	KETERANGAN	NAMA	ADDRESS
1	MEMORI	Y1	21.00
2		Y2	22.00
3		Y3	23.00
4		Y4	24.00
5		Y5	25.00
6		Y6	26.00
7		Y7	27.00
8		Y8	28.00
9		Y9	29.00
10		Y10	30.00
11		Y11	31.00
12		Y12	32.00
13		Y13	33.00
14		Y14	34.00
15		Y15	35.00
16		Y16	36.00
17		Y17	37.00
18		Y18	38.00
19		Y19	39.00
20		Y20	40.00
21		Y21	41.00
22		Y22	42.00
23		Y23	43.00
24		Y24	44.00
25		Y25	45.00
26		Y26	46.00
27		Y27	47.00
28		Y28	48.00
29		Y29	49.00
30		Y30	50.00
31		Y31	51.00
32		Y32	52.00
33		Y33	53.00
34		Y34	54.00

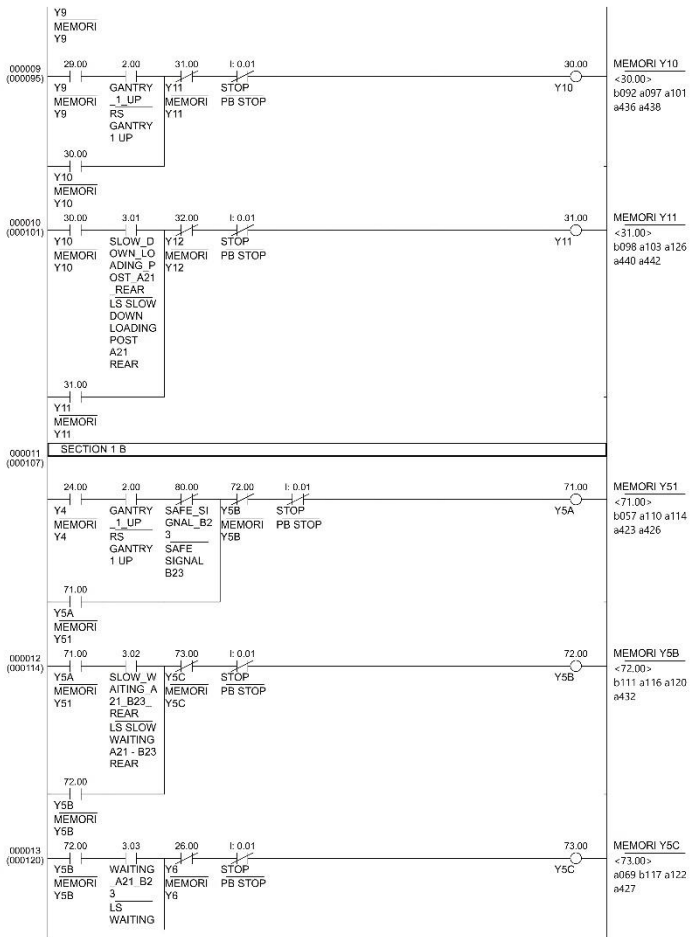
35	MEMORI	Y35	55.00
36		Y36	56.00
37		Y37	57.00
38		Y38	58.00
39		Y39	59.00
40		Y40	60.00
41		Y41	61.00
42		Y42	62.00
43		Y43	63.00
44		Y44	64.00
45		Y45	65.00
46		Y46	66.00
47		Y47	67.00
48		Y48	68.00
49		Y49	69.00
50		Y50	70.00
51		Y5A	71.00
52		Y5B	72.00
53		Y5C	73.00
54		Y19A	74.00
55		Y19B	75.00
56		SAFE SIGNAL B23	80.00
57		SAFE SIGNAL C2	81.00
58		HOME POST	82.00

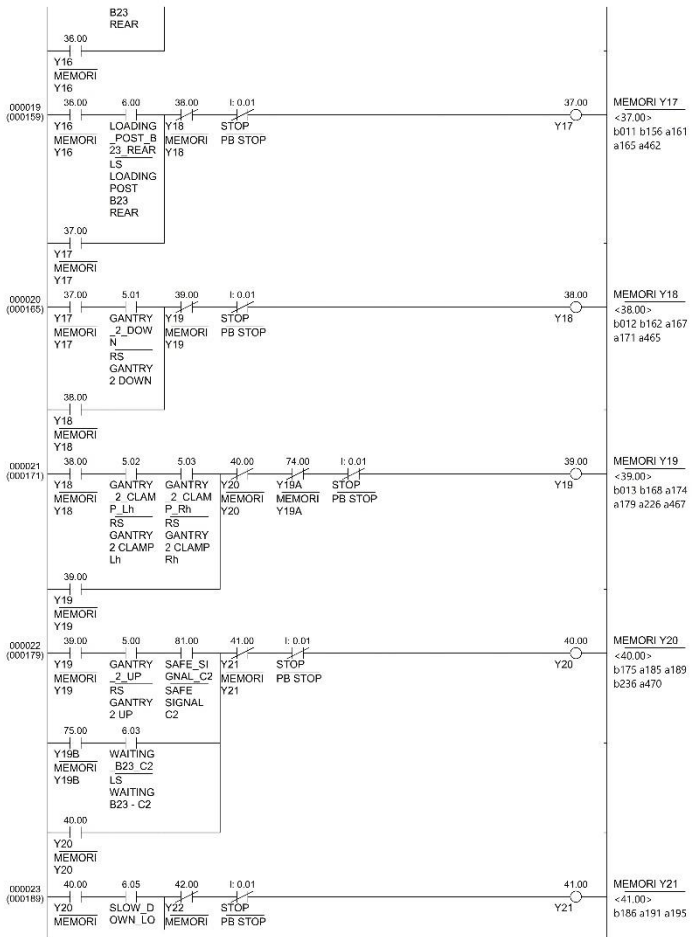
LADDER DIAGRAM

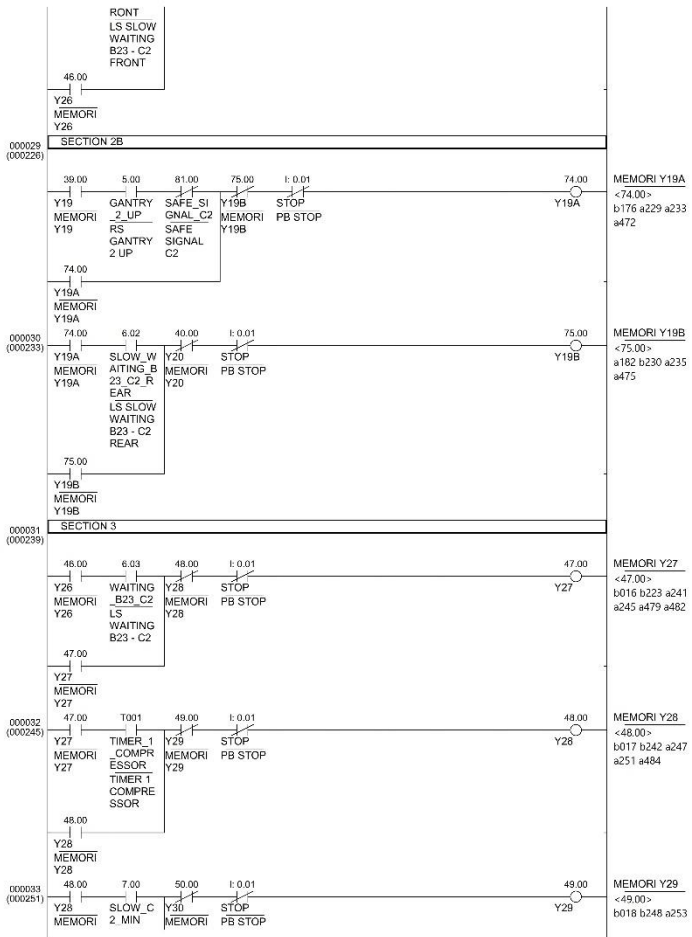


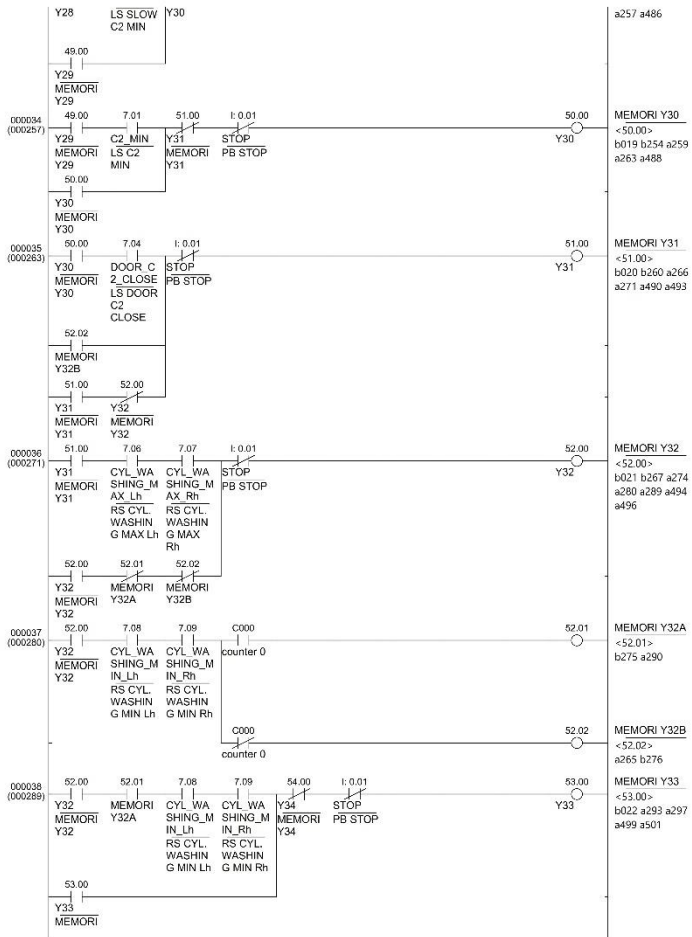


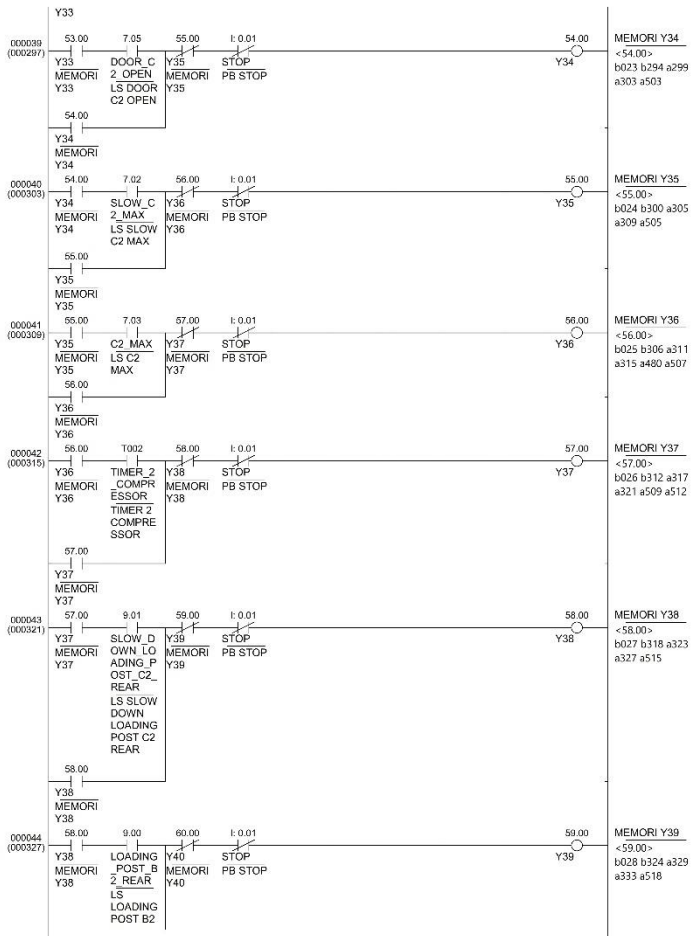


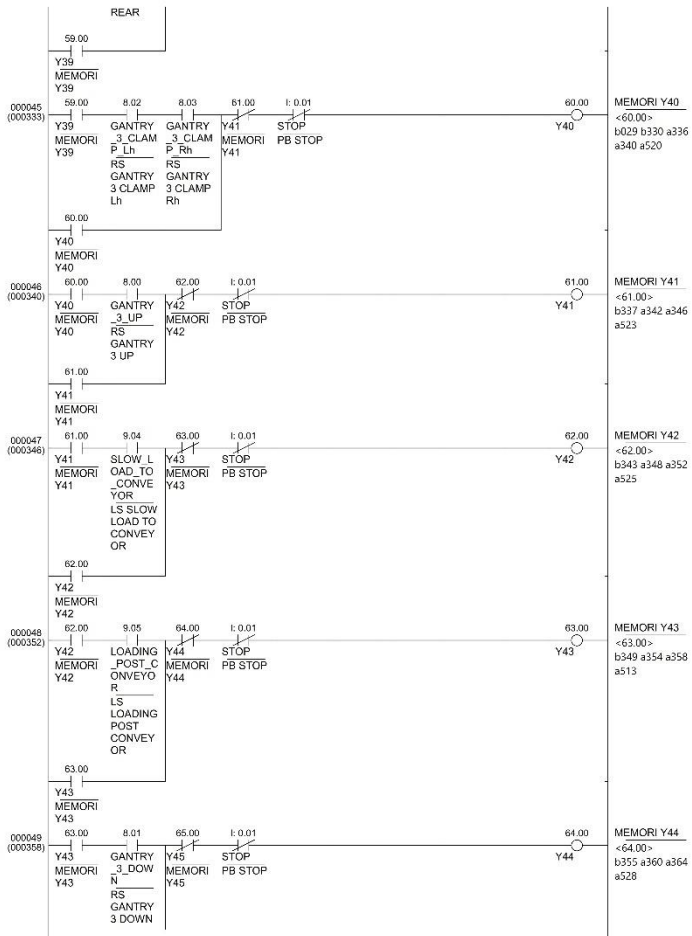


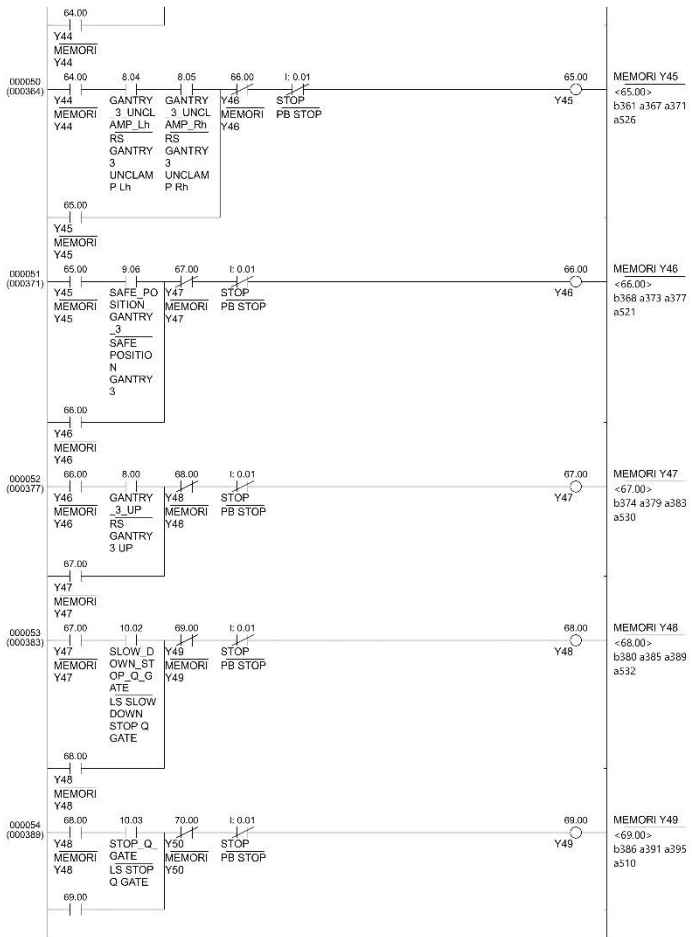


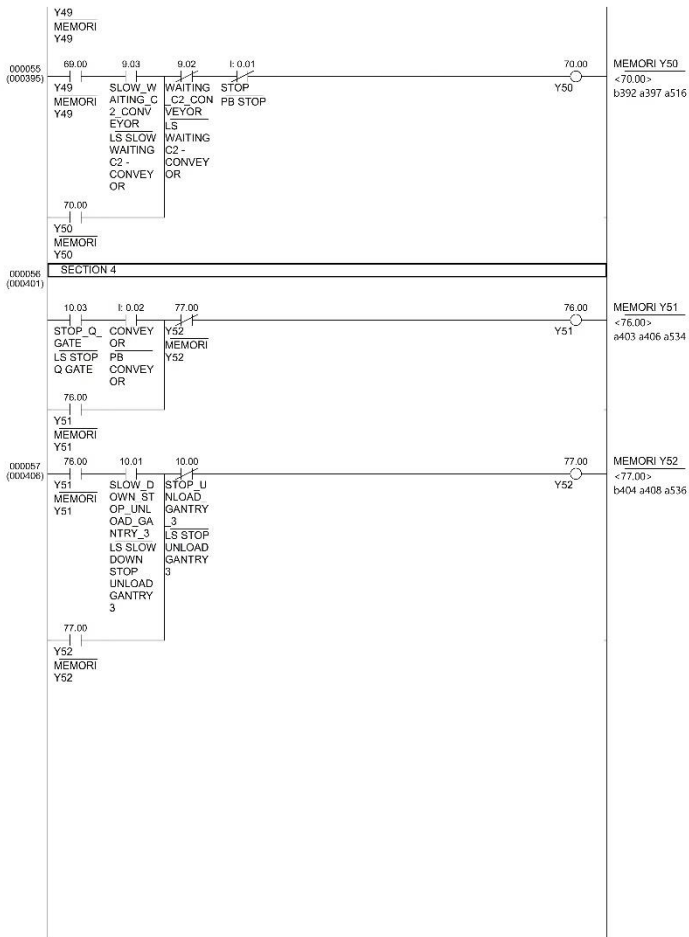


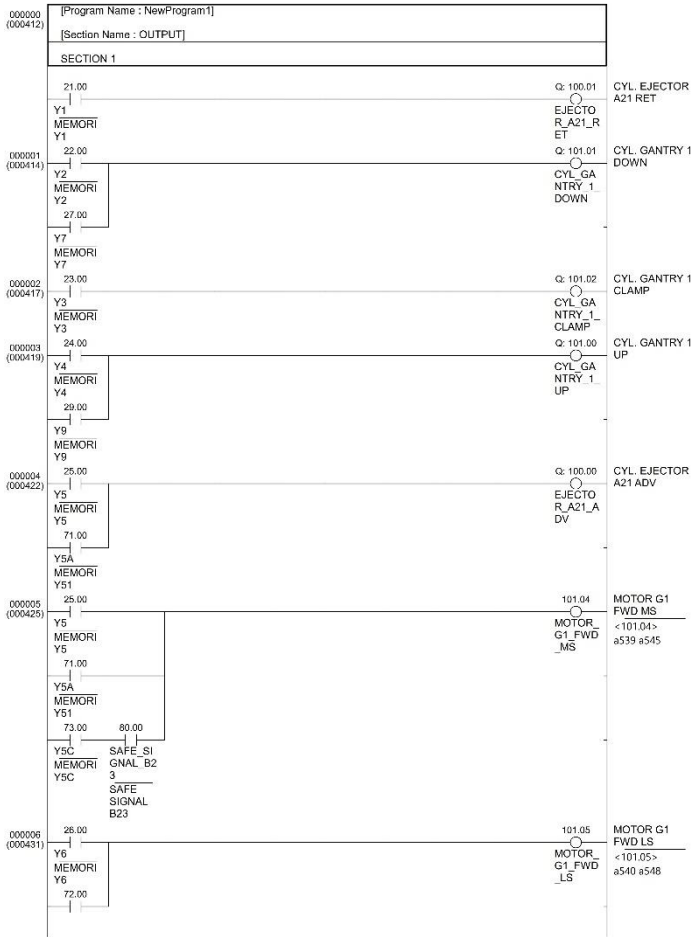


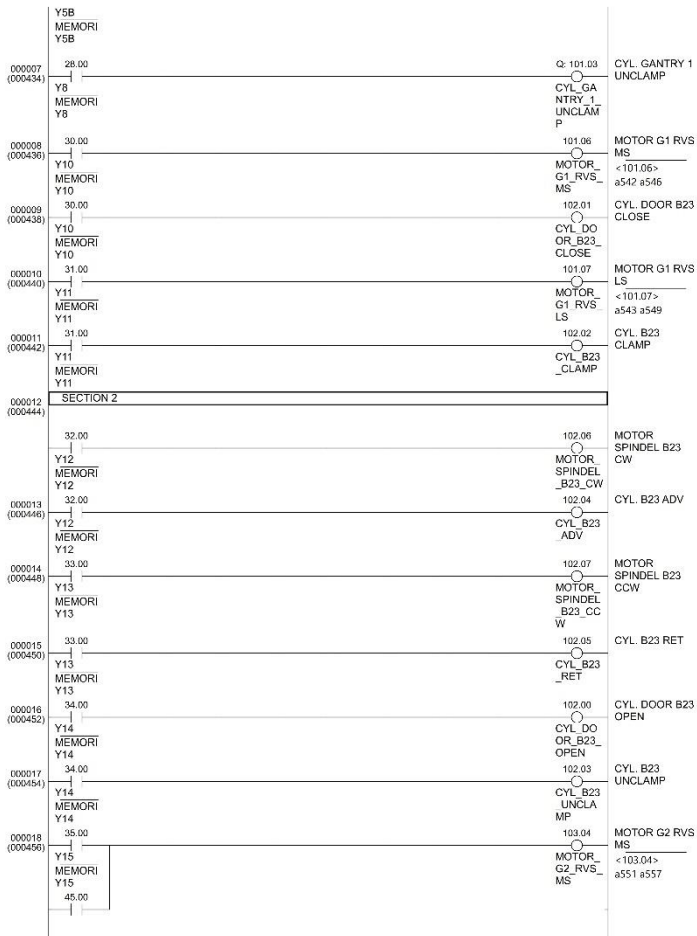


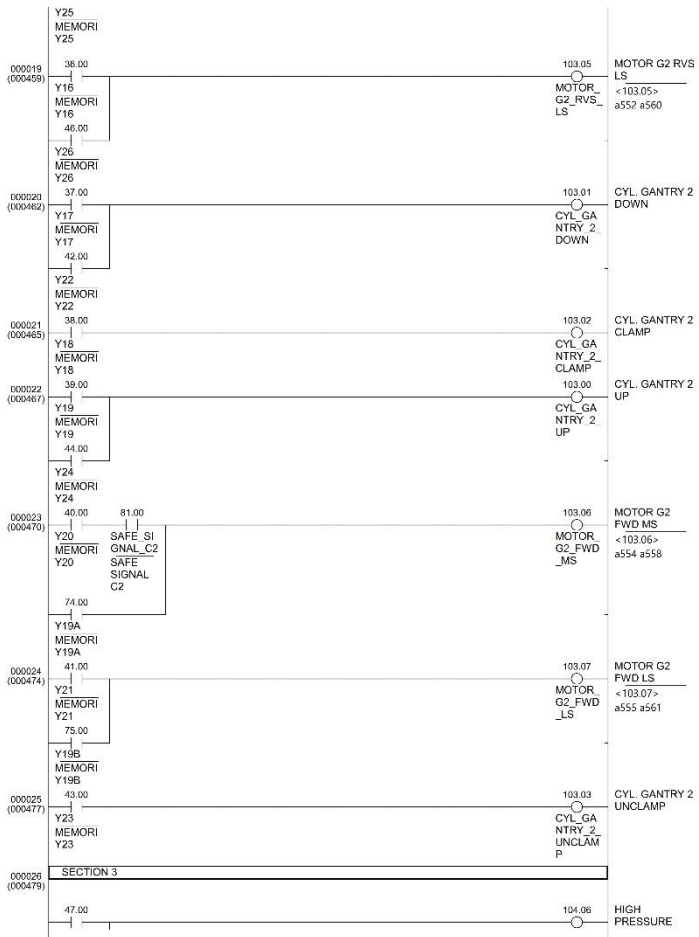


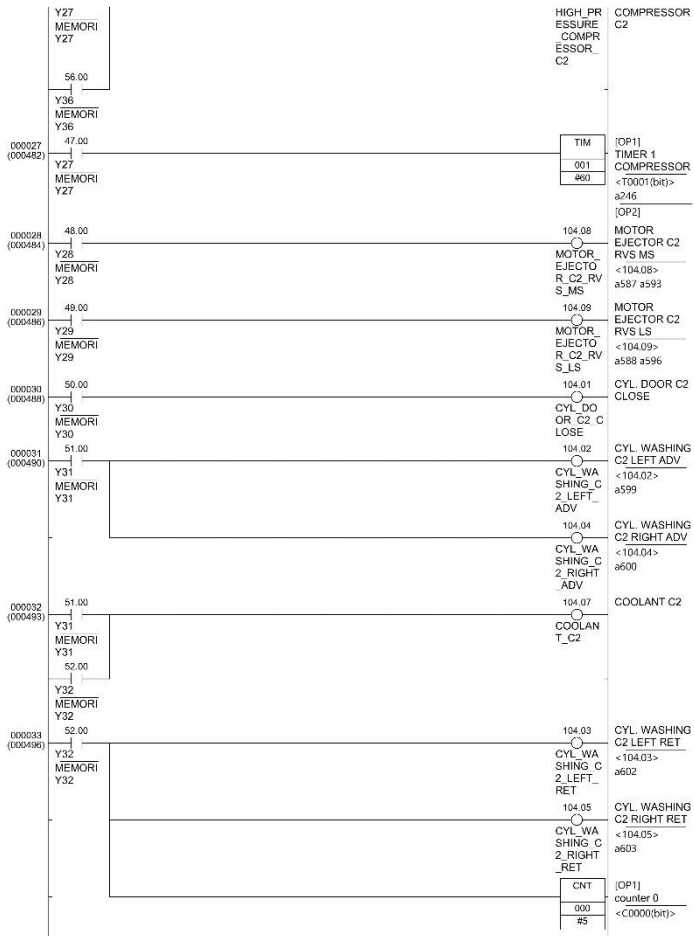


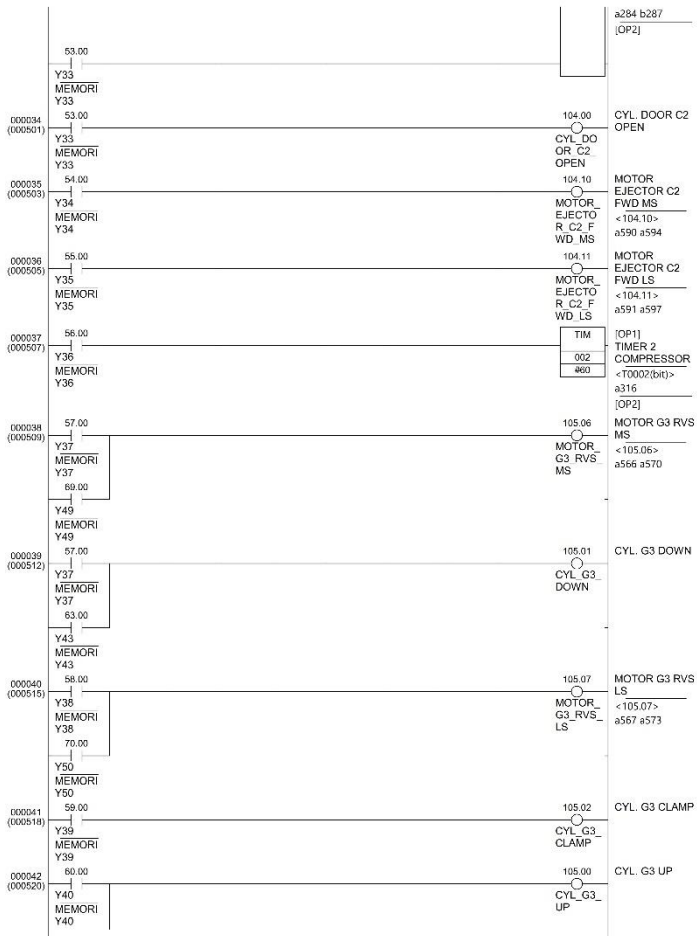


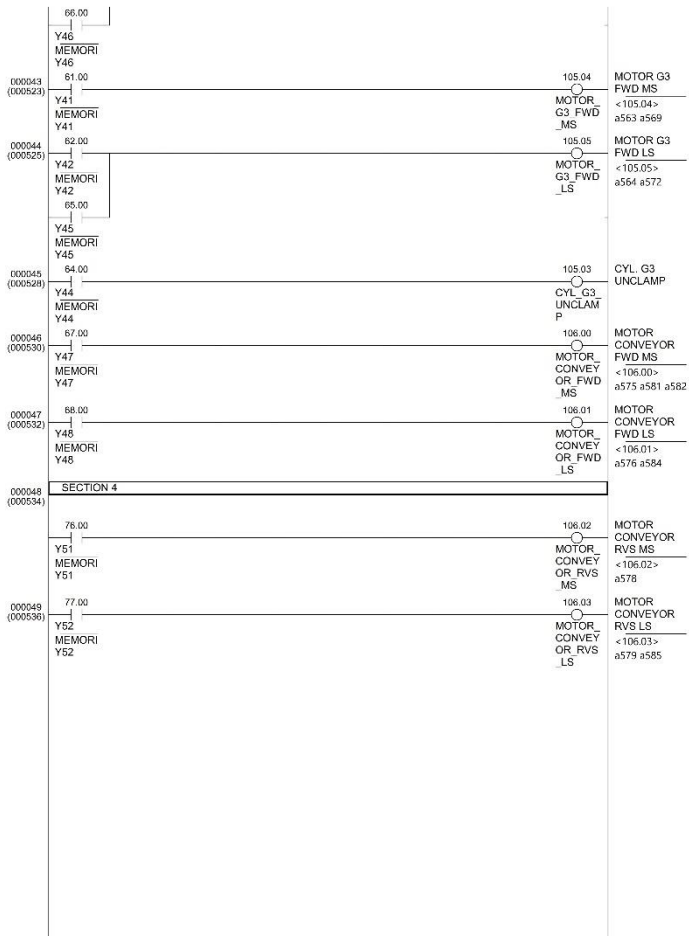












RIWAYAT HIDUP



Fajri Dzulfikar Rosmana, lahir di Bandung pada tanggal 24 Februari 1996. Putra kedua dari pasangan Ayahanda (Alm) Dr. H. Iyos Ana Rosmana, S.Pd., M.Pd. dan ibunda Hj. Nani Haerani, S.Pd. Setelah menempuh Pendidikan formal SMAN 2 Purwakarta, penulis melanjutkan jenjang Pendidikan Diploma 3 jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung dan lulus pada tahun 2017. Selama menjalani pendidikan Diploma, penulis sempat mengikuti kegiatan Internship di PT. Yamaha Indonesia selama kurang lebih 10 bulan serta dilibatkan dalam beberapa project pekerjaan. Penulis kemudian melanjutkan jenjang pendidikan program Lintas Jalur Sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro, Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan. Selama menjalani program pendidikan Sajarana, penulis sempat mengikuti program kerja praktik di PT. Dirgantara Indonesia dan di tempatkan di bagian *flight control and mechanical systems*. Serta Program Mahasiswa Magang Bersertifikat (PMMB) PLN dan ditempatkan di PLN ULP Krian.

Kontak:

Email : rangerfd@hotmail.com, rangerfd@gmail.com

HP : +6281311533458

[Halaman ini sengaja dikosongkan]