

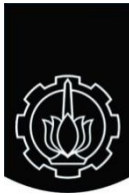
**TUGAS AKHIR - TE 091599**

**KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN BANTUAN  
*GRAFCE*T UNTUK *FACTORY AUTOMATIC TRAINER***

Raka Aditya Nugraha  
NRP. 0711144000085

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE 091599**

**KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN BANTUAN  
*GRAF CET* UNTUK *FACTORY AUTOMATIC TRAINER***

Raka Aditya Nugraha  
NRP. 07111440000085

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**FINAL PROJECT - TE 091599**

## **Ladder Diagram Construction by Grafcet Method to Factory Automatic Trainer**

Raka Aditya Nugraha  
NRP. 07111440000085

Supervisor  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, ST., MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi dari laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya pribadi tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dalam penggunaannya, dan tidak mengakui karya pihak manapun sebagai hasil pribadi.

Referensi yang di berikan pada laporan ini mengikuti peraturan yang telah dikutip maupun ditulis secara lengkap pada bagian daftar pustaka

Jika terbukti tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang telah diberikan

Surabaya, Juni 2018

Raka Aditya Nugraha  
NRP. 07111440000085

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

**KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN BANTUAN  
GRAFCET UNTUK FACTORY AUTOMATIC TRAINER**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk**

**Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada**

**Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I,**

**Dosen Pembimbing II,**

**Dr. Ir. Mochammad Rameli.**

**Eka Iskandar, ST., MT.**

**NIP : 195412271981031002**

**NIP: 198005282008121001**



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# **KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN BANTUAN *GRAF CET* UNTUK *FACTORY AUTOMATIC TRAINER***

Raka Aditya Nugraha – 07111440000085

Pembimbing : 1. Dr. Ir. Mochammad Rameli  
2. Eka Iskandar, ST., MT.

## **ABSTRAK**

Dalam penggunaan nya sehari-hari, pemrograman yang tersusun membentuk suatu sistem yang bisa digunakan dalam kegiatan industry membutuhkan efisien yang tinggi agar kinerja dalam proses industry menjadi baik.

Contoh dari hal ini adalah *Factory Automatic Trainer* yang berguna dalam pemindahan atau seleksi benda, sistem ini bekerja untuk memindahkan barang secara terprogram dan otomatis.

Keuntungan nya dalah mempersingkat waktu kerja, mengurangi tenaga kerja manusia yang dibutuhkan hingga berkurang nya error yang dihasilkan jika menggunakan tenaga manusia. *Factory Automatic Trainer* memiliki proses dimana barang di pindahkan dari satu titik ke titik lain nya dengan berbagai proses yang ada didalamnya.

Dengan menggunakan ladder diagram, yang nantinya akan diterapkan pada PLC yang ada pada *Factory Automatic Trainer*. Terdapat kekurangan dalam metode diagram ladder, yaitu sulitnya melakukan troubleshoot, sehingga akan sulit mencari kesalahan dalam sistem yang ada. Oleh karena itu dibantu dengan metode *Graf cet* sehingga *troubleshoot* untuk sistem lebih mudah digunakan.

**Kata kunci :** *Factory Automatic Trainer, Graf cet, Ladder Diagram, PLC.*



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# ***Construction of Ladder Diagram using Flow-Table/State Diagram Method for Part Selection and Assembly on Dual Conveyor***

Raka Aditya Nugraha – 07111440000085

*Supervisor* : 1. Dr. Ir. Mochammad Rameli  
2. Eka Iskandar, ST., MT.

## ***ABSTRACT***

*For usage in industrial scale, a program that combined to make a system must be efficient and effective to get maximum profit. Industrial rely on program that can maximize its component to get the best result Example of this is Factory Automatic Trainer that simulate how machine works on industrial. It can minimize human intervene in a process so it will decreasing the error.*

*Ladder Diagram is used on this purpose to program a machine that can help industrial process for increasing efficiency that can't be achieve by manpower before.*

*Ladder Diagram will be use by Programmable Logic Controller that being use on Factory Automatic Trainer. Ladder Diagram will programmed based on Grafcet Methods, which can make it better for size storage and troubleshooting for debugging error*

***Keywords :*** Conveyor, Flow-Table/State Diargam, Ladder Diagram, PLC, Rung.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur pada kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas berkatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Kontruksi Diagram Ladder dengan Bantuan *Grafcet* untuk *Factory Automatic Trainer*”** untuk memenuhi syarat kelulusan pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga terutama orang tua, Dea, Adhira dan Mirza yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis selama pembuatan buku ini berlangsung
2. Bapak Mochamad Rameli selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan pengarahan, saran dan motivasi dalam kelancaran tugas akhir ini.
3. Bapak Eka Iskandar selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
4. Rekan-rekan asisten laboratorium.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Kritik dan saran untuk perbaikan tugas akhir ini sangat diperlukan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juni 2018

Penulis

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Metodologi .....	2
1.6 Sistematika .....	4
1.7 Relevansi .....	5
<b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	<b>7</b>
2.1 <i>Factory Automatic Trainer</i> .....	7
2.1.1 <i>Line Movement Module</i> .....	8
2.1.2 <i>Conveyor and Separation Process</i> .....	9
2.1.3 <i>Pick and Place</i> .....	11
2.1.4 <i>Conveyor Transfer and Stopper</i> .....	12
2.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> .....	14
2.2.1 Bahasa Pemrograman PLC.....	14
2.3 <i>Grafcet</i> .....	15

2.4	Konversi Grafcet ke Ladder Diagram .....	17
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM .....		19
3.1	Perumusan Sistem <i>Factory Automatic Trainer</i> .....	19
3.1.1	Fungsi Input.....	200
3.1.2	Fungsi Output .....	211
3.2	Perancangan Sequence .....	23
3.3	Perancangan Grafcet.....	299
3.4	Perancangan Ladder .....	399
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA.....		489
4.1	Proses Implementasi.....	499
4.2	Pengujian Sistem .....	50
4.3	Hasil Pengujian.....	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN .....		57
RIWAYAT HIDUP.....		61

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Factory Automatic Trainer</i> .....	7
<b>Gambar 2.2</b> <i>Line Movement Module</i> .....	8
<b>Gambar 2.3</b> <i>Conveyor and Separation Process</i> .....	9
<b>Gambar 2.4</b> <i>Pick and Place</i> .....	11
<b>Gambar 2.5</b> <i>Conveyor Transfer and Stopper</i> .....	12
<b>Gambar 2.6</b> <i>PLC LG GLOFA</i> .....	14
<b>Gambar 2.7</b> <i>Ladder Diagram</i> .....	15
<b>Gambar 2.8</b> <i>Grafcet</i> .....	16
<b>Gambar 2.9</b> <i>Contoh Grafcet</i> .....	17
<b>Gambar 2.10</b> <i>Contoh Konversi Grafcet ke Ladder Diagram</i> .....	18
<b>Gambar 3.1</b> <i>Bahan Kerja</i> .....	19
<b>Gambar 3.2</b> <i>Modul Conveyor and Separation</i> .....	23
<b>Gambar 3.3</b> <i>Modul Pick and Place</i> .....	24
<b>Gambar 3.4</b> <i>Modul Conveyor and Stopper</i> .....	25
<b>Gambar 3.5</b> <i>Modul Line Movement</i> .....	26
<b>Gambar 3.6</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 1-2)</i> .....	34
<b>Gambar 3.7</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 3-4)</i> .....	35
<b>Gambar 3.8</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 5-9)</i> .....	36
<b>Gambar 3.9</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 10-12)</i> .....	37
<b>Gambar 3.10</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 13-17)</i> .....	38
<b>Gambar 3.11</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 18-21)</i> .....	39
<b>Gambar 3.12</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 1-2)</i> .....	40
<b>Gambar 3.13</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 1-2)</i> .....	40
<b>Gambar 3.14</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 3)</i> .....	41
<b>Gambar 3.15</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 3)</i> .....	41
<b>Gambar 3.16</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 4-6)</i> .....	42
<b>Gambar 3.17</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 4-6)</i> .....	43
<b>Gambar 3.18</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 7-8)</i> .....	43
<b>Gambar 3.19</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 7-8)</i> .....	44
<b>Gambar 3.20</b> <i>Rancangan Grafcet (Step 9-12)</i> .....	44
<b>Gambar 3.21</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 9-12)</i> .....	45
<b>Gambar 3.22</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 16-20) Bahan Hitam</i> .....	46
<b>Gambar 3.23</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Step 17-20 ) Bahan Biru</i> .....	46
<b>Gambar 3.24</b> <i>Rancangan Ladder Diagram (Output)</i> .....	47
<b>Gambar 4.1</b> <i>Rancangan Pengkabelan pada Eject</i> .....	49
<b>Gambar 4.2</b> <i>Rancangan Pengkabelan pada alamat START</i> .....	50
<b>Gambar 4.3</b> <i>Perbandingan Waktu Bahan</i> .....	51



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Keterangan Address dan Digital Input <i>Line Movement Module</i> .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Keterangan Address dan Digital Output <i>Line Movement Module</i> .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Keterangan Address dan Digital Input <i>Conveyor and Separation Process</i> .....	10
<b>Tabel 2.4</b> Keterangan Address dan Digital Output <i>Conveyor and Separation Process</i> .....	10
<b>Tabel 2.5</b> Keterangan Address dan Digital Input <i>Pick and Place</i> .....	11
<b>Tabel 2.6</b> Keterangan Address dan Digital Output <i>Pick and Place</i> .....	12
<b>Tabel 2.7</b> Keterangan Address dan Digital Input <i>Conveyor Transfer and Stopper</i> .....	13
<b>Tabel 2.8</b> Keterangan Address dan Digital Output <i>Conveyor Transfer and Stopper</i> .....	13
<b>Tabel 2.9</b> Keterangan Bagian-bagian <i>Grafcet</i> .....	17
<b>Tabel 3.1</b> <i>Input</i> Sistem dan Fungsi .....	21
<b>Tabel 3.2</b> <i>Output</i> Sistem dan Fungsi .....	22
<b>Tabel 3.3</b> <i>Action</i> Sistem pada <i>Factory Automatic Trainer</i> .....	26
<b>Tabel 3.4</b> <i>Action</i> dan <i>Transition</i> pada <i>Grafcet</i> .....	28
<b>Tabel 3.5</b> Penamaan <i>Variabel</i> dan <i>Input</i> pada <i>Grafcet</i> .....	32
<b>Tabel 3.6</b> Penamaan <i>Variabel</i> dan <i>Output</i> pada <i>Grafcet</i> .....	33
<b>Tabel 3.7</b> Penamaan <i>Variabel</i> dan <i>Step</i> pada <i>Grafcet</i> .....	33
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Waktu Hasil Pengujian.....	51

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bab ini akan menjelaskan tahapan perancangan sistem Factory Automatic Trainer yang akan dirancang melalui metode Grafcet yang nantinya akan dibuat bentuk Ladder Diagram, lalu akan di implementasikan ke dalam Factory Automatic Trainer.

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia industri, banyak proses yang melibatkan bahan-bahan yang digunakan sebagai proses produksi pada industri tersebut. Proses ini membutuhkan perpindahan bahan-bahan, agar bisa mengikuti alur proses produksi. Proses ini sangat membutuhkan bantuan dari mesin agar perpindahan terjadi secara cepat, tepat dan aman. Penggunaan alat konvensional seperti truk dan gerobak memiliki kerugian, yang bisa dicegah dengan penggunaan mesin, yang bekerja lebih efisien dan lebih aman dalam proses pemindahan bahan-bahan tersebut

Proses pemindahan dengan menggunakan bantuan mesin memiliki komponen-komponen yang bekerja sama, dan menjalankan fungsi masing-masing sehingga dapat membuat sistem transportasi untuk bahan industri. Komponen akan bekerja secara otomatis dalam keadaan kondisi yang telah diatur sesuai kebutuhan industri. Komponen-komponen ini membutuhkan sebuah kontroler, agar sistem berjalan dengan otomatis. Kontroler yang digunakan adalah Programmable Logic Controller (PLC). Dan bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah ladder diagram karena lebih mudah dan telah banyak digunakan di dunia industri

Dalam pembuatan ladder diagram ada banyak metode yang bisa digunakan, contohnya Grafcet, dengan menggunakan Grafcet dalam pembuatan Ladder Diagram membuat program dapat dibuat akan lebih mudah digunakan ketika terjadi troubleshoot dan akan lebih mudah dalam problem solving. Lalu, penggunaan metode ini diharapkan dapat meminimalkan program ladder diagram dan membuat konstruksi ladder diagram menjadi lebih terstruktur. Karena itu dibutuhkan metode dengan efisiensi yang tinggi agar membuat pekerjaan ini menjadi lebih mudah, yang nantinya ladder diagram tersebut akan diimplementasikan pada kontrol proses plant factory automatic trainer

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berikut merupakan permasalahan yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Proses pemindahan benda dan seleksi benda yang masih dilakukan secara manual oleh seorang operator, sehingga membutuhkan pengawasan dan pengaturan yang intensif terhadap benda yang sedang dipindahkan

Perancangan kontruksi ladder diagram yang kurang efisien dalam pembuatan dan problem solving, dikarenakan pada pembuatan kontruksi ladder diagram masih menggunakan logika perorangan yang belum digunakan referensi metode khusus.

## **1.3 Batasan Masalah**

Terdapat beberapa batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Terdapat tiga jenis bahan yang telah dipilih untuk dijadikan objek produksi dari *Factory Automatic Trainer*
2. Sistem hanya dibuat untuk mensimulasikan proses produksi benda, yang nantinya akan di sortir menurut bahan benda.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah

Hasil dari permodelan yang dikontruksi menggunakan ladder diagram, dengan bantuan metode Grafcet. Yang nantinya Ladder diagram tersebut akan di implementasikan pada plant factory automatic trainer menggunakan programmable logic controller (PLC)

Terbentuknya proses otomasi yang sesuai dengan sekuen yang diinginkan untuk plant factory automatic trainer

## **1.5 Metodologi**

### **1. Studi Literatur**

Kegiatan untuk menambah pengetahuan tentang teori-teori berhubungan dengan topik yang diambil sebagai judul. Literatur dapat berupa paper sains, buku, artikel dan jurnal hingga website.

### **2. Observasi dan Analisa Masalah**

Kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang judul penelitian yang dipilih sebagai topik tugas akhir. Informasi ini berupa pembelajaran dalam memprogram PLC menggunakan ladder diagram dengan bantuan metode Grafcet, dan untuk menganalisa masalah yang terjadi selama pemrograman

### 3. Pendataan Input dan Output

Setelah mengetahui permasalahan,selanjutnya mempelajari metode Grafcet yang akan digunakan sebagai pemecah masalah dalam Bahasa Ladder. Melihat error dan input output proses pemrograman. Yang nantinya akan dirancang menjadi Grafcet lalu diubah menjadi Ladder dan akan digunakan pada PLC.

### 4. Perancangan pada Grafcet

Perancangan ini menggabungkan komponen-komponen yang sebelumnya terpisah menjadi suatu sistem yang memiliki integrasi,mempresentasikan hasil input dan output Grafcet

### 5. Konversi Grafcet ke Ladder Diagram

Metode Grafcet dapat membuat Ladder Diagram lebih mudah dipahami, dan pencarian error atau problem solving dalam suatu rancangan lebih mudah dan efisien. Diawali dengan membuat Input Output dari proses Factory Automatic Trainer dengan semua kebutuhan kondisi nya,lalu diubah ke bentuk Ladder Diagram

### 6. Simulasi Program pada Software dan Analisis

Hasil dari konversi ke Ladder diagram akan dilanjutkan dengan simulasi dari hasil tersebut. Mengkoreksi output yang dikeluarkan sistem dengan sistem tanpa grafcet dan melakukan analisa pada hasil uji tersebut

### 7. Tahap Pengujian

Hasil dari pemodelan sistem digunakan untuk membuat konstruksi ladder diagram yang akan diprogram pada PLC. Tahap pengujian dilakukan kepada beberapa bagian, bagian yang pertama adalah perancangan program pada Grafcet, dengan program ladder diagram sebelum diimplementasikan pada plant menggunakan PLC Tahap pengujian yang kedua adalah pada wiring PLC dengan plant factory automatic trainer di ruang kerjasama Teknik Sistem Pengaturan Departemen Teknik Elektro ITS. Pengujian terhadap masing wiring komponen dilakukan untuk mengetahui komponen bekerja dengan baik atau tidak, kemudian antara program dengan plant telah terhubung dengan baik atau terdapat kendala. Tahap terakhir adalah pengujian secara keseluruhan proses otomasi pada plant factory automatic trainer.

## 8. Analisa dan Evaluasi

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian yang telah disimulasikan, baik itu pengujian pada program yang telah dibuat pada *Grafcet* maupun program yang telah dikonversi ke ladder diagram. Apabila pada ketiga bagian tersebut belum sesuai dengan spesifikasi yang telah diinginkan maka akan dilakukan evaluasi. Apabila saat pengujian belum sesuai dengan spesifikasi yang telah diinginkan maka akan dilakukan evaluasi.

## 9. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari proses pengerjaan tugas akhir. Laporan yang akan disusun berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir yang telah dikerjakan yang meliputi pendahuluan, dasar teori, perancangan sistem, pengujian dan analisa, serta kesimpulan dan saran.

### 1.6 Sistematika

Laporan penelitian ini terbagi menjadi lima bab yang berkaitan antara satu dan lainnya. Ini dilakukan untuk menghindari kesalahan interpretasi terhadap isi yang terdapat pada laporan ini. Penjelasan tentang masing-masing bab dibuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### Bab I Pendahuluan

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

#### Bab II Dasar Teori

Bab ini membahas tinjauan pustaka yang membantu penelitian, di antaranya adalah teori *Grafcet* dan PLC yang akan menjelaskan bagaimana program di bentuk, serta mesin *Factory Automatic Trainer* beserta modul-modul yang digunakan didalamnya.

#### Bab III Perancangan Sistem

Bab ini akan membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan sistem pada *Factory Automatic Trainer* pendefinisian fungsi dari tiap I/O nya, serta pemodelan sistem *Grafcet* dengan menggunakan rancangan *sequence* yang telah dibuat, dan terakhir perancangan *ladder diagram* sehingga hasil rancangan akan bisa di simulasikan pada *GMWIN* dan bisa didapatkan hasil nya.

#### Bab IV Hasil dan Analisa

Bab ini memuat hasil penerapan pemodelan yang telah dibuat dan analisanya.

## Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

### 1.7 Relevansi

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Menjadi referensi pembuatan konstruksi ladder diagram ke PLC yang dapat dimanfaatkan agar memudahkan proses *Factory Automatic Trainer*
2. Menjadi referensi bagi mahasiswa yang akan mengerjakan studi tugas akhir yang menggunakan metode *Grafcet*.



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB 2

### DASAR TEORI

Suatu teori diperlukan sebagai landasan maupun dasar untuk penulis dalam melakukan sebuah penelitian. Teori-teori tersebut dikaji terlebih dahulu untuk menunjang serta memperkuat penelitian penulis. Pada bab ini akan diuraikan teori mengenai *plant*, kontroler dan metode yang digunakan untuk mengatasi masalah pada tugas akhir ini.

#### 2.1 *Factory Automatic Trainer*

*Factory Automatic Trainer* (FAT) merupakan sebuah alat yang digunakan sebagai media pembelajaran yang terdapat di industri, dengan dilengkapi 5 sub modul yang diintegrasikan sehingga saling berhubungan dan diaplikasikan secara otomatis. Modul tersebut adalah *Line Movement Module*, *Separation Module*, *Stopper Module*, *Pick and Place Module* dan *Control Unit*. *Factory Automatic Trainer* dilengkapi dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) LG tipe GM4 yang dihubungkan melalui port-port pada control panel yang terdapat pada control unit.



**Gambar 2.1** *Factory Automatic Trainer* [1]

### 2.1.1 *Line Movement Module*

Modul *line movement* digunakan untuk memindahkan benda dengan cara memuat benda dan melepaskan benda dari titik A ke titik B. *Line movement* bergerak secara *vertical* dan *horizontal*, *vertical* untuk mengambil benda dan melepaskan benda kemudian *horizontal* untuk perpindahan benda. Kecepatan pergerakan *line movement* dipengaruhi oleh *finger cylinder*. Modul ini juga dilengkapi dengan sesor sebagai pendeteksi benda tersebut siap dipindahkan dan sensor apabila benda telah sampai dipindahkan serta terdapat selenoid yang digunakan untuk memisahkan barang yang tepat sesuai keinginan.



**Gambar 2.2** *Line Movement Module* [1]

Komponen *Line Movement*:

1. *Finger Cylinder (Forward / Backward)*
2. *Finger Cylinder (Up / Down)*
3. *Finger Grip (Closed / Open)*

Memiliki Digital Input dan Output seperti berikut

**Tabel 2.1** Keterangan Address dan Digital Input

Address	Digital Input
%IX0.0.0	<i>Forward</i>
%IX0.0.1	<i>Backward</i>

%IX0.0.2	<i>Up</i>
%IX0.0.3	<i>Down</i>
%IX0.0.4	<i>Finger Open</i>
%IX0.0.5	<i>Finger Grip</i>

**Tabel 2.2** Keterangan Address dan Digital Output

<b>Address</b>	<b>Digital Output</b>
%QX0.2.0	<i>Forward</i>
%QX0.2.1	<i>Backward</i>
%QX0.2.2	<i>Up</i>
%QX0.2.3	<i>Down</i>
%QX0.2.4	<i>Finger Grip</i>

### **2.1.2 Conveyor and Separation Process**

Separation and Conveyor Transfer Module. Pada modul ini terdapat 3 pengerjaan, yakni insert benda, memisahkan benda yang tidak sesuai keinginan (sparation) dan mengirim benda dengan conveyor (conveyor transfer). Benda yang akan di transfer perlu diklasifikasikan terlebih dahulu, apabila benda sesuai dengan spesifikasi maka benda akan diteruskan menuju pick and place process, jika tidak sesuai maka benda akan dipisahkan menggunakan penumatic double selenoid.



**Gambar 2.3** Conveyor and Separation Process [1]

Komponen Conveyor and Separation Process:

1. *Work Supply Megazine*
2. *Solenoid valve 5/2*
3. *Konveyor Belt*
4. *Motor speed control*
5. *Capacitive sensor*
6. *Photo sensor*
7. *Proximity Sensor*
8. *Photo fiber sensor*

Memiliki Digital Input dan Output seperti berikut:

**Tabel 2.3** Keterangan Address dan Digital Input

<b>Address</b>	<b>Digital Input</b>
%IX0.0.6	<i>Magazine</i>
%IX0.0.7	<i>Photo Sensor</i>
%IX0.0.8	<i>Proximity Sensor</i>
%IX0.0.9	<i>Capacitive Sensor</i>
%IX0.0.10	<i>Insert</i>
%IX0.0.11	<i>Insert Return</i>
%IX0.0.12	<i>Eject</i>
%IX0.0.13	<i>Eject Return</i>
%IX0.0.14	<i>End</i>

**Tabel 2.4** Keterangan Address dan Digital Output

<b>Address</b>	<b>Digital Output</b>
%QX0.2.7	<i>Insert Return</i>
%QX0.2.8	<i>Eject</i>
%QX0.2.9	<i>Eject Return</i>
%QX0.2.10	<i>Conveyor On</i>

### 2.1.3 *Pick and Place*

Modul pick and place process digunakan untuk memindahkan benda dengan cara mengangkat benda dari line 1 ke line 2. Modul ini juga dilengkapi dengan indikator lampu 3 warna yang digunakan sesuai keinginan seperti lampu hijau proses on dan lampu merah terjadi permasalahan. Pick and place process digerakkan memutar menggunakan vacuum generator yang terdapat *rotary cylinder* dengan dua aksi yakni, *vertical* dan *horizontal*.



**Gambar 2.4** *Pick and Place* [1]

Komponen *Pick and Place*:

1. *Rotary Cylinder (CW/CCW)*
2. *Horizontal / vertical Cylinder*
3. *Vacuum pad*
4. *Speed control*
5. *Solenoid valve*

Memiliki Digital Input dan Output seperti berikut

**Tabel 2.5** Keterangan Address dan Digital Input

Address	Digital Input
%IX0.0.2	<i>Up</i>
%IX0.0.3	<i>Down</i>
%IX0.0.4	<i>Finger Open</i>
%IX0.0.5	<i>Finger Grip</i>
%IX0.0.6	<i>Magazine</i>
%IX0.0.7	<i>Photo Sensor</i>

%IX0.0.8	<i>Proximity Sensor</i>
%IX0.0.9	<i>Capacitive Sensor</i>
%IX0.0.10	<i>Insert</i>

**Tabel 2.6** Keterangan Address dan Digital Output

Address	Digital Output
%QX0.3.6	<i>Rotary CCW</i>
%QX0.3.7	<i>Rotary CW</i>
%QX0.3.8	<i>Up</i>
%QX0.3.9	<i>Down</i>
%QX0.3.10	<i>Vacuum</i>

### 2.1.4 *Conveyor Transfer and Stopper*

Modul conveyor transfer & stopper digunakan untuk mentransfer benda dari pick and place menuju line movement, benda tersebut akan di proses terlebih dahulu pada modul ini. Benda yang akan diproses akan diberhentikan selama waktu tertentu untuk di proses menggunakan mesin drilling. Setelah benda diproses benda akan diterukan menuju line movement untuk dipindahkan



**Gambar 2.5** *Conveyor Transfer and Stopper* [1]

Komponen *Conveyor Transfer And Stopper*:

1. *Konveyor belt*

2. *Mesin Drilling*
3. *Optical sensor & stopper*
4. *Photo Fiber Sensor*
5. *Motor speed control*
6. *Solenoid valve*

Memiliki Digital Input dan Output seperti berikut:

**Tabel 2.7** Keterangan Address dan Digital Input

<b>Address</b>	<b>Digital Input</b>
%IX0.0.6	<i>Magazine</i>
%IX0.0.7	<i>Photo Sensor</i>
%IX0.0.8	<i>Proximity Sensor</i>
%IX0.0.9	<i>Capacitive Sensor</i>
%IX0.0.10	<i>Insert</i>
%IX0.0.11	<i>Insert Return</i>
%IX0.0.12	<i>Eject</i>
%IX0.0.13	<i>Eject Return</i>
%IX0.0.14	<i>End</i>

**Tabel 2.8** Keterangan Address dan Digital Output

<b>Address</b>	<b>Digital Output</b>
%IX0.0.6	<i>Magazine</i>
%IX0.0.7	<i>Photo Sensor</i>
%IX0.0.8	<i>Proximity Sensor</i>
%IX0.0.9	<i>Capacitive Sensor</i>
%IX0.0.10	<i>Insert</i>
%IX0.0.11	<i>Insert Return</i>
%IX0.0.12	<i>Eject</i>
%IX0.0.13	<i>Eject Return</i>
%IX0.0.14	<i>End</i>



## 2.2 *Programmable Logic Controller (PLC)*

*Programmable Logic Controller (PLC)* adalah sebuah alat yang dibuat sebagai pengatur instruksi-instruksi yang di aplikasikan pada suatu alat. Bisa juga sebagai pengatur *sequence* (urutan), timer dan operasi lainnya.

PLC dibuat dengan tujuan mempermudah suatu sistem control yang awalnya menggunakan relay, karena penggunaan relay pada suatu industrial membuat sistem tersebut tidak fleksibel akan adanya perubahan. Hal ini membuat PLC menjadi lebih superior dibandingkan sistem relay.



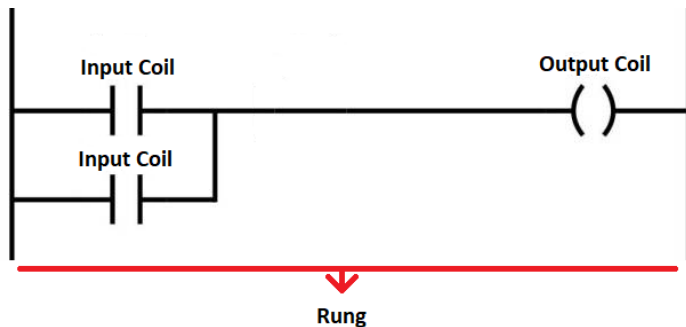
**Gambar 2.6** PLC LG GLOFA

### 2.2.1 Bahasa Pemrograman PLC

Berdasarkan standar yang telah ditentukan oleh IEC (*International Electrotechnical Commission*), badan standardisasi dunia dalam bidang teknik elektro, terdapat beberapa bahasa pemrograman PLC, yaitu :

### 1. *Ladder Diagram (LD)*

Ladder sendiri merupakan bahasa pemrograman pertama yang diciptakan untuk PLC. Seperti namanya, Gambar 2.7 menunjukkan bahwa bentuk bahasa ini mirip dengan tangga (ladder). Diagram Ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Program *ladder* ditulis menggunakan bentuk gambar atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti *normally open contact*, *normally closed contact*, *timer*, *counter*, *sequencer* ditampilkan seperti dalam bentuk gambar.



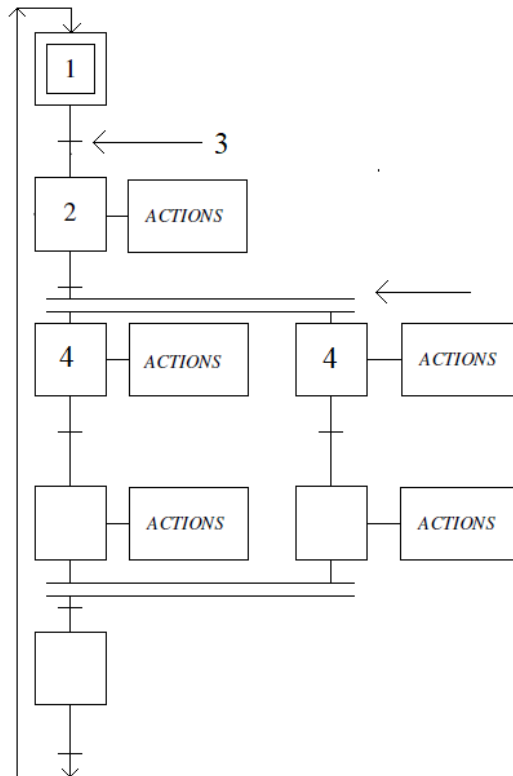
**Gambar 2.7** *Ladder Diagram*

Pada anak tangga (rung) terdapat komponen-komponen pemrograman LD seperti bagian *contact* (sebagai *input*) dan *coil* (sebagai *output*). *Rung* berada diantara dua garis vertikal, yaitu *power rail* dan *neutral rail* yang menggambarkan aliran program dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah seperti aliran arus listrik.

## 2.3 *Grafcet*

Grafcet adalah bahasa grafis standar dan alat pemodelan yang dapat diterapkan untuk menggambarkan perilaku sistem kejadian diskrit . Dikembangkan untuk *Programmable Logic Controllers (PLC)*, yang merupakan komputer khusus yang digunakan di industri otomatisasi. Setiap konstruktor PLC menyediakan alat khusus untuk menyusun *grafcet*

dan menghasilkan kode yang dapat dieksekusi. Sebuah *Grafcet* Struktur dibagi menjadi beberapa langkah (step), dipisahkan oleh transisi (bergantian). Setiap step memiliki seperangkat syarat yang harus dilakukan jika ingin step tersebut aktif. Pada *grafcet* selama eksekusi, dapat mengaktifkan beberapa step. Setiap transisi memiliki kondisi logika yang harus dipenuhi.



**Gambar 2.8** *Grafcet* [8]

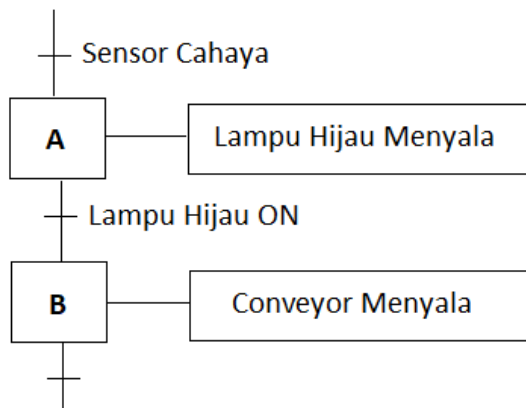
Pada gambar diatas ditunjukkan contoh *Grafcet* dan bagian – bagian nya.

**Tabel 2.9** Keterangan Bagian-bagian Grafcet

No	Nama	Keterangan
1	<i>Initial Step</i>	Peng-inisialisasian dari sistem
2	Step	Kondisi atau langkah
3	Transisi	Syarat yang harus dipenuhi untuk mengaktifkan sebuah step
4	<i>Simultaneous Activation</i>	Step pilihan yang akan aktif dimana jika nilai transisi nya terpenuhi, tergantung transisi mana yang memenuhi
5	<i>Actions</i>	Hasil output yang diinginkan pada suatu step

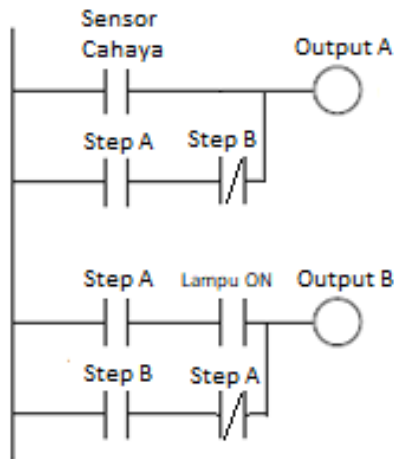
## 2.4 Konversi Grafcet ke Ladder Diagram

Untuk mengkonversi *Grafcet* ke *Ladder Diagram* dilakukan dengan mengubah satu step pada *grafcet* menjadi satu rung. Pertama untuk Input Coil pada ladder diagram adalah syarat atau transisi dari step yang ingin diubah. Contoh nya pada gambar



**Gambar 2.9** Contoh Grafcet

Disini adalah contoh dari Grafcet yang nantinya akan diubah ke *Ladder Diagram*, disini step A memiliki transisi Sensor Cahaya dan output Lampu Hijau menyala. Maka *Ladder Diagram* nya akan menjadi seperti berikut.



**Gambar 2.10** Contoh Konversi *Grafcet* ke *Ladder Diagram*

Disini input untuk rung pertama adalah Sensor Cahaya yang akan mengaktifkan Lampu Hijau. Dibawah sensor cahaya adalah syarat dari rung pertama yaitu rung A hanya aktif ketika step B belum aktif. Maka setelah Step B aktif rung A akan mati.

Untuk rung B input nya adalah step sebelumnya dan tambahan deteksi input adanya lampu menyala, yang sebelumnya sudah diaktifkan oleh rung B. Dan aktifasi rung B membutuhkan untuk step A dalam keadaan mati.

## BAB 3

### PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas tahapan dalam merancang alur sequence dari FAT yang nantinya akan digunakan dalam proses pembuatan sekrup yang memiliki 3 tipe bahan dasar yang akan dipisahkan menggunakan sensor

#### 3.1 Perumusan Sistem *Factory Automatic Trainer*

Pada tugas akhir ini, permasalahan yang akan dibahas adalah perancangan sistem dalam produksi barang dengan 3 bahan yang berbeda, benda yang pertama berwarna silver berbahan besi, dan benda kedua berwarna biru dengan bahan plastik yang terakhir benda 3 adalah berwarna hitam dengan bahan plastik keras. Seperti gambar dibawah berikut.



**Gambar 3.1** Bahan Kerja

Lalu ketiga bahan tadi nantinya akan di pisahkan menurut bahannya. Bahan berwarna silver nantinya tidak akan digunakan untuk proses produksi, dan akan dipisahkan pada *conveyor & separation module*. Lalu selanjutnya bahan yang telah melalui tahap *separation* akan di proses pada *conveyor 2*, dimana akan dipindahkan menggunakan modul *pick & place*, menggunakan *vacuum* sebagai alat yang menahan benda selama dalam proses pemindahan dari *conveyor 1* menuju *conveyor 2*. Setelah menuju conveyor 2 benda akan menuju tempat drilling, disini benda akan dipisahkan menurut bahan nya, untuk bahan biru waktu timer akan menyala selama 3 detik, sedangkan untuk bahan hitam akan berjalan 5

detik. Selama proses drilling ini berlangsung bahan-bahan yang ada akan ditahan oleh stopper yang berguna untuk menahan laju bahan ketika sedang proses *drilling*. Selanjutnya adalah proses package, proses ini akan menggunakan modul *line movement* untuk memindahkan barang dan menjatuhkan barang ke dalam proses *package* sesuai dengan bahan nya. Bahan hitam akan dijatuhkan oleh *line movement* setelah berjalan 3 detik setelah pengangkatan barang pada *conveyor 2*, lalu barang biru akan dikembalikan ke *conveyor 1* untuk dilanjutkan ke proses *packaging* yang terpisah.

Dalam perancangan ini perumusan perancangan akan dibagi empat yaitu:

- Pendefinisian *Input/Output*
- Perancangan *Sequence*
- Perancangan *Grafcet*
- Konversi *Grafcet-Ladder Diagram*

### 3.1.1 Fungsi Input

Inisialisasi input adalah proses penamaan *variable* pada ouput *Factory Automatic Trainer* yang nantinya akan digunakan dalam proses perancangan *ladder* yang akan menyimbolkan input dari FAT itu sendiri. Setelah inisialisasi ini input akan ditulis sebagai berikut:

**Tabel 3.1** *Input Sistem dan Fungsi*

No	Input	Keterangan	Fungsi
1	Tombol Mulai	Start	Untuk memulai program keseluruhan
2	Tombol Stop	Stop	Untuk memberhentikan proses keseluruhan
3	Megazine Sensor	MEGSEN	Mendeteksi ketersediaan benda kerja pada megazine
4	Photo Sensor	PHOSEN	Mendeteksi benda kerja yang memantulkan cahaya pada separation & conveyor transfer
5	Proximity Sensor	PROSEN	Mendeteksi benda kerja dengan material logam pada separation & conveyor transfer
6	Capacitif Sensor	CAPSEN	Mendeteksi benda kerja dengan material logam dan bukan logam

			pada separation & conveyor transfer
7	Photo Fiber Sensor 1	PHOF1SEN (end)	Mendeteksi benda kerja pada proses akhir separation and conveyor transfer.
8	Optical Sensor	OPTSEN	Mendeteksi benda kerja pada posisi dibawah mesin drill (letak benda conveyor transfer & stopper)
9	Photo Fiber Sensor	PHOF2SEN (end)	Mendeteksi benda kerja pada proses akhir conveyor transfer & stopper
10	AutoSwitch	SW	Mendeteksi tiap limit switch yang ada pada FAT

### 3.1.2 Fungsi Output

Inisialisasi output adalah proses penamaan variable pada ouput Factory Automatic Trainer yang nantinya akan digunakan dalam proses perancangan ladder yang akan menyimbolkan output dari FAT itu sendiri.

Setelah inisialisasi ini output akan ditulis sebagai berikut:

**Tabel 3.2** *Output* Sistem dan Fungsi

No	Output	Keterangan	Fungsi
1	Conveyor 1	CONV1	Membawa benda kerja dari magazine dengan penggerak motor DC
2	Pneumatik Supply Insert	PNE1	Mendorong (insert) benda kerja pada magazine ke conveyor 1
3	Pneumatik Supply Return	PNE2	Aksi selenoid supply return setelah insert
4	Pneumatik Separtion Eject	PNE3	Menyeleksi (eject) benda kerja berwarna hitam dan bermaterial bukan logam
5	Pneumatik Separtion Return	PNE4	Aksi selenoid separation return setelah eject



6	Rotary Cylinder CW	ROTCW	Rotary cylinder bergerak searah jarum jam
7	Rotary Cylinder CCW	ROTCCW	Rotary cylinder bergerak berlawanan arah jarum jam
8	Rotary Cylinder Up	ROTUP	Rotary Cylinder Bergerak ke atas membawa benda kerja atau standby
9	Rotary Cylinder Down	ROTDO	Rotary Cylinder bergerak kebawah menuju benda kerja atau akan melepaskan benda kerja
10	Vacuum Pad	VAC	Untuk menghisap benda agar menempel pada pad sehingga benda kerja dapat dipindahkan
11	Conveyor 2	CONV2	Membawa benda kerja menuju proses pada mesin drilling
12	Drill Up	DRLUP	Mesin drill bergerak ke atas setelah melakukan proses drilling pada benda kerja
13	Drill Down	DRLDO	Mesin drill bergerak ke bawah menuju benda kerja
14	Drill On	DRLON	Mesin Drill aktif untuk melakukan proses produksi
15	Stopper Up	STOUP	Stopper bergerak bergerak ke atas untuk membuka jalur pada conveyor 2
16	Stopper Down	STODO	Stopper bergerak ke bawah untuk kembali ke posisi memberhentikan benda
17	Finger Cylinder Forward	FINFO	Gerak finger cylinder menuju menuju ke conveyor 1
18	Finger Cylinder Backward	FINBA	Gerak finger cylinder menuju ke conveyor 2
19	Finger Cylinder Up	FINUP	Gerak finger cylinder vertical ke atas untuk membawa benda atau standby

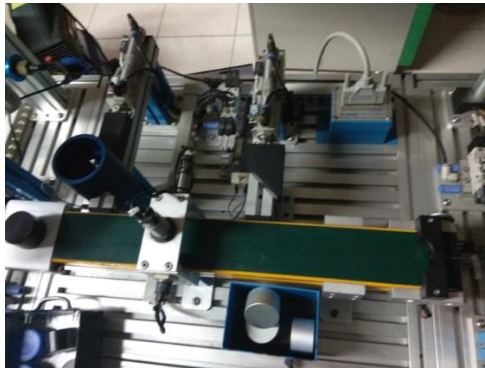
20	Finger Cylinder Down	FINDO	Gerak finger cylinder vertical ke bawah menuju benda kerja dan akan melepaskan benda kerja
21	Finger Grip Closed	FINCLO	Gerak finger grip menjepit benda kerja
22	Finger Grip Open	FINOP	Gerak finger grip melepaskan benda kerja

### 3.2 Perancangan Sequence

Perancangan sequence untuk Factory Automatic Trainer akan menggunakan input dan output yang sebelumnya dijelaskan kegunaannya masing-masing komponen, sehingga memudahkan proses pembuatan ladder. Perancangan ini akan menunjukkan apa saja input dan output yang digunakan dalam suatu tahap (step)

#### 1. Proses pada Modul *Conveyor and Separation*

Disini akan dijelaskan bagaimana proses pada Modul *Conveyor and Separation* bekerja dan memberikan gambaran sistem yang akan dibentuk dalam modul ini. Bagian pada *Conveyor and Separation* dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.2** Modul *Conveyor and Separation*

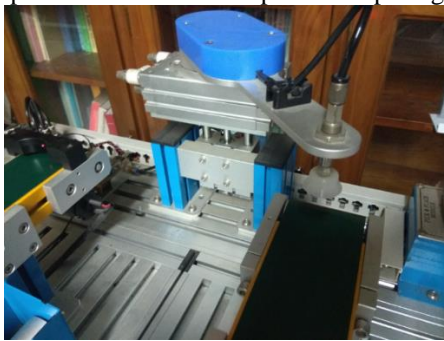
Proses ini dimulai ketika tombol start pada *switch* yang sudah di alamatkan sesuai dengan input tombol start ditekan.

- Saat tombol start ditekan, *magazine sensor* akan aktif dan memeriksa apakah tersedia bahan dalam *magazine* yang siap diproses.
- Ketika *magazine* aktif, *pneumatic insert* akan menyala dan akan mendorong benda menuju *conveyor* pada saat yang bersamaan *conveyor* 1 akan aktif. Lalu bahan yang sudah terbawa oleh *conveyor* 1 akan bergerak menuju sensor.
- Kehadiran bahan yang sudah berada dibawah sensor akan terdeteksi oleh beberapa sensor, yaitu *photo sensor*, *proximity sensor* dan *capacitive sensor*, setelah bahan telah dideteksi oleh sensor maka sensor akan mengaktifkan aksi yang berbeda terhadap hasil deteksi bahan yang ada. Untuk bahan silver atau besi akan mengaktifkan *pneumatic eject* benda yang akan mendorong bahan keluar lintasan *conveyor*, sementara untuk bahan biru dan hitam akan tetap berjalan pada *conveyor* hingga masuk ke proses berikutnya.

Maksud dari perbedaan aksi yang dilakukan pada setiap bahan adalah untuk memilih bahan mana yang nantinya akan diproses lebih lanjut, pada sistem ini dipilih bahan hitam dan biru yang akan diproses lebih lanjut pada tahap selanjutnya, sedangkan bahan silver akan dibuang dan membuat sistem kembali ke awal. Ketika *pneumatic eject* aktif maka selanjutnya adalah aktifnya *pneumatic eject return* dan kembali nya step ke step awal.

## 2. Proses pada Modul *Pick and Place*

Disini akan dijelaskan bagaimana proses pada Modul *Pick and Place* bekerja dan memberikan gambaran sistem yang akan dibentuk dalam modul ini. Bagian pada *Pick and Place* dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.3** Modul *Pick and Place*

Sebagai lanjutan dari proses sebelumnya, pada proses ini dimulai dengan sampainya bahan menuju *photo fiber sensor*.

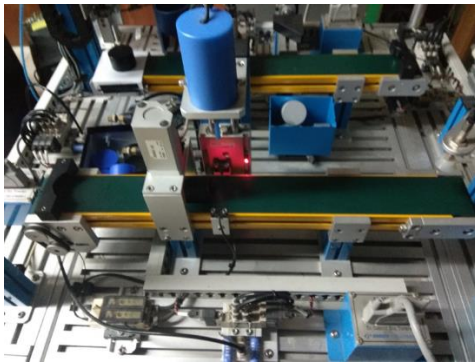
- Ketika bahan terdeteksi oleh *photo fiber sensor* maka tangan *vaccum* akan bergerak searah jarum jam dan mengaktifkan *timer* yang berjalan selama 3 detik.

- Setelah 3 detik, *timer* akan mati dan tangan *vaccum* akan bergerak kebawah, ketika gerakan kebawah maka *vaccum* akan aktif juga untuk menahan benda ketika sedang dipindahkan.

- Ketika benda sudah di tahan oleh *vacuum* selanjutnya adalah gerakan keatas oleh tangan *vacuum* dan dilanjutkan oleh gerakan melawan arah jarum jam yang akan bergerak dari *conveyor 1* menuju *conveyor 2* dengan aktifnya *timer* selama 3 detik. Sesudah tangan *vaccum* bergerak menuju *conveyor 2* maka akan bergerak turun, pada langkah ini *vaccum* akan mati dan *conveyor 2* mulai berjalan.

### 3. Proses pada Modul *Conveyor and Stopper*

Disini akan dijelaskan bagaimana proses pada Modul *Conveyor and Stopper* bekerja dan memberikan gambaran sistem yang akan dibentuk dalam modul ini. Bagian pada *Conveyor and Stopper* dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.4** Modul *Conveyor and Stopper*

Pada proses ini terbagi menjadi dua proses yang terbagi antara bahan biru dan bahan hitam

- Untuk bahan biru akan berjalan melalui *conveyor 2* dan akan melewati proses *drill* setelah 3 detik, ketika bahan telah sampai di *stopper*, maka *drill* akan turun dan melakukan proses produksi.
- Untuk bahan hitam akan berajalan melalui *conveyor 2* dan akan melewati proses *drill* setelah 5 detik, ketika bahan telah sampai di *stopper*, maka *drill* akan turun dan melakukan proses produksi
- Setelah benda selesai di produksi, maka stopper akan terangkat dan mengaktifkan *conveyor 2* untuk berjalan menuju *line movement*.

Saat benda di produksi akan aktif timer yang berbeda untuk setiap bahannya, *timer* ini akan mengindikasikan bahwa bahan yang sedang diolah memiliki perbedaan bahan sehingga terjadi perbedaan lama waktu produksi.

#### 4. Proses pada Modul *Line Movement*

Disini akan dijelaskan bagaimana proses pada Modul *Line Movement* bekerja dan memberikan gambaran sistem yang akan dibentuk dalam modul ini. Bagian pada *Line Movement* dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.5** Modul *Line Movement*

Melanjutkan dari proses sebelumnya, proses 4 dimulai ketika benda kerja terdeteksi *photo fiber sensor 2* aktif, disini tangan *line movement* akan mulai bergerak ke kanan dari jalur nya menuju *conveyor 2*.

- Ketika benda sudah menuju (end) maka tangan *line movement* akan bergerak ke arah kiri dan membuka *finger grip* nya, lalu turun dan mengaktifkan *timer* yang akan membedakan antara bahan biru dan hitam saat proses ini.
- Jika tangan sudah membuka dan turun ke arah bahan, selanjutnya adalah penutupan *grip* tangan dan gerakan naik, selanjutnya adalah gerakan bergerak ke arah kiri menuju *conveyor 1*.
- Pada saat yang bersamaan, *timer* akan menghitung untuk waktu pelepasan benda dari tangan *line movement* ketika bergerak ke arah *conveyor 1*, disini benda hitam akan dilepas tepat ketika posisi tangan berada di tengah-tengah jalur pergerakan menuju *conveyor 1*, yang nantinya benda hitam akan dimasukkan kedalam kotak yang sudah disediakan.
- Sedangkan untuk bahan biru gerakan tangan akan turun pada *conveyor 1*, sehingga ini akan membuat bahan biru dilepas tepat saat bahan sudah di atas *conveyor 1*.

Dilakukanya pemisahan berdasarkan dilepasnya barang adalah untuk membedakan hasil produksi akhir berdasarkan jenis bahan, dimana bahan akan dipisah menurut *timer* yang sudah di set sebelumnya. Dan ketika semua bahan sudah dilepas secara otomatis sistem kembali menuju step pertama dan mengulang siklus sistem sebelumnya.

**Tabel 3.3** *Action Sistem pada Factory Automatic Trainer*

No	Action
Init	
1	<i>Insert Pneumatic aktif + Conveyor 1 aktif</i>
2	<i>Pneumatik supply return + Conveyor 1 aktif</i>
3A	<i>Pneumatik separation eject benda kerja</i>
3B	<i>Conveyor 1 aktif</i>
3C	<i>Conveyor 1 aktif</i>
4A	<i>Pneumatic separation eject return + Kembali ke step 1+Timer Aktif</i>
4B	Gerakan <i>Clockwise</i> tangan <i>vaccum</i>
4C	Gerakan <i>Clockwise</i> tangan <i>vaccum</i>
5B	Gerakan ke bawah tangan <i>vaccum + vaccum aktif</i>
5C	Gerakan ke bawah tangan <i>vaccum + vaccum aktif</i>

6B	Gerakan ke atas tangan <i>vaccum</i> + <i>vaccum</i> aktif
6C	Gerakan ke atas tangan <i>vaccum</i> + <i>vaccum</i> aktif
7B	Gerakan <i>Counter Clockwise</i> tangan <i>vaccum</i> + <i>vaccum</i> aktif
7C	Gerakan <i>Counter Clockwise</i> tangan <i>vaccum</i> + <i>vaccum</i> aktif
8B	Gerakan ke bawah tangan <i>vacuum</i> + <i>vacuum</i> aktif
8C	Gerakan ke bawah tangan <i>vacuum</i> + <i>vacuum</i> aktif
9B	<i>Conveyor 2</i> aktif + <i>vacuum</i> non aktif
9C	<i>Conveyor 2</i> aktif + <i>vacuum</i> non aktif
10B	<i>Drill</i> turun dan melakukan produksi + <i>timer</i> untuk bahan hitam aktif
10C	<i>Drill</i> turun dan melakukan produksi + <i>timer</i> untuk bahan hitam aktif
11B	<i>Drill</i> naik dan <i>stopper</i> naik+ <i>Conveyot 2</i> aktif
11C	<i>Drill</i> naik dan <i>stopper</i> naik+ <i>Conveyot 2</i> aktif
12B	Gerakan tangan <i>line movement</i> ke kanan
12C	Gerakan tangan <i>line movement</i> ke kanan
13B	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah+ <i>Line Movement</i> membuka <i>Finger Grip</i>
13C	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah+ <i>Line Movement</i> membuka <i>Finger Grip</i>
14B	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> menutup <i>Finger Grip</i>
14C	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> menutup <i>Finger Grip</i>
15B	<i>Line Movement</i> bergerak ke kiri
15C	<i>Line Movement</i> bergerak ke kiri
16B	<i>Finger Grip Open</i> + <i>Line Movement</i> bergerak ke bawah
16C	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah
17B	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas
17C	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> membuka <i>Finger Grip</i>
18B	Kembali ke Step 1
18C	Kembali ke Step 1

### 3.3 Perancangan *Grafcet*

Perancangan *grafcet* akan menggunakan aturan *grafcet* yang sudah dijelaskan sebelumnya, *sequence-sequence* yang telah didefinisikan sebelumnya akan diubah menjadi step yang nantinya akan membentuk sistem *grafcet*. *Input* dan *Output* pada *grafcet* akan mengikuti rancangan sebelumnya, ada modifikasi dalam perancangan ini, pada bagian sensor.

**Tabel 3.4** *Action dan Transition pada Grafcet*

No	Action	Transition
Init		
1	<i>Insert + Conveyor On</i>	Tombol START Deteksi Magazine Sensor
2	<i>Pneumatik insert return + Conveyor On</i>	Step 1+ Deteksi Pneumatic Insert
3A	<i>Pneumatik Separation eject</i>	Step 3+ Deteksi Photo Deteksi Capacitive Deteksi Proximity
3B	<i>Conveyor On</i>	Step 3+ Deteksi Capacitive Deteksi Proximity
3C	<i>Conveyor On</i>	Step 3+ Deteksi Capacitive
4A	<i>Pneumatik Separation eject return + Kembali ke step 1</i>	Step 3A+ Deteksi Separation Eject Timer Selesai
4B	<i>Rotate Clockwise (RCW)</i>	Step 3B+ Deteksi sensor end
4C	<i>Rotate Clockwise (RCW)</i>	Step 3C+ Deteksi sensor end
5B	<i>Gerakan Down + Vacuum</i>	Step 4B+ <i>Autoswitch RCW</i>



5C	Gerakan <i>Down</i> + <i>Vacuum</i>	Step 4C+ <i>Autoswitch RCW</i>
6B	<i>Movement Up</i> + <i>Vacuum</i>	Step 5B+ <i>Autoswitch Movement Down</i>
6C	<i>Movement Up</i> + <i>Vacuum</i>	Step 5C+ <i>Autoswitch Movement Down</i>
7B	<i>Rotate Counter Clockwise (RCCW)</i> + <i>Vacuum</i>	Step 6B+ <i>Autoswitch Movement Up</i>
7C	<i>Rotate Counter Clockwise (RCCW)</i> + <i>Vacuum</i>	Step 6C+ <i>Autoswitch Movement Up</i>
8B	<i>Down</i> + <i>Vacuum</i>	Step 7B+ <i>Autoswitch RCCW</i>
8C	<i>Down</i> + <i>Vacuum</i>	Step 7C+ <i>Autoswitch RCCW</i>
9B	<i>Conveyor 2 On</i>	Step 8B+ <i>Autoswitch Movement Down</i>
9C	<i>Conveyor 2 On</i>	Step 8C+ <i>Autoswitch Movement Down</i>
10B	<i>Drill Down</i> + <i>Produksi</i>	Step 9B+ <i>Sensor Photo Fiber Timer Drill Aktif</i>
10C	<i>Drill Down</i> + <i>Produksi</i>	Step 9C+ <i>Sensor Photo Fiber Timer Drill Aktif</i>
11B	<i>Drill Naik dan Stopper Naik</i> + <i>Conveyor 2 Aktif</i>	Step 10B+ <i>Timer Drill Non Aktif</i>
11C	<i>Drill Naik dan Stopper Naik</i> + <i>Conveyor 2 Aktif</i>	Step 10C+ <i>Timer Drill Non Aktif</i>
12B	<i>Line Movement</i> bergerak ke kanan	Step 11B+ <i>Sensor End Aktif</i>

12C	<i>Line Movement</i> bergerak ke kanan	Step 11C+ Sensor End Aktif
13B	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah+ <i>Line Movement</i> membuka Finger Grip	Step 12B+ <i>Autoswitch Line Movement Right</i>
13C	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah+ <i>Line Movement</i> membuka Finger Grip	Step 12C+ <i>Autoswitch Line Movement Right</i>
14B	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> menutup <i>Finger Grip</i>	Step 13B+ <i>Autoswitch Line Movement Down</i> Timer Aktif Untuk Bahan Biru
14C	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> menutup <i>Finger Grip</i>	Step 13C+ <i>Autoswitch Line Movement Down</i>
15B	<i>Line Movement</i> bergerak ke kiri	Step 14B+ <i>Autoswitch Line Movement Up</i>
15C	<i>Line Movement</i> bergerak ke kiri	Step 14C+ <i>Autoswitch Line Movement Up</i>
16B	<i>Finger Grip Open</i> + <i>Line Movement</i> bergerak ke bawah	Step 15B+ <i>Timer</i> bahan biru non aktif
16C	<i>Line Movement</i> bergerak ke bawah	Step 15C+ <i>Autoswitch Line Movement Left</i>
17B	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas	Step 16B+ <i>Autoswitch Finger Grip Open</i>
17C	<i>Line Movement</i> bergerak ke atas+ <i>Line Movement</i> membuka <i>Finger Grip</i>	Step 16C+ <i>Autoswitch Line Movement Down</i>
18B	Kembali ke Step 1	Step 17B+ <i>Autoswitch Line Movement Up</i>
18C	Kembali ke Step 1	Step 17B+ <i>Autoswitch Line Movement Up</i>

**Tabel 3.5** Penamaan *Variabel dan Input pada Grafcet*

Variabel	Input	Variabel	Input
X1	MAG	X12	VAC_CCW
X2	INSERT	X13	OPSEN
X3	PHOTO	X14	DRL_DO
X4	PROXI	X15	DRL_UP
X5	CAPA	X16	PHOF2SEN
X6	EJECT	X17	FIN_BACK
X7	EJECT_RE	X18	FIN_DO
X8	PHOF1SEN	X19	FIN_GRIP
X9	VAC_DO	X20	FIN_UP
X10	VAC_CW	X21	FIN_FO
X11	VAC_UP	X22	FIN_OP

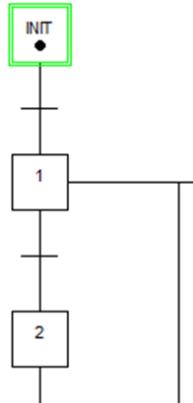
**Tabel 3.6** Penamaan *Variabel dan Output pada Grafcet*

Variabel	Output	Variabel	Output
Y1	INSERT	Y11	VACCCW
Y2	PNEU_SR	Y12	CONV2
Y3	EJECT	Y13	DRILLDO
Y4	VACCW	Y14	DRILLUP
Y6	CONV1	Y15	STOPPERUP
Y7	EJECT_RE	Y16	FINGBACK
Y8	VACDO	Y17	FINGDO
Y9	VACUUM	Y11	VACCCW
Y10	VACUP	Y12	CONV2

**Tabel 3.7** Penamaan *Variabel dan Step pada Grafcet*

Variabel	Step	Variabel	Step
Z1	1	Z40	17B
Z2	2	Z41	18B
Z3	3A	Z4	3C
Z7	4A	Z8	4C
Z5	3B	Z10	5C
Z6	4B	Z12	6C
Z28	5B	Z15	7C
Z29	6B	Z16	8C
Z30	7B	Z17	9C
Z31	8B	Z18	10C
Z32	9B	Z19	11C
Z33	10B	Z20	12C
Z34	11B	Z21	13C
Z35	12B	Z22	14C
Z36	13B	Z23	15C
Z37	14B	Z24	16C
Z38	15B	Z25	17C
Z39	16B	Z26	18C

Setelah perancangan *sequence* maka selanjutnya adalah merubah *sequence* sebelumnya menjadi grafik *Grafcet*. Pada perancangan *Grafcet* nantinya akan mengikuti *sequence* yang telah dibuat. Tabel sebelumnya menunjukan Transisi dan Step yang diperlukan dalam *Grafcet*. Penamaan Step pada *Grafcet* nantinya juga akan mengikuti Tabel *Sequence*. Perancangan *Grafcet* dapat dilihat dari gambar dibawah.



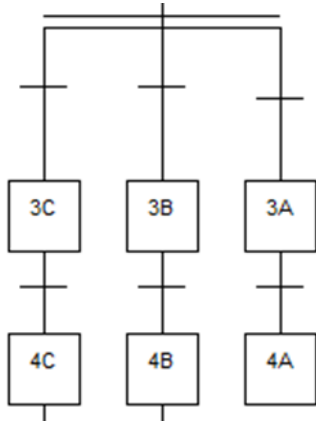
**Gambar 3.6** Rancangan *Grafcet* (Step 1-2)

Pada gambar terdapat step init, step init adalah step dimana belum ada proses yang berjalan, init adalah sebagai inisialisasi terhadap sistem *grafcet*, dalam *Factory Automatic Trainer* step init dijalankan secara otomatis, dalam step tersebut melakukan *checking* kepada semua komponen dan peng-alamatan *input* dan *output*. Tombol START akan menjadi *input* transisi antara step init dan step 1. Tombol START akan mengaktifkan step 1

Step 1 akan menyalakan *conveyor* 1 dan mengaktifkan *insert pneumatic* untuk mendorong benda ke *conveyor* dengan input sensor *magazine* dan step init telah dijalankan, setelah ini step akan mati dan dilanjutkan oleh step kedua

Pada Step 2 *output* yang dihasilkan adalah kembalinya *insert pneumatic* dan *conveyor* 1 tetap berjalan. Disini input nya adalah gerakan *insert*

*pneumatic* dan step 1 aktif. Setelah proses ini selesai bahan akan terus dibawa oleh *conveyor* 1 untuk tahap selanjutnya



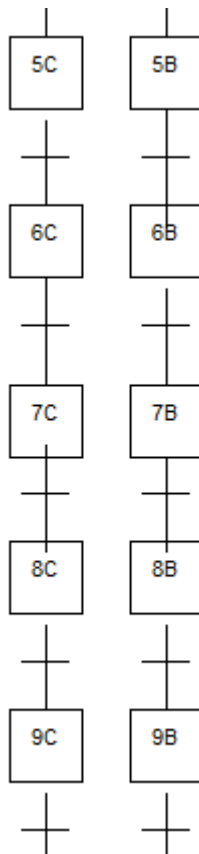
**Gambar 3.7** Rancangan *Grafcet* (Step 3-4)

Step 3 akan bercabang menjadi 3, hal ini dikarenakan bahan akan disortir berdasarkan sensor yang terpasang. Untuk Step 3A merupakan step untuk bahan besi, disini bahan akan dibuang oleh *eject pneumatic* dan akan dilanjutkan ke step 4A. Step 4A mengembalikan *eject pneumatic return*, dan setelah step ini selesai maka step akan kembali ke step 1. Disini step akan otomatis kembali memasukan benda setelah proses pembuangan benda berhasil

Pada Step 3B dan 3C benda akan dilanjutkan menuju tahap selanjutnya, dimana saat proses sortir barang *eject pneumatic* tidak aktif karena sensor

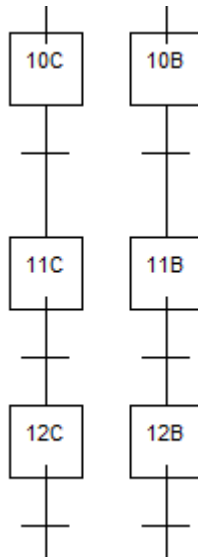
yang aktif tidak mengaktifkannya. Selanjutnya akan menuju *pick and place modul*

Step 4B dan 4C mengaktifkan gerakan tangan *vacuum*, tangan *vacuum* akan bergerak secara clockwise atau searah jarum jam. Input dari step ini adalah sensor end dan step 3B dan 3C



**Gambar 3.8** Rancangan Grafcet (Step 5-9)

Selanjutnya adalah proses pemindahan barang dari *conveyor* 1 menuju *conveyor* 2. Tidak ada perbedaan *output* maupun *input* pada step B maupun C. Pada Step 5 tangan *vacuum* akan turun menuju benda yang berada pada *conveyor* 1, lalu *vacuum* aktif untuk mengangkat benda. Disini *vacuum* akan bekerja selama proses pemindahan, maka *output vacuum* akan aktif dari step 5 sampai dengan step 9. Step 6 akan mengangkat benda, benda sebelumnya sudah di *vacuum* pada step sebelumnya. Lalu step 7 akan mengaktifkan gerakan counter clockwise untuk tangan *vacuum* menuju *conveyor* 2, disini terdapat timer yang berguna untuk memberikan waktu bagi tangan *vacuum* agar bergerak sampai menuju *conveyor* 2 sebelum step setelahnya aktif. Step 8 akan menurunkan tangan *vacuum*, tangan *vacuum* akan turun menuju *conveyor* 2.

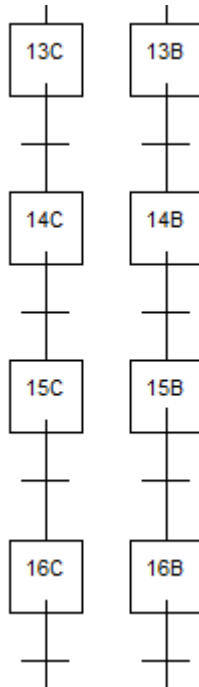


**Gambar 3.9** Rancangan *Grafcet* (Step 10-12)

Setelah benda berada pada *conveyor* 2 selanjutnya benda akan dibawa menuju tahap *drilling*. Step 10 mengaktifkan *conveyor* 2 serta menyalakan *timer* untuk benda sampai menuju *drill*. Step 11 mengaktifkan *timer* dan menurunkan *drill* selama waktu yang ditentukan. Pada step ini 11B dan 11C memiliki *timer* yang berbeda,

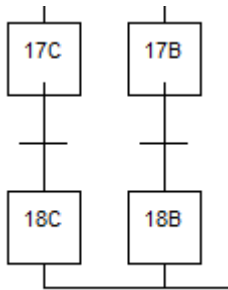


pada 11B timer di set selama 3 detik sedangkan 11C *timer* di set selama 15 detik. Setelah proses drill selesai, step 12B dan 12C mengaktifkan *conveyor 2* serta gerakan *stopper up*. Disini *stopper* tidak akan menghalangi benda lagi untuk bergerak menuju tahap selanjutnya



**Gambar 3.10** Rancangan *Grafcet* (Step 13-16)

Pada step 13-17 dilakukan pemindahan barang menggunakan *finger grip* seperti *rancangan sequence* sebelumnya. Disini bahan berwarna biru dan hitam akan diangkat menggunakan *finger grip* dari Modul *Line Movement*. Untuk bahan biru diberikan *timer* agar ketika pergerakan *Line Movement* menuju *conveyor 1* akan dilepaskan tepat ditengah-tengah. Sedangkan untuk bahan berwarna hitam akan diletakan pada *conveyor 1*. Disini perbedaan bahan hitam dan bahan biru akan dijelaskan pada gambar ini.

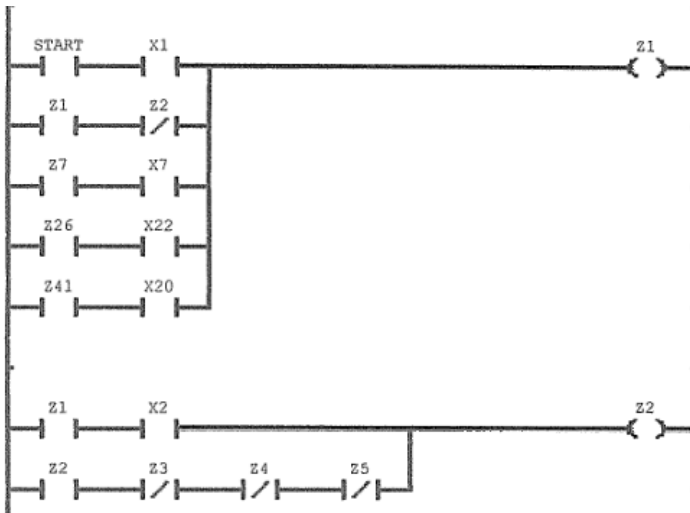


**Gambar 3.11** Rancangan *Grafcet* (Step 17-18)

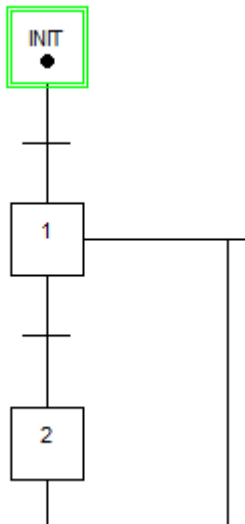
Pada step terdapat perbedaan pada langkah bahan biru dan hitam, yaitu ketika step 14 terdapat sebuah *timer* yang akan membuat bahan biru dilepaskan. Untuk bahan hitam nantinya akan tetap berjalan hingga sampai ke *conveyor* 1. Setelah step 18 maka step akan kembali ke step 1 untuk mendeteksi bahan pada *magazine* sensor. Setelah perancangan *Grafcet* selesai langkah selanjutnya adalah mengkonversi *Grafcet* menjadi *Ladder Diagram*, dimana *Ladder Diagram* nantinya akan di gunakan pada PLC sehingga dapat di implementasikan ke *Factory Automatic Trainer*.

### 3.4 Perancangan Ladder

Implementasi dari *grafcet* ini nantinya menggunakan *software* GMWIN yang berguna sebagai *software* penghubung antara komputer dan PLC pada *Factory Automatic Trainer*. Disini GMWIN memiliki kemampuan untuk memprogram bahasa ladder sehingga bisa langsung digunakan pada PLC. GMWIN nantinya akan mengupload hasil dari rancangan *ladder* yang sudah dibuat, menghitung besar *file* program dan bisa menjalankan simulasi *input* dan *output*

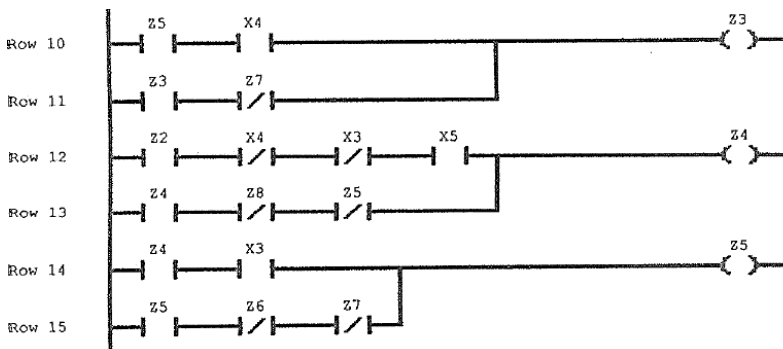


**Gambar 3.12** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 1-2)

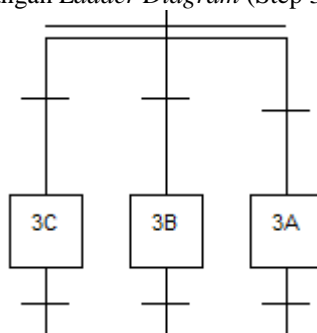


**Gambar 3.13** Rancangan *Grafcet* (Step 1-2)

Pada gambar 3.12 adalah hasil konversi Grafcet ke *Ladder* untuk step 1 sampai dengan step 2. Disini initial step tidak diprogram karena sudah dijalankan otomatis oleh PLC. *Output* yang dikeluarkan oleh step 1 disimbolkan oleh Z1 yang nantinya akan terhubung dengan *ladder output*. Step 1 tidak akan bekerja sebelum step 0 berjalan, jadi dalam pemrograman *Ladder* dibutuhkan syarat dari step sebelumnya, dan ketika step setelahnya berjalan maka dibuat syarat agar step sebelumnya mati ketika step setelahnya sudah berjalan.



**Gambar 3.14** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 3)

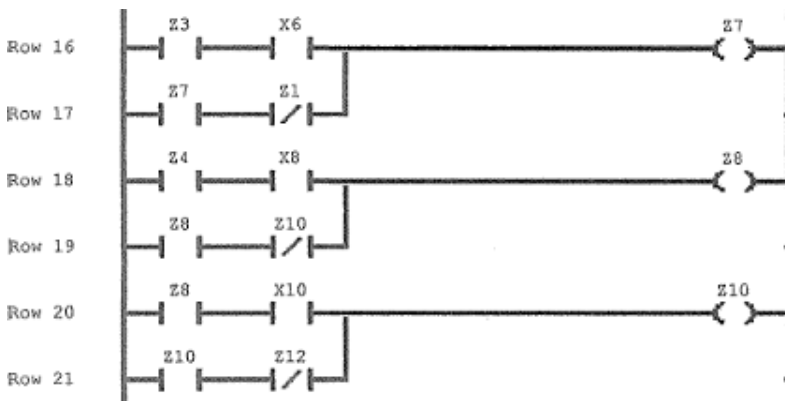


**Gambar 3.15** Rancangan *Grafcet* (Step 3)

Langkah selanjutnya adalah hasil konversi *Grafcet* ke *Ladder* untuk step 3 pada gambar 3.15, disini input Ladder merupakan sensor yang akan membedakan jenis benda apa yang sedang berada dalam proses. Sehingga bentuk konversi ladder nya menjadi tiga bentuk yang berbeda.

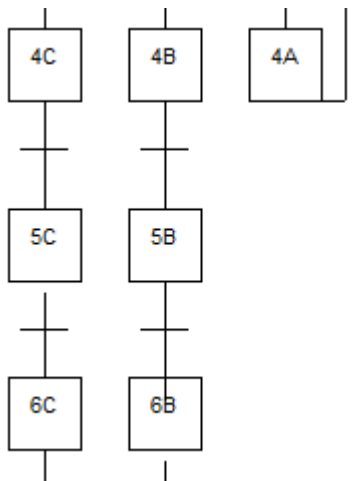
Yang pertama adalah untuk benda besi pada *row* 6 dan *row* 7, di program tersebut *input* nya adalah *photo sensor*, *capacitive sensor* dan *proximity sensor*, sehingga ketika bahan silver melewati sensor, benda akan menyakan semua sensor yang ada. Dan ini akan membuat *Ladder* dapat membedakan langkah selanjutnya.

Sedangkan untuk program untuk bahan biru terdapat pada *row* 8 dan 9 untuk bahan plastik keras, sedangkan *row* 10 dan 11 untuk bahan hitam. Untuk bahan biru diberikan sensor *capacitive* dan *photo*, sedangkan untuk bahan hitam diberikan sensor *capacitive*. Ketika sensor yang sudah dipasang tersebut aktif maka secara otomatis *ladder* akan membuat aktifasi *ladder* yang berbeda sesuai bahan.

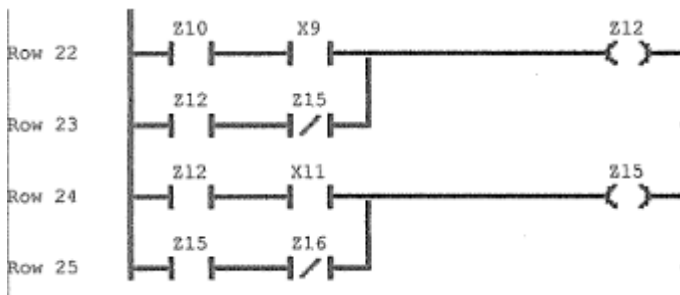


**Gambar 3.16** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 4-6)

Untuk Step 4-6 bahan hitam dan bahan biru akan diangkat menggunakan modul *pick and place*, dimana pada modul ini membutuhkan syarat transisi berupa *sensor end*. Maka selanjutnya perancangan *ladder* akan mengikuti rancangan *Grafcet* dengan syarat-syarat nya. Seperti gambar 3.5 dibutuhkan *autoswitch* untuk menjadi *input* pada tiap step. Gerakan *vacuum* nantinya menggunakan 5 step. Yaitu step 4 sampai step 8 sebelum masuk ke modul *conveyor and stopper*. Karena pada step ini tidak ada perbedaan *action* antara bahan biru dan bahan hitam. Maka *ladder* keduanya akan memiliki syarat transisi yang sama, perbedaan nya hanya dalam penamaan *variable* pada *Ladder Diagram* agar memudahkan membedakan kedua *variable* nya.

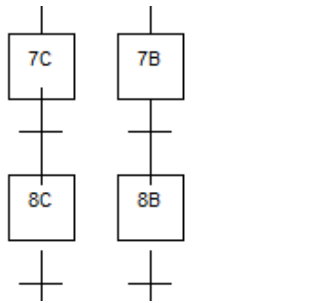


**Gambar 3.17** Rancangan *Grafcet* (Step 4-6)



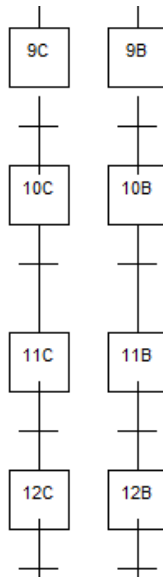
**Gambar 3.18** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 7-8)

Untuk perancangan step 7-8 dapat dilihat pada gambar 3.6. Pada akhir step 8 bahan kerja sudah berada pada *conveyor* 2, dan nantinya akan dilanjutkan proses produksi pada mesin *drill*.



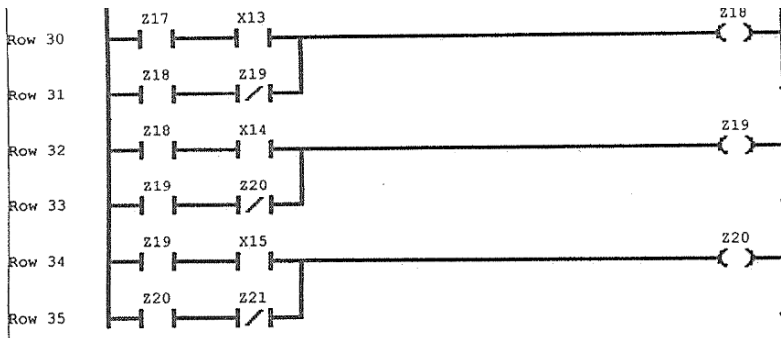
**Gambar 3.19** Rancangan *Grafcet* (Step 7-8)

Step 9-12 nanti akan berfungsi untuk memproduksi bahan, pada step ini memiliki syarat-syarat transisi berupa sensor yang berada *drill*, *autoswitch drill up* dan *drill down*, serta gerakan naik dan turunnya stopper. *Disini conveyor 2* mati ketika proses produksi, dan aktif kembali setelah gerakan *stopper* naik. Seperti rancangan *sequence* yang sudah dibuat maka syarat dan *action* yang terjadi akan sesuai dengan rancangan.



**Gambar 3.20** Rancangan *Grafcet* (Step 9-12)

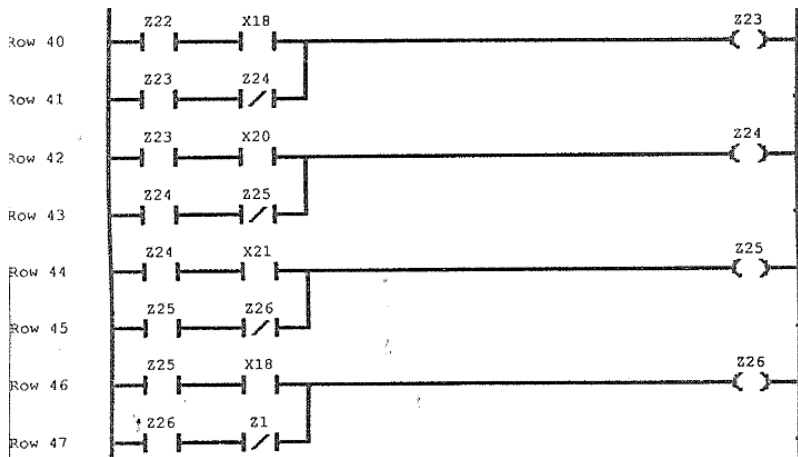
Step 9-12 nanti akan berfungsi untuk memproduksi bahan, pada step ini memiliki syarat-syarat transisi berupa sensor yang berada *drill*, *autoswitch* drill up dan drill down, serta gerakan naik dan turunnya stopper. Disini *conveyor* 2 mati ketika proses produksi, dan aktif kembali setelah gerakan *stopper* naik. Seperti rancangan *sequence* yang sudah dibuat maka syarat dan *action* yang terjadi akan sesuai dengan rancangan. Dimana nantinya syarat dan *action* yang ada dimasukkan kedalam rancangan *Ladder Diagram* seperti gambar 3.21. Setelah bahan melalui proses produksi maka langkah selanjutnya adalah pemindahan benda serta *packaging* yang akan dilakukan oleh modul *Line Movement*.



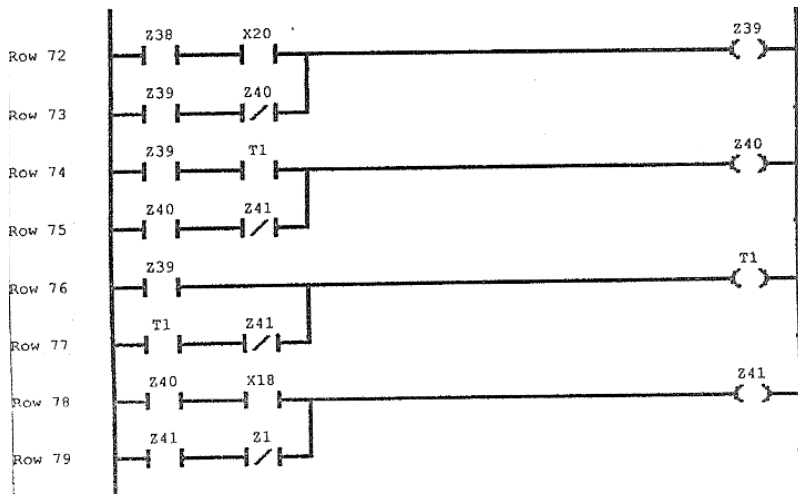
**Gambar 3.21** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 9-11)

Yang terakhir adalah perancangan untuk gerakan pada modul *Line Movement*, dimana pada modul ini terdapat perbedaan action antara bahan hitam dan bahan biru, pada modul ini terdapat perbedaan yaitu adanya *timer* pada rancangan *ladder* berwarna biru. Disini *ladder* berwarna biru akan memiliki *timer* dengan lambang T1, sedangkan untuk bahan berwarna hitam tidak memiliki *timer* dan akan meneruskan gerakan *line movement* menuju *conveyor* 1. Untuk rancangan bahan biru dapat dilihat pada gambar 3.23 ,sedangkan untuk bahan berwarna hitam dalam dilihat pada gambar 3.22 .

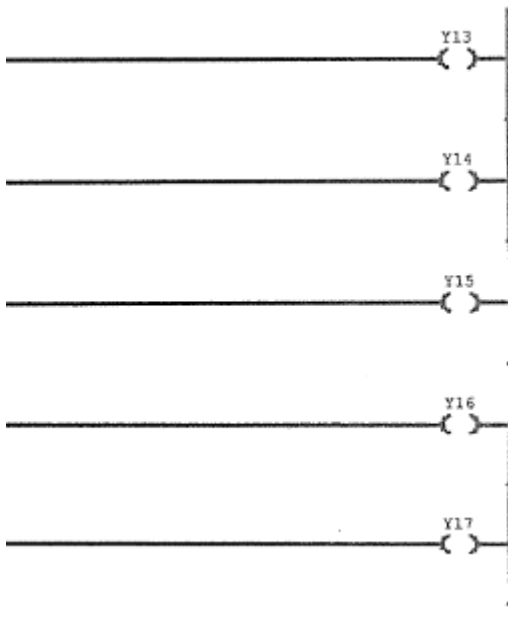




**Gambar 3.22** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 15-18) Bahan Hitam



**Gambar 3.23** Rancangan *Ladder Diagram* (Step 16-18 ) Bahan Biru



**Gambar 3.24** Rancangan *Ladder Diagram (Output)*

Pada gambar diatas menunjukan rung-rung output dari yang sebelumnya, pengalamatan rung adalah alamat *output digital* dari *Factory Automatic Trainer*. Yang dimana nantinya akan mengatifkan output sesuai dengan rancangan *ladder*.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB 4

### PENGUJIAN DAN ANALISA

*Ladder Diagram* yang sudah di konversi nantinya akan di simulasikan pada GMWIN untuk melihat apakah *output* yang diinginkan sudah berjalan sesuai *sequence*. Dan setelah itu menggunakan GMWIN untuk mengirim program menuju PLC dan dilakukan implementasi terhadap *Factory Automatic Trainer*.

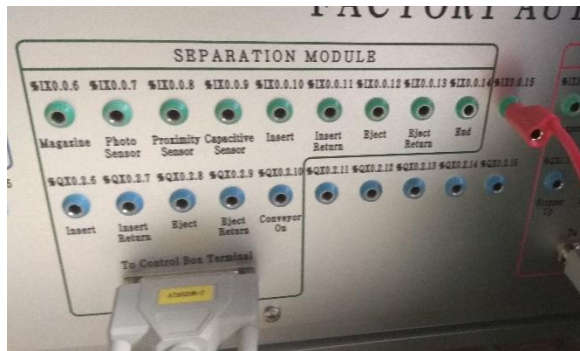
#### 4.1 Proses Implementasi

Proses ini dilakukan untuk mengetahui rancangan yang *Ladder Diagram* yang sudah dibuat dapat menjalankan sistem sesuai dengan keperluan. Untuk proses implementasi nya dilakukan dengan cara menghubungkan PC dengan PLC milik *Factory Automatic Trainer* dengan sambungan USB, lalu dengan menggunakan program GMWIN nantinya *Ladder Diagram* akan di upload ke PLC.

Setelah *Ladder Diagram* di upload ke PLC selanjutnya ada proses pemasangan kabel untuk tombol *start*. Tombol *start* akan di gunakan pada input *Factory Automatic Trainer* yang tersedia, dalam kasus ini menggunakan tombol *eject* pada FAT, dimana pada tombol tersebut tersedia sambungan untuk kabel sehingga memungkinkan melakukan pemasukan *input* untuk tombol *start*



**Gambar 4.1** Pengkabelan pada Eject



**Gambar 4.2** Pengkabelan pada alamat START

## 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan agar didapatkan hasil simulasi dari implementasi rancangan program yang sudah di buat. Mengetahui apakah sudah sesuai dengan *sequence*. Penulis melakukan simulasi menggunakan GMWIN yang sudah terkoneksi dengan PLC pada *Factory Automatic Trainer*. Dimana koneksi menggunakan kabel USB yang tersambung oleh komputer, dan dilakukan *upload file* program ke PLC.

### a. Pengeluaran Bahan

Terjadi setelah tombol START ditekan dan deteksi sensor *magazine*.

### b. Pemilihan Bahan menggunakan Sensor

Setelah bahan melewati sensor, maka respon sudah sesuai dengan rancangan program. Yaitu dibuang nya bahan berwarna *silver*.

### c. Pemindahan Bahan menggunakan Vacuum

Bahan diangkan oleh modul *Pick and Place* menggunakan *Vaccum* sebagai alat penahan benda, disini pemindahan sudah berjalan sesuai rancangan dan bahan biru serta hitam sudah berhasil dibawa ke *conveyor 2*.

### d. Produksi Bahan

Bahan selanjutnya akan di produksi dibawah *drilling* dengan waktu yang sudah ditentukan, disini bahan biru di produksi selama

3 (tiga) detik dan bahan hitam selama 5 (lima) detik. Proses produksi sudah sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

e. Pemisahan Bahan

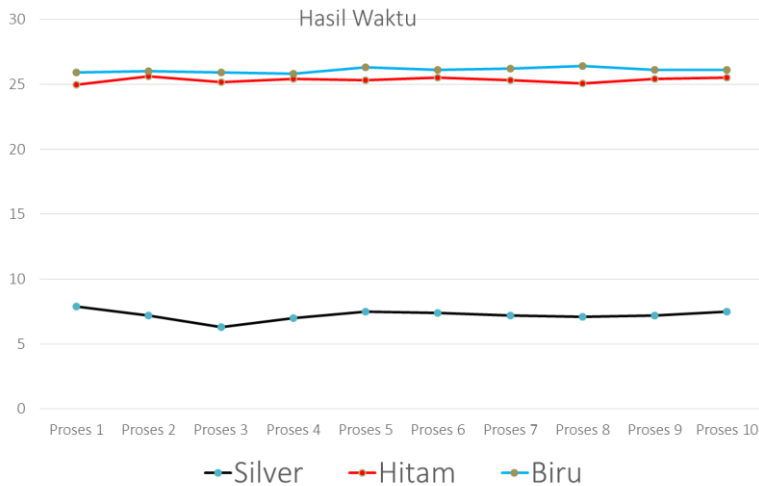
Bahan akan di pisahkan menggunakan modul *Line Movement* dengan menggunakan *timer* untuk membedakan waktu lepasnya bahan dari *Finger Line Movement*. Bahan biru sudah berhasil terangkat oleh *Line Movement* menuju *conveyor 1*, sedangkan untuk bahan hitam pelepasan sudah presisi untuk peletakan bahan nya.

### 4.3 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan berupa pengambilan data sebanyak sepuluh kali dengan menggunakan bahan yang sama, sehingga didapatkan waktu untuk tiap bahan diselesaikan dalam satu siklus. Berikut hasil pengujian yang sudah dilakukan.

Silver	Biru	Hitam
7.9	25.0	25.9
7.2	25.6	26.0
6.3	25.2	25.9
7.0	25.4	25.8
7.5	25.3	26.3
7.4	25.5	26.1
7.2	25.3	26.2
7.1	25.1	26.4
7.2	25.4	26.1
7.5	25.5	26.1
=7.3	=25.3	=26.0

**Tabel 4.1** Tabel Waktu Hasil Pengujian



**Gambar 4.3** Perbandingan Waktu Bahan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam pengujian, didapatkan bahwa bahan hitam membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan bahan berwarna biru. Dan didapatkan waktu rata-rata tiap bahan, dimana bahan biru membutuhkan waktu rata-rata 25.3 detik, benda hitam 26.0 detik dan bahan silver 7.3 detik. Perbedaan waktu antara benda hitam dan biru dikarenakan oleh proses akhir saat pemisahan untuk packaging, Dimana benda hitam diletakan kembali pada *conveyor* 1, sedangkan benda biru dilepaskan saat berjalan menuju ke *conveyor* 1, yang membuat bahan biru menempuh rute lebih sedikit dari bahan hitam.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian yang telah dilakukan dan kendala yang dihadapi selama proses pengerjaan dimuat dalam kesimpulan dan saran.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan proses konstruksi *ladder diagram* yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain :

1. Penggunaan *Grafcet* pada sistem yang kompleks membutuhkan sedikit modifikasi untuk bagian *output* yang membutuhkan *holding* sehingga *output* tersebut tidak mati ketika step selanjutnya mulai.
2. Rancangan *Ladder* dengan bantuan *Grafcet* menggunakan 59 Rung yang terdiri dari 39 Rung *Input*, 20 Rung *Output*, 86 *relay* dan 3 *timer*
3. Rancangan *Grafcet* membuat perancangan *input/output* menjadi lebih mudah saat pembuatan *Ladder Diagram*, dibandingkan dengan menggunakan logika perorangan

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang perlu diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Pada saat perancangan *ladder* seharusnya tidak menggunakan *timer* untuk menggerakkan *Line Movement*
  2. Sensor yang ada tidak dipasang sejajar sehingga membuat proses pemeriksaan bahan memiliki kendala dalam merancang *ladder diagram*.
- .



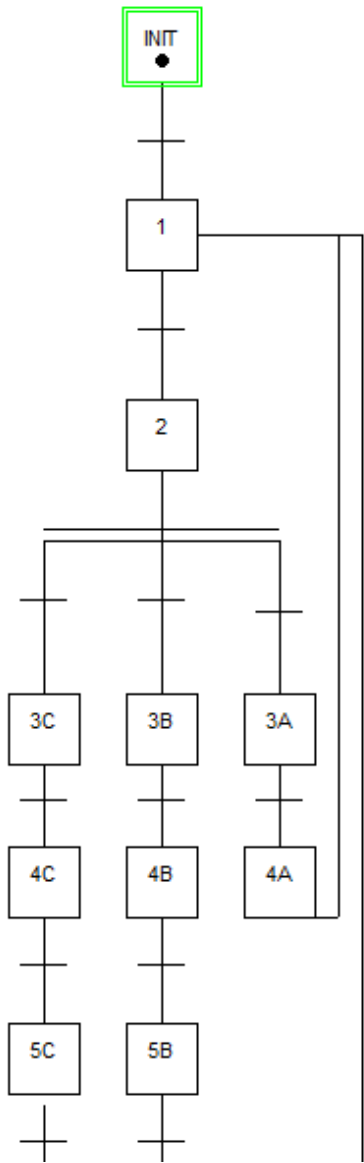
*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

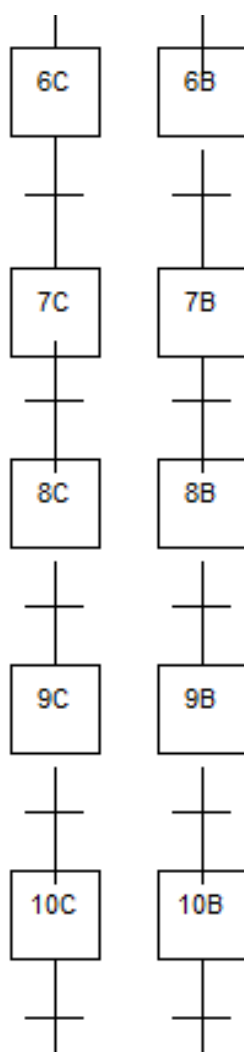
## DAFTAR PUSTAKA

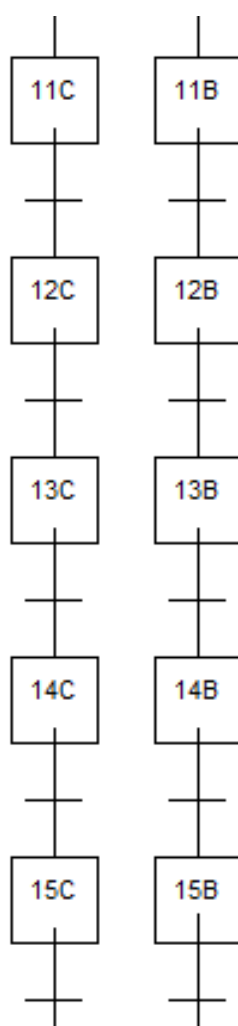
- [1] Factory Automatic Trainer CPE-AT8030N. "User's Manual"
- [2] John Schop , " An Introduction to Grafscets  
"http://www.plcdev.com/introduction\_grafscets, Desember 2017
- [3] R. Amoroso, "Makalah Conveyor," Academia.edu, p. 22,  
November 2016.
- [4] J. R. Hackworth dan J. Frederick D. Handworth,  
Programmable Logic Controller Programming and Application.
- [5] H. Wicaksono, PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER  
Teori, Pemrograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem,  
Yogyakarta: GRAHA ILMU, 2009.
- [6] L. I. System, "Glofa GM Series," dalam Leader inElectrics &  
Automation, Seoul-Korea, www.lgis.com, 2003, pp. 6 - 12..
- [7] Rene David, "Grafscet A powerful tool for specification of logic  
controllers" [https://www.researchgate.net/publication/3331847  
\\_Grafscet\\_A\\_powerful\\_tool\\_for\\_specification\\_of\\_logic\\_contro  
llers](https://www.researchgate.net/publication/3331847_Grafscet_A_powerful_tool_for_specification_of_logic_controllers).
- [8] Biswanath Paul, 2014. Industrial Electronic and Control  
Chapter 9.
- [9] Paul Baracos, 1992. Grafscet Step-by-Step.

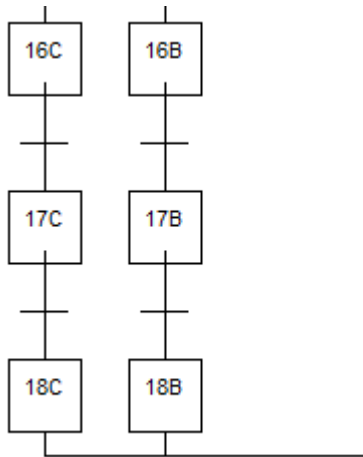
*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

LAMPIRAN









STEP	TRANSISI
1	$(\text{START}.X1 + Z1.\overline{Z2} + Z7.X7 + Z26.Z22 + Z41.X20).Z1$
2	$(Z1.X2 + Z2.\overline{Z3}.\overline{Z4}.\overline{Z5}).Z2$
3A	$(Z5.X4 + Z3.\overline{Z7}).Z3$
3B	$(Z4.X3 + Z5.\overline{Z6}.\overline{Z7}).Z5$
3C	$(Z2.\overline{Z3}.\overline{Z4}.\overline{Z5} + Z4.\overline{Z8}.\overline{Z5}).Z4$
4A	$(Z3.X6 + Z7.\overline{Z1}).Z7$
4B	$(Z4.X8 + Z6.\overline{Z28}).Z6$
4C	$(Z4.X8 + Z8.\overline{Z15}).Z8$
5B	$(Z6.X10 + Z28.\overline{Z29}).Z28$

5C	$(Z8.X10+Z10. \overline{Z12}).Z10$
6B	$(Z28.X9+Z29. \overline{Z30}).Z29$
6C	$(Z10.X9+Z12. \overline{Z15}).Z12$
7B	$(Z29.X11+Z30. \overline{Z31}).Z30$
7C	$(Z12.X11+Z15. \overline{Z16}).Z15$
8B	$(Z30.X12+Z31. \overline{Z32}).Z31$
8C	$(Z15.X12+Z16. \overline{Z17}).Z16$
9B	$(Z31.X9+Z32. \overline{Z33}).Z32$
9C	$(Z16.X9+Z17. \overline{Z18}).Z17$
10B	$(Z32.X13+Z33. \overline{Z34}).Z33$
10C	$(Z17.X13+Z18. \overline{Z19}).Z18$
11B	$(Z33.X14+Z34. \overline{Z35}).Z34$
11C	$(Z18.X14+Z34. \overline{Z20}).Z19$
12B	$(Z34.X15+Z35. \overline{Z36}).Z35$
12C	$(Z19.X15+Z20. \overline{Z21}).Z20$
13B	$(Z35.X16+Z36. \overline{Z37}).Z36$
13C	$(Z20.X16+Z21. \overline{Z22}).Z21$
14B	$(Z36.X17+Z37. \overline{Z38}).Z37$



14C	$(Z21.X17+Z22.\overline{Z23}).Z22$
15B	$(Z37.X18+Z38.\overline{Z39}).Z38$
15C	$(Z22.X18+Z23.\overline{Z24}).Z23$
16B	$(Z38.X20+Z39.\overline{Z40}).Z39$
16C	$(Z23.X20+Z24.\overline{Z25}).Z24$
17B	$(Z39.T1+Z40.\overline{Z41}).Z40$
17C	$(Z24.X21+Z25.\overline{Z26}).Z25$
18B	$(Z40.X18+Z41.\overline{Z1}).Z41$
18C	$(Z25.X18+Z26.\overline{Z1}).Z26$

## **RIWAYAT HIDUP**



Raka Aditya Nugraha lahir di Jakarta 6 Maret tahun 1996. Anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sobari dan Ibu Bela. Duduk dibangku SMP pada tahun 2008-2011 di SMPN 19 Negeri Jakarta dan melanjutkan ke jenjang SMA pada tahun 2011 hingga tahun 2014 di SMAN 70 Jakarta. Dan melanjutkan kuliah di Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dimana memilih Bidang Studi Sistem dan Pengaturan.