

**IMPLEMENTASI CONVEYOR TRANSFER PALET
OTOMATIS DAN INTERLOCK PADA AUTOMATED
GUIDED VEHICLE (AGV) BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**



Disusun Oleh:

**VINA INAYATUS SITTA
NIM.30602200272**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025**

**IMPLEMENTATION OF CONVEYOR TRANSFER
PALLET AUTOMATIC AND INTERLOCK WITH
AUTOMATIC GUIDED VEHICLE (AGV) BASED ON
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**

FINAL PROJECT

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree S1
at Departement of Electrical Engineering, Industrial Technology Faculty,
Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged by:

**VINA INAYATUS SITTA
NIM.30602200272**

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**IMPLEMENTASI CONVEYOR TRANSFER PALET OTOMATIS DAN INTERLOCK PADA AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**” ini disusun oleh:

Nama : Vina Inayatus Sitta
NIM : 30602200272
Program Studi : Teknik Elektro (Elektronika Kendali)

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 06 Maret 2025

Pembimbing

11 Maret 2025

Dr. Ir. Muhammad Khosvi'in, ST., MT., IPM.

NIDN.0625077901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Jenny Putri Hapsari, ST., MT.

NIDN.0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

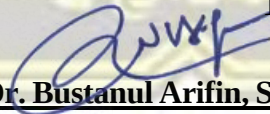
Laporan Tugas Akhir dengan judul “**IMPLEMENTASI CONVEYOR TRANSFER PALET OTOMATIS DAN INTERLOCK PADA AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**” telah dipertahankan di depan dosen penguji pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 06 Maret 2025

Tim Penguji,
Penguji I Penguji II


Jenny Putri Hapsari, ST., MT.
NIDN.0607018501


Dr. Ir. Muhammad Khosyi'in, ST., MT., IPM
NIDN.0625077901

Ketua Penguji

Dr. Bustanul Arifin, ST., MT.
NIDN.0614117701

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vina Inayatus Sitta
NIM : 30602200272
Program Studi : Teknik Elektro (Elektronika Kendali)
Judul Tugas Akhir : IMPLEMENTASI CONVEYOR TRANSFER
PALET OTOMATIS DAN INTERLOCK PADA
AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV)
BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROLLER (PLC)

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis, ataupun dipublikasi oleh siapa pun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis, ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 06 Maret 2025

Yang menyatakan,



Vina Inayatus Sitta

NIM.30602200272

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vina Inayatus Sitta
NIM : 30602200272
Program Studi : Teknik Elektro (Elektronika Kendali)
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Asal : Demak

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“IMPLEMENTASI CONVEYOR TRANSFER PALET OTOMATIS DAN INTERLOCK PADA AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, 07 Maret 2025

Yang menyatakan,



Vina Inayatus Sitta

NIM.30602200272

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Implementasi *Conveyor Transfer Palet Pintu Otomatis dan Interlock pada Automated Guided Vehicle (AGV) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)*. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Gunarto, SH., MH. selaku rektor Universitas Islam Sultan Agung.
2. Dr. Ir. Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Jenny Putri Hapsari, ST., MT. selaku ketua program studi Teknik Elektro.
4. Dr. Ir. Muhammad Khosyî'in, ST., MT., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Muhammad Rizki Akbarulloh dan Iman Suherman yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan.
6. Bapak dan Ibu yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, dan
7. Imam Adi Prasetyo dan Mustika Citra Firmani serta teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Semarang, Februari 2025

Vina Inayat Sitta

Abstrak

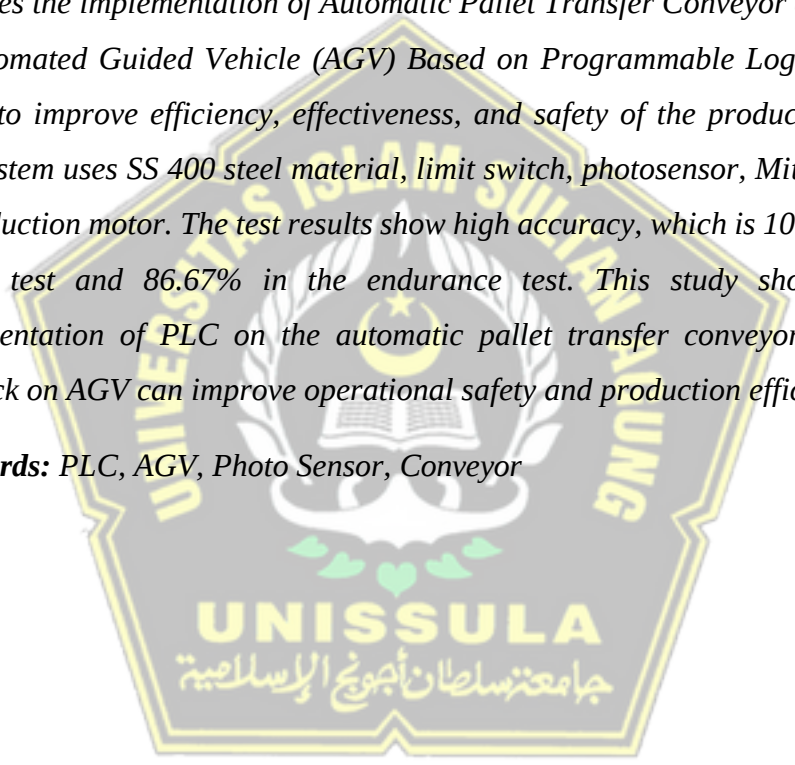
Meningkatnya permintaan kendaraan di tengah pesatnya kemajuan teknologi mengharuskan adanya transisi dari sistem kontrol konvensional ke solusi otomatis untuk mengurangi kecelakaan kerja di Indonesia yang melonjak hingga 55,2% baru-baru ini. Penerapan Programmable Logic Controller (PLC) meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan efektivitas dalam proses industri, khususnya dalam sistem otomatis seperti pemindahan konveyor dan Automated Guided Vehicles (AGV). Penelitian ini membahas tentang implementasi Conveyor Transfer Palet Otomatis dan Interlock pada Automated Guided Vehicle (AGV) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keamanan proses produksi. Sistem ini menggunakan bahan stell SS 400, limit switch, photosensor, PLC Mitsubishi, dan motor induksi. Hasil pengujian menunjukkan akurasi yang tinggi, yaitu 100% pada pengujian I/O system dan 86,67% pada pengujian endurance test. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi PLC pada sistem conveyor transfer palet otomatis dan interlock pada AGV dapat meningkatkan keselamatan operasional dan efisiensi produksi.

Kata Kunci: PLC, AGV, Photo Sensor, Conveyor

Abstract

The increasing demand for vehicles amidst rapid technological advances requires a transition from conventional control systems to automated solutions to reduce work accidents in Indonesia which have recently soared to 55.2%. The implementation of Programmable Logic Controller (PLC) improves efficiency, safety, and effectiveness in industrial processes, especially in automated systems such as conveyor transfers and Automated Guided Vehicles (AGV). This study discusses the implementation of Automatic Pallet Transfer Conveyor and Interlock on Automated Guided Vehicle (AGV) Based on Programmable Logic Controller (PLC) to improve efficiency, effectiveness, and safety of the production process. This system uses SS 400 steel material, limit switch, photosensor, Mitsubishi PLC, and induction motor. The test results show high accuracy, which is 100% in the I/O system test and 86.67% in the endurance test. This study shows that the implementation of PLC on the automatic pallet transfer conveyor system and interlock on AGV can improve operational safety and production efficiency.

Key words: PLC, AGV, Photo Sensor, Conveyor



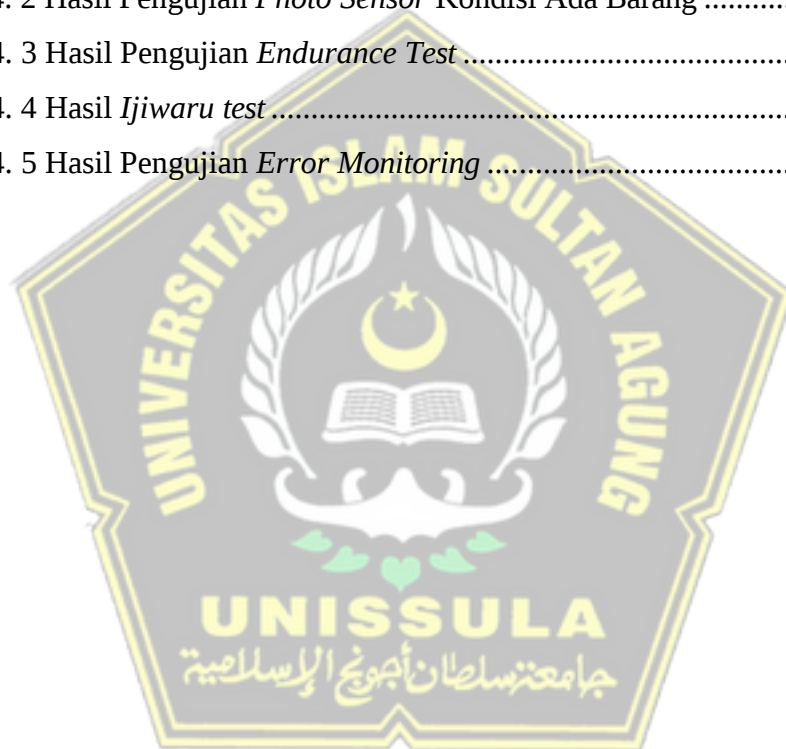
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
Abstrak	vii
Abstract	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 PLC	6
2.2.2 <i>Limit switch</i>	7
2.2.3 Sensor Photoelectric	7
2.2.4 Selenoid	8
2.2.5 Protokol Komunikasi	9
2.2.6 Mapping I/O	12
2.2.7 Ladder Diagram	12
2.2.8 Motor 3 Fasa	13
2.2.9 Inverter	14
2.2.10 <i>Ijiwaru Check</i>	14
2.2.11 <i>Endurance Test</i>	14

2.2.12	<i>Error Monitoring</i>	15
2.2.13	Devisiasi	15
2.2.14	Akurasi dan <i>Error</i>	16
BAB III PERANCANGAN ALAT		17
3.1	Deskripsi Umum	17
3.2	Prinsip Kerja Sistem	18
3.2.1	Check Normal Condition.....	18
3.2.2	Alur Proses Auto <i>Conveyor</i> Turn Table.....	18
3.2.3	Spesifikasi Alat.....	18
3.3	Tahapan Penelitian.....	20
3.4	Perancangan Alat	23
3.4.1	Diagram Blok	23
3.4.2	<i>Flowchart</i> Sistem.....	24
3.4.3	Perancangan Hardware.....	27
3.4.4	Perancangan Software (Pemrograman PLC)	30
3.4.5	Setting Parameter PLC dan CC-Link	35
3.4.6	Mapping Input dan Output pada PLC	37
BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN		39
4.1	Hasil Perancangan.....	39
4.1.1	Hasil Perancangan Mekanikal <i>Conveyor Transfer</i> Palet Otomatis .	39
4.1.2	Hasil Perancangan <i>Operation Panel Conveyor Transfer</i> Palet	40
4.2	Pengujian	41
4.2.1	Pengujian <i>I/O System</i>	41
4.2.2	Pengujian dan Pengukuran Tegangan <i>Photo Senso</i>	45
4.2.3	Pengujian dengan <i>Endurance Test</i>	47
4.2.4	Pengujian dengan <i>Ijiwaru test</i>	49
4.2.5	Pengujian dengan <i>Error Monitoring</i>	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi PLC	19
Tabel 3. 2 Spesifikasi Input	19
Tabel 3. 3 Spesifikasi Output	19
Tabel 3. 4 <i>Mapping Input</i> PLC.....	37
Tabel 3. 5 <i>Mapping Output</i> PLC	38
Tabel 4. 1 Pengujian Mode Manual	42
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Photo Sensor</i> Kondisi Ada Barang	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Endurance Test</i>	48
Tabel 4. 4 Hasil <i>Ijiwaru test</i>	49
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Error Monitoring</i>	53



DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 PLC Mitsubishi.....</i>	<i>7</i>
<i>Gambar 2. 2 Limit switch.....</i>	<i>7</i>
<i>Gambar 2. 3 PrinsipKerja Sensor Photoelectric Tipe Refleksi.....</i>	<i>8</i>
<i>Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Photoelectric Tipe Penetrasi</i>	<i>8</i>
<i>Gambar 2. 5 Selenoid.....</i>	<i>9</i>
<i>Gambar 2. 6 CC - Link Comunication Diagram.....</i>	<i>9</i>
<i>Gambar 2. 7 Komunikasi PLC dan HMI.....</i>	<i>10</i>
<i>Gambar 2. 8 Remote I/O AJ65SBTB1 – 32DT.....</i>	<i>10</i>
<i>Gambar 2. 9 CC-Link Module.....</i>	<i>11</i>
<i>Gambar 2. 10 Layout Interlock</i>	<i>11</i>
<i>Gambar 2. 11 Mapping I/O.....</i>	<i>12</i>
<i>Gambar 2. 12 Ladder Diagram.....</i>	<i>13</i>
<i>Gambar 2. 13 Motor 3 Fasa.....</i>	<i>13</i>
<i>Gambar 2. 14 Inverter Mitsubishi</i>	<i>14</i>
<i>Gambar 3. 1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir</i>	<i>21</i>
<i>Gambar 3. 2 Diagram Block</i>	<i>23</i>
<i>Gambar 3. 3 Flowchart 1.....</i>	<i>25</i>
<i>Gambar 3. 4 Flowchart 2.....</i>	<i>26</i>
<i>Gambar 3. 5 Flowchart 3.....</i>	<i>27</i>
<i>Gambar 3. 6 Bentuk 3D Mesin Conveyor Transfer Palet Otomatis.....</i>	<i>28</i>
<i>Gambar 3. 7 Operation Panel.....</i>	<i>29</i>
<i>Gambar 3. 8 Syarat Turn Table Homepost</i>	<i>31</i>
<i>Gambar 3. 9 Proses.....</i>	<i>31</i>
<i>Gambar 3. 10 Program Open Stopper NKC</i>	<i>32</i>
<i>Gambar 3. 11 Program Selenoid Lifter Up.....</i>	<i>32</i>
<i>Gambar 3. 12 Program Motor Rotary</i>	<i>33</i>
<i>Gambar 3. 13 Program Limit switch DecelARATION.....</i>	<i>34</i>
<i>Gambar 3. 14 Program Selenoid Lifter Down.....</i>	<i>34</i>
<i>Gambar 3. 15 Total Memory PLC.....</i>	<i>35</i>
<i>Gambar 3. 16 Setting Parameter CC-Link.....</i>	<i>36</i>
<i>Gambar 3. 17 CC Link Parameter</i>	<i>36</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan permintaan *customer* terhadap mobil tidak dapat dipungkiri akan selalu bertambah seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi yang semakin pesat pada saat ini. Akan tetapi penerapan sistem kontrol pada industri masih banyak mempergunakan cara yang konvensional, sehingga banyak membutuhkan tenaga manusia. Pada saat produksi tidak dapat dipungkiri dan ada saja operator yang kurang atau lupa memperhatikan terkait *safety* yang terdapat pada area tersebut. Di Indonesia, dalam 2 tahun terakhir, dilaporkan telah terjadi kenaikan kecelakaan kerja yang sangat signifikan, naik sebesar 55.2% dari tahun sebelumnya. Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Nasional (BPJS Kesehatan) mencatat, kurang lebih setiap harinya sebanyak 12 pekerja di Indonesia mengalami cacat permanen dan 7 pekerja meninggal dunia akibat dari kecelakaan di tempat kerja [1]. Dengan melihat tingginya tingkat kecelakaan kerja tersebut, maka diperlukan upaya maksimal untuk mencegah agar kecelakaan kerja tidak terjadi kembali.

Salah satu solusi yang banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas dan keamanan proses produksi adalah dengan memanfaatkan *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC adalah perangkat pengendali berbasis komputer yang digunakan untuk otomatisasi proses industri, dengan keunggulan dalam hal keandalan, fleksibilitas, dan kemampuan untuk menangani berbagai macam aplikasi industri, termasuk pengendalian sistem *conveyor* dan kendaraan otomatis seperti *Automated Guided Vehicle* (AGV). Salah satu penerapan PLC yang signifikan adalah dalam sistem *conveyor transfer* palet otomatis, yang digunakan untuk memindahkan material atau barang dalam proses produksi dengan cara yang lebih terstruktur dan efisien. Dalam sistem ini, *conveyor* berfungsi untuk mengalirkan palet dari satu titik ke titik lain. AGV (*Automated Guided Vehicle*) merupakan salah satu elemen penting dalam sistem otomatisasi, yang digunakan

untuk memindahkan material atau barang antar area produksi tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Pengendalian AGV yang efektif sangat bergantung pada sistem interlock yang memastikan koordinasi dan keamanan dalam pergerakan AGV serta *conveyor transfer* palet. Implementasi PLC pada sistem *conveyor transfer* palet otomatis dan interlock pada AGV tidak hanya meningkatkan kecepatan dan ketepatan dalam proses produksi, tetapi juga meningkatkan keselamatan operasional. Dengan menggunakan PLC, sistem pengendalian dapat diatur secara terpusat dan terintegrasi, memungkinkan pengawasan dan pemrograman yang lebih mudah, serta pemecahan masalah yang lebih cepat jika terjadi gangguan.

Tentunya hal-hal ini merupakan tantangan agar dapat mencegah terjadinya kecelakaan pada saat bekerja yang efektif untuk menjamin keselamatan operator dan peralatan, sekaligus meningkatkan efisiensi produksi dan kehandalan pada saat produksi berlangsung. Dengan latar belakang tersebut, maka pada laporan ini akan dibahas mengenai “Implementasi *Conveyor Transfer* Palet Otomatis dan *Interlock* pada *Automated Guided Vehicle* (AGV) Berbasis *Pemrograman Logic Controller* (PLC).”

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang muncul dalam konteks ini meliputi:

1. Bagaimana cara merancang dan mengimplementasikan pemrograman PLC yang efektif untuk mengontrol sistem *conveyor transfer* palet otomatis, dan AGV agar berjalan secara terkoordinasi dan efisien?
2. Bagaimana cara pengujian dari kehandalan *conveyor transfer* palet otomatis?
3. Apa saja kendala teknis dalam pemrograman PLC yang mengontrol sistem otomatisasi ini, dan bagaimana cara mengatasinya?

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penyusunan penelitian ini, terdapat batasan terhadap sistem pengamanan tempat penyimpanan, yaitu:

1. Penelitian ini hanya akan membahas pemrograman PLC untuk mengendalikan koordinasi dan interaksi antara *conveyor* palet otomatis dan AGV dengan menggunakan bahasa pemrograman ladder logic menggunakan software GX-Work 2.
- 2.
3. Penelitian ini lebih terfokus pada aplikasi di lingkungan manufaktur atau industri yang mengutamakan otomatisasi dalam pengangkutan material menggunakan sistem *conveyor* dan AGV, serta tidak mencakup sektor lain yang menggunakan teknologi serupa dalam konteks yang berbeda.
4. *Interlock* yang diterapkan hanya pada hubungan antara AGV dengan, dan tidak mencakup *interlock* dengan sistem lain di luar cakupan penelitian ini.

1.4 Tujuan

Tujuan dari perancangan ini yaitu :

1. Merancang dan mengimplementasikan pemrograman PLC yang efektif untuk mengontrol sistem conveyor transfer palet otomatis dan AGV.
2. Menguji kehandalan sistem conveyor transfer palet otomatis dengan uji *endurance test*, *ijiwaru test* dan *error monitoring*.
3. Menguji dan memastikan bahwa logika ladder yang dikembangkan mampu mengontrol sistem secara handal diberbagai kondisi.

1.5 Manfaat

1. Menyediakan model sistem otomatisasi berbasis PLC yang dapat diterapkan dalam industri manufaktur untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan proses produksi.
2. Memperkenalkan metode pengujian sistem otomatisasi melalui uji *endurance test*, *ijiwaru test*, dan *error monitoring*, yang dapat menjadi standar dalam evaluasi sistem otomatisasi industri lainnya.
3. Mendorong adopsi sistem otomatisasi berbasis AGV dan *conveyor* untuk berbagai aplikasi di sektor industri dan manufaktur.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan pengelompokan menurut isi dalam beberapa bab. Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut.

BAB I : Pendahuluan

Bab I Pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, manfaat, tujuan tugas akhir, pembatasan masalah yang dikerjakan dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab II Tinjauan pustaka berisi tentang tinjauan pustaka dan teori dasar yang mendukung implementasi pemrograman PLC pada *conveyor transfer* palet otomatis dan interlock pada AGV, khususnya komponen dan rangkaian yang digunakan.

BAB III : Perancangan dan Realisasi

Bab III Metode Penelitian membahas tahap perancangan implementasi pemrograman PLC yang berisi uraian tahapan penyelesaian tugas akhir yang memuat tentang tahap perancangan pemrograman PLC untuk menjalankan mesin, tahap pembuatan desain mesin, deskripsi mesin, cara kerja mesin, spesifikasi alat yang digunakan. Kemudian pada bab ini membahas mengenai realisasi alat secara umum

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Bab IV Analisis dan Pembahasan membahas langkah-langkah dalam pengujian alat, hasil pengukuran dalam setiap rangkaian, pengujian dalam setiap rangkaian, spesifikasi alat yang digunakan, serta petunjuk-petunjuk pengoperasian pada alat yang dibuat. Kemudian dibahas hasil dari pengujian perancangan seluruh sistem yang nantinya dapat diperoleh nilai-nilai kondisi yang tepat sehingga sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan ide perencanaan.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Bab V Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian berdasarkan rumusan masalah dan Saran untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis menentukan gagasan dan ide yang berkaitan dengan tugas akhir ini menggunakan beberapa referensi dari beberapa jurnal dan tugas akhir yang sudah ada, antara lain sebagai berikut:

1. Implementasi Pemrograman PLC Pada *Conveyor* Pemilah Barang. Metode yang digunakan pada system ini menggunakan sensor infrared, proximity, dan load cell untuk mendeteksi karakteristik barang (tinggi, jenis material, berat). PLC diprogram untuk memilah barang secara otomatis dan sistem dapat dioperasikan dalam mode manual atau otomatis. Memiliki efisiensi tinggi dalam memproses barang tanpa campur tangan manusia dan sistem modular memudahkan pemeliharaan. Namun, system ini memiliki ketergantungan pada sensor tertentu yang dapat menyebabkan system terganggu akibat kegagalan sensor [2].
2. Implementasi AGV dengan PLC Simatic ET200S. Pada penelitian ini menggunakan PLC modular dengan berbagai modul seperti PWM, input/output digital, dan encoder. Sistem ini dilengkapi fail-safe untuk keselamatan dan mendukung komunikasi profinet dengan HMI. Sistem ini memiliki fleksibilitas tinggi berkat modul-modul yang dapat diganti sesuai kebutuhan. Integrasi profinet meningkatkan komunikasi antar sistem. Namun, Implementasi relatif kompleks dan membutuhkan keahlian teknis tinggi untuk mengelola sistem profinet dan fail-safe modules [3].
3. Perancangan Sistem Kontrol Menggunakan PLC CP 1L dengan I/O = 6/4 untuk Menggerakan Mesin AC maupun DC. Mengimplementasikan sistem kontrol berbasis PLC Omron CP1L dengan konfigurasi input/output (I/O) sederhana, yaitu 6 input dan 4 output, untuk mengontrol operasi motor AC maupun DC dalam aplikasi industri seperti *conveyor*, pompa, atau mesin produksi [4].

4. Rancang Bangun Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) dan Display Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT (Internet of Things). Penelitian ini mengimplementasikan pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi untuk pemrosesnya. Sebagai masukan menggunakan Pi Camera yang diletakkan di depan untuk mengakses brankas dan mengambil citra wajah kemudian melakukan hasil perbandingan dengan wajah yang terdapat pada database. Alat ini juga dilengkapi dengan LCD yang digunakan untuk menampilkan kondisi brankas ketika terkunci dan terbuka [5].
5. Aplikasi PLC pada Mesin Industri Pemotong Kayu dengan Perangkat Conveyor. Penelitian ini menggunakan PLC sebagai pemrosesnya. Sebagai masukan menggunakan *limit switch* dan juga push button start-stop. Pembacaan ketebalan kayu menggunakan *limit switch* dengan ketentuan ketebalan kayu yang dapat diproses sebesar 3cm, jika lebih besar dari ketentuan maka putaran conveyor akan berbalik. Menggunakan inverter jenis Alvitara ATV12H075M2 sebagai pengatur kecepatan motor induksi 0,37 KW yang memiliki efisiensi 66% [6].

2.2 Landasan Teori

Adapun sistem dan komponen yang digunakan dalam pembuatan penelitian ini, yaitu peralatan masukan yang terdiri dari photosensor, *limit switch*, pressure switch. Peralatan pemroses data yaitu PLC Mitsubishi dan HMI. Untuk peralatan luaran antara lain inverter untuk mengendalikan motor 3 phase, rotary lamp dan solenoid.

2.2.1 PLC

Programmable Logic Controller atau yang disebut dengan PLC adalah suatu sistem elektronik yang beroperasi secara *digital* dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal. Intruksi - intruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul *Input/Output digital* maupun *analog* [7].



Gambar 2. 1 PLC Mitsubishi [7]

2.2.2 Limit switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari Normally *Open*/ NO ke *Close* atau sebaliknya dari Normally *Close*/NC ke *Open*). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, *limit switch* juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau Off [8].

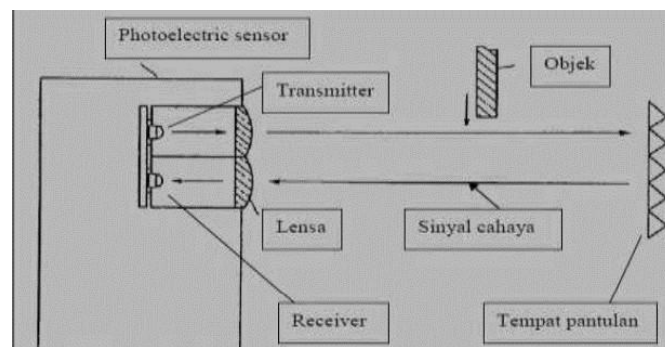


Gambar 2. 2 Limit switch [8]

2.2.3 Sensor Photoelectric

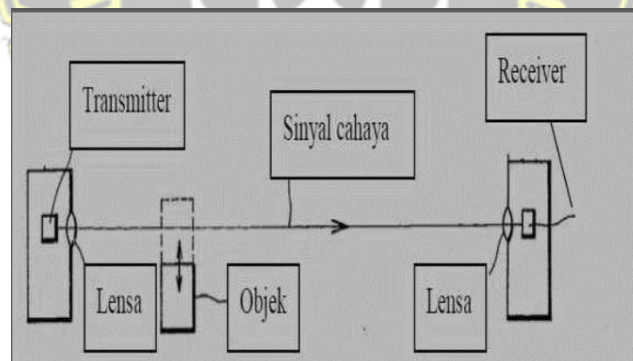
Sensor photoelectric adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Alat ini menggunakan energi cahaya yang berasal dari energi listrik sebagai penginderanya. Berdasarkan prinsip kerjanya, secara umum alat ini dibagi ke dalam dua jenis. Jenis yang pertama ialah jenis refleksi, pada jenis ini alat pengirim cahaya (*transmitter*) dan penerima

cahaya (*receiver*) berada pada satu tempat. Apabila ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan oleh sensor ini akan dipantulkan kembali ke arah sensor itu dengan sudut yang berbeda tetapi masih dalam sumbu yang sama [9].



Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sensor Photoelectric Tipe Refleksi [9]

Jenis yang ke dua ialah penetrasi, pada jenis ini transmitter dan receiver tidak berada pada suatu tempat. Pada saat tidak ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan akan diterima oleh *receiver*, demikian sebaliknya jika benda ada pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan tidak sampai kepada receiver [9].



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Photoelectric Tipe Penetrasi [9]

2.2.4 Solenoid

Solenoid adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui solenoida, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, solenoid valve pneumatic atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust.

Lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (service unit), sedangkan lubang keluaran berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatic, dan lubang exhaust, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja [8].



Gambar 2. 5 Selenoid [8]

2.2.5 Protokol Komunikasi

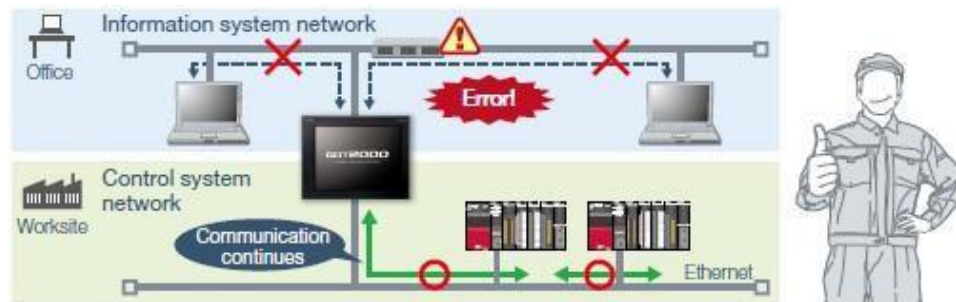
Protokol komunikasi adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data dalam suatu sistem, Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Dalam industri, protokol komunikasi sangat dibutuhkan karena di industri terdiri dari berbagai PLC yang mengendalikan sistem dalam satu kesatuan, sehingga diperlukan protokol sebagai penghubung antar PLC, juga dari PLC menuju *remote Input/Output*.



Gambar 2. 6 CC - Link Communication Diagram [7]

1. Komunikasi PLC dan HMI

Dalam industri terdapat banyak aturan komunikasi, yang berfungsi untuk mengatur perpindahan data antar perangkat. Untuk komunikasi yang digunakan antara PLC dan HMI pada project kali ini adalah *Ethernet*.



Gambar 2. 7 Komunikasi PLC dan HMI [7]

2. Komunikasi PLC dan Remote I/O

Remote Input Output atau disingkat *remote I/O* merupakan sebuah perangkat keras yang berfungsi sebagai sebuah *remote* yang letaknya berjauhan dari PLC. Sebuah *remote I/O* modul akan berkomunikasi dengan PLC melalui sebuah modul *adaptor* terhubung dengan *controller* yang ada pada rak PLC.



Gambar 2. 8 Remote I/O AJ65SBTB1 – 32DT [7]

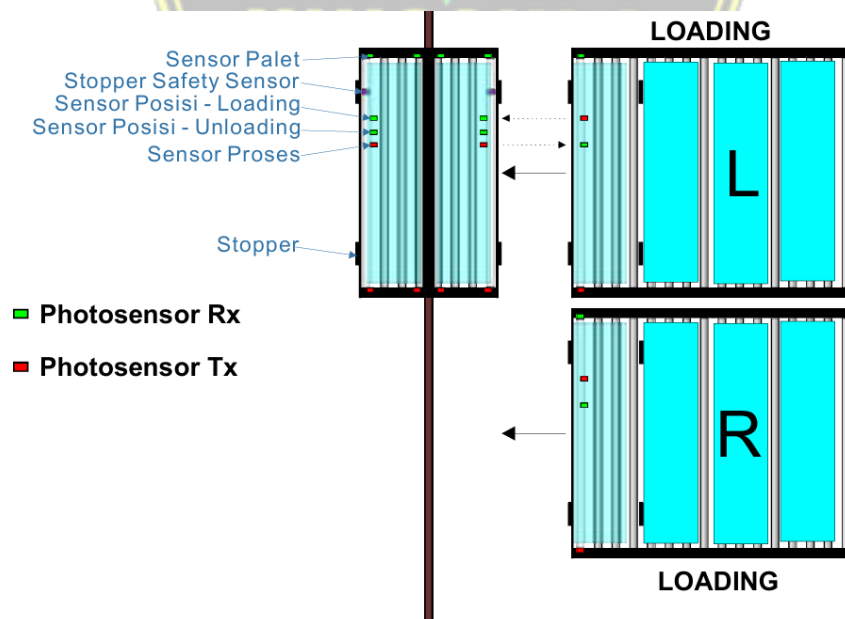
Gambar 2.8 merupakan Remote I/O AJ65SBTB1 – 32DT yang memiliki jumlah *input* sebanyak 16 alamat dan output sebanyak 16 alamat, untuk komunikasi yang digunakan antara PLC dengan Remote I/O adalah CC-Link dengan modul yang ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 9 CC-Link Module [7]

3. Komunikasi PLC dengan AGV

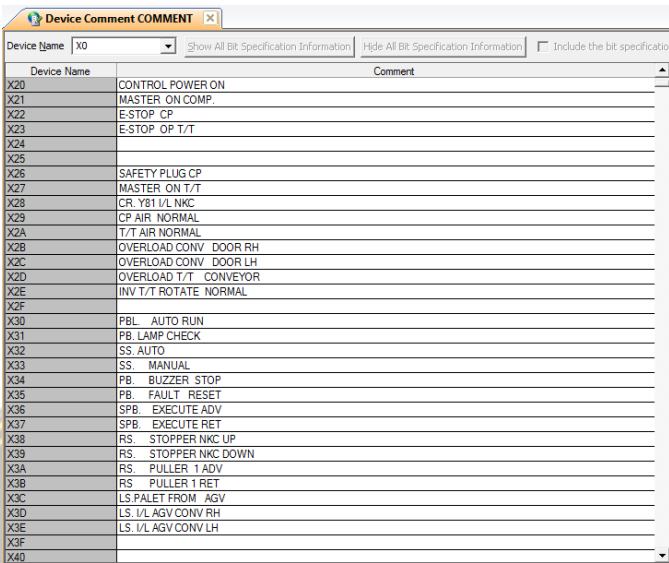
Automated Guided Vehicle atau biasa disingkat AGV pada system ini memiliki controller tersendiri, untuk komunikasi antara AGV dengan PLC menggunakan sensor. Jenis sensor yang dipakai berupa photosensor penetrasi. pada jenis ini transmitter dan receiver tidak berada pada suatu tempat. Pada saat tidak ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan akan diterima oleh receiver, demikian sebaliknya jika benda ada pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan tidak sampai kepada receiver.



Gambar 2. 10 Layout Interlock

2.2.6 Mapping I/O

Mapping I/O merupakan proses dimana seorang *programmer* memetakan *Input* dan *Output* yang digunakan pada sistem yang akan dibuat, dengan penamaan dan *address* tertentu. Pada gambar 11 merupakan *mapping I/O* dimana terdapat *address plc* juga penamaan dari masing-masing *address*.

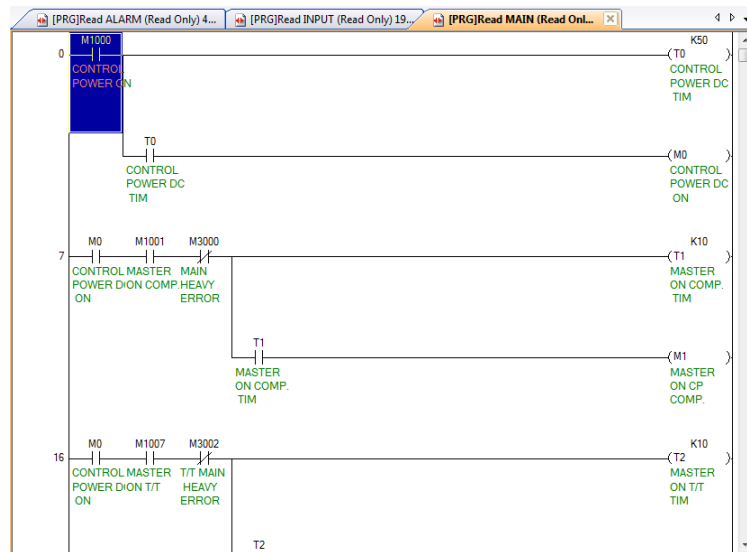


Device Name	Comment
X20	CONTROL POWER ON
X21	MASTER ON T/T
X22	E-STOP CP
X23	E-STOP OP T/T
X24	
X25	
X26	SAFETY PLUG CP
X27	MASTER ON T/T
X28	CR Y81 I/L NKC
X29	CP AIR NORMAL
X2A	T/T AIR NORMAL
X2B	OVERLOAD CONV DOOR RH
X2C	OVERLOAD CONV DOOR LH
X2D	OVERLOAD T/T CONVEYOR
X2E	INV T/T ROTATE NORMAL
X2F	
X30	PBL AUTO RUN
X31	PB LAMP CHECK
X32	SS AUTO
X33	SS MANUAL
X34	PB BUZZER STOP
X35	PB FAULT RESET
X36	SPB EXECUTE ADV
X37	SPB EXECUTE RET
X38	RS STOPPER NKC UP
X39	RS STOPPER NKC DOWN
X3A	RS PULLER 1 ADV
X3B	RS PULLER 1 RET
X3C	LS PALET FROM AGV
X3D	LS I/L AGV CONV RH
X3E	LS I/L AGV CONV LH
X3F	
X40	

Gambar 2. 11 Mapping I/O

2.2.7 Ladder Diagram

Ladder Diagram adalah Bahasa pemrograman universal PLC. Ini memiliki singkatan pendek yang jika diartikan kedalam Bahasa Indonesia adalah diagram tangga. Pada gambar 2.9 merupakan Bahasa pemrograman *Ladder Diagram* yang digunakan pada sistem yang dibahas pada skripsi ini.



Gambar 2. 12 Ladder Diagram

2.2.8 Motor 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. Motor induksi sering juga disebut motor asinkron (Siswoyo, 2008). Motor induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan – peralatan di industri. Hal ini karena motor induksi 3 fasa memiliki konstruksi yang sederhana, harga yang lebih murah dan mudah dalam perawatannya. Pada dasarnya, motor induksi 3 fasa memiliki kecepatan yang konstan saat keadaan tidak berbeban (zero/no-load) maupun beban penuh (full-load). Kecepatan motor induksi 3 fasa tergantung pada frekuensi kerjanya sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya. Meskipun begitu, peralatan pengatur frekuensi (variable frequency electronic drive) semakin banyak digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi [10].



Gambar 2. 13 Motor 3 Fasa [10]

2.2.9 Inverter

Inverter 3 phase (3 fasa) dikenal dalam industri sebagai perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah sumber daya listrik tiga fase. Listrik tiga fasa umumnya berupa pasokan daya listrik bolak-balik (AC) dengan tiga konduktor, menjadi tegangan dan frekuensi yang dapat diatur sesuai kebutuhan dan persyaratan aplikasi tertentu. Pada system ini inverter berfungsi untuk mengatur kecepatan motor dan juga control arah rotasi motor [7].



Gambar 2. 14 Inverter Mitsubishi [7]

2.2.10 Ijiwaru Check

Ijiwaru Check merupakan standar pengujian pada suatu sistem dimana didalam *Ijiwaru Check* ini terdapat pengujian terkait *safety*, kelancaran proses produksi dan prosedur jika terjadi *trouble* dan juga cara untuk *troubleshooting*. Serta pengecekan dokumen – dokumen seperti *drawing* dan *labeling* pada *sensor* maupun *aktuator* yang ada pada sistem tersebut. Pengujian *ijiwaru test* ini memiliki *standart* yang berbeda disetiap perusahaan dan disetiap mesin yang akan diuji.

2.2.11 Endurance Test

Endurance Test merupakan pengujian yang dilakukan guna melihat kinerja dari sistem *conveyor* palet otomatis. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk mengukur kemampuan mesin dalam menghadapi penggunaan berulang dalam jangka waktu lama. Pengujian *endurance test* ini dilakukan dengan cara memonitor terkait *cycle time* dari setiap proses yang berlangsung, apakah *cycle time* pada setiap proses sesuai dengan yang diharapkan oleh perusahaan. Sama hal nya dengan pengujian

ijiwaru test, pengujian *endurance test* ini memiliki *standart* yang berbeda disetiap perusahaan dan disetiap mesin yang akan diuji.

2.2.12 Error Monitoring

Kondisi error atau kesalahan, biasanya terjadi ketika dalam suatu proses terjadi masalah yang tidak biasa. Bisa jadi karena proses terhenti karena ada yang menghalangi pergerakan mesin. Bisa juga terjadi karena faktor pendukung yang seharusnya bisa memenuhi kebutuhan mesin, misalnya kondisi angin yang kurang, voltase yang tidak stabil, atau bahkan terjadi akibat tindakan darurat dari operator, terhalangnya sensor safety saat proses otomatis. Maka dariitu, *Error monitoring* merupakan pengujian yang dilakukan guna melihat apakah saat problem terjadi dapat ditangani dan juga langkah-langkah dalam penanganan sesuai standart yang berlaku. Pengujian *error monitoring* ini memiliki *standart* yang berbeda disetiap perusahaan dan disetiap mesin yang akan diuji.

2.2.13 Devisiasi

Standar deviasi atau simpangan baku memperlihatkan jarak setiap titik data dengan nilai rata-rata. Jika jarak atau penyebarannya jauh atau luas, maka bisa dikatakan standar deviasinya tinggi. Sedangkan jika jaraknya mendekati nol (dekat dengan nilai rata-rata), maka standar deviasinya rendah. Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai devisiasi:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (2.1)$$

$$d_n = |x_n - \bar{x}| \quad (2.2)$$

Pengukuran yang telah dilakukan di setiap hasil pengujian dihitung untuk kemudian digunakan untuk menghitung deviasi rata-rata dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \dots + |d_n|}{n} \quad (2.3)$$

Keterangan

$\bar{x}$: nilai rata-rata dari jumlah hasil pengukuran

x : hasil pengukuran

d : Nilai deviasi

n : Jumlah Pengukuran

D : Nilai deviasi rata-rata dari semua pengukuran

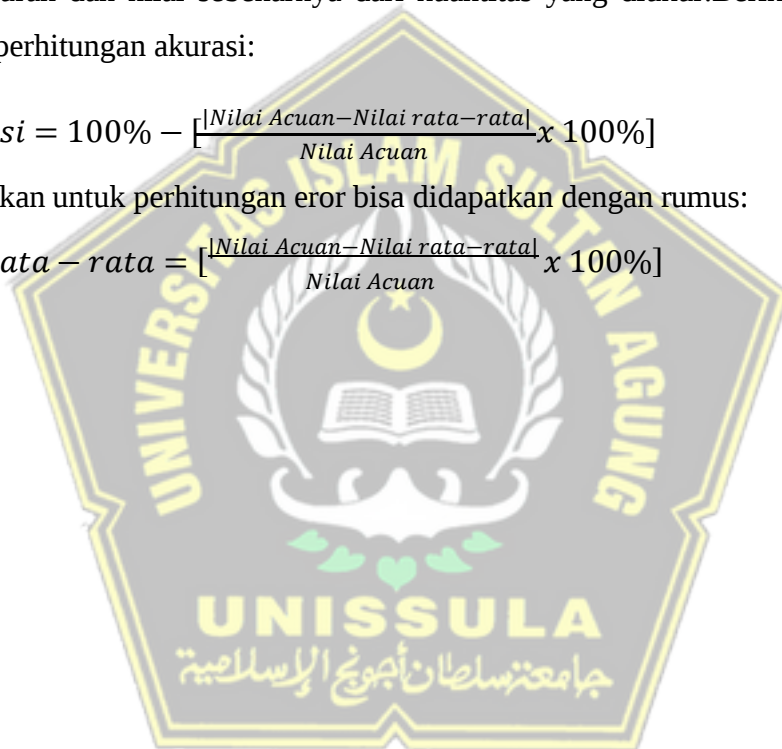
2.2.14 Akurasi dan Error

Akurasi merupakan ukuran seberapa jauh hasil pengukuran mendekati harga sebenarnya dari pada besaran yang diukur. Sedangkan error selisih antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari kuantitas yang diukur. Berikut merupakan rumus perhitungan akurasi:

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{|Nilai Acuan - Nilai rata-rata|}{Nilai Acuan} \times 100\% \right] \quad (2.4)$$

Sedangkan untuk perhitungan error bisa didapatkan dengan rumus:

$$Error \text{ rata-rata} = \left[\frac{|Nilai Acuan - Nilai rata-rata|}{Nilai Acuan} \times 100\% \right] \quad (2.5)$$



BAB III

PERANCANGAN ALAT

3.1 Deskripsi Umum

Sistem otomasi *transfer* palet pada perusahaan manufacturing otomotif ini merupakan sebuah sistem yang dirancang dan digunakan untuk proses otomasi sistem untuk melakukan *transfer* palet pitu secara otomatis yang sudah menggunakan robot berupa *Automated Guided Vehicle (AGV)*. Beberapa sistem yang dikendalikan dan dimonitoring oleh mesin ini diantaranya, sensor *reed switch*, *solenoid*, *photosensor*, *cylinder pneumatic* dengan menggunakan sebuah PLC.

Sistem mesin ini dibuat membentuk sebuah area, yang disebut area *Turn Table* yang bisa menampung dua palet sekaligus dan memiliki pagar sebagai pembatasnya. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu : *Operation Panel*, *Conveyor Transfer*, *Rotary Turn Table* dan *Driver Rotary*.

Pada sistem mesin ini terdapat beberapa alat yang membutuhkan pengaturan protokol komunikasi untuk dapat bekerja secara bersamaan. Alat – alat tersebut adalah PLC, *Remote Input* dan *Remote Output*. Protokol komunikasi yang digunakan berupa kabel CC – *Link*.

Sistem ini membutuhkan 2 *limit switch* yang digunakan untuk menentukan arah putaran motor rotary (*forward/reverse*) dan juga 5 *limit switch* yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor rotary. Untuk *run/stop conveyor transfer* menggunakan satu *limit switch* yang sekaligus digunakan untuk memberikan sinyal kepada AGV bahwa palet siap untuk diambil. Pada sistem ini terdapat satu buah *photosensor* dengan tipe refleksi yang berfungsi apabila palet sudah berada diposisi *center attachment*. Terdapat 2 pasang *photosensor* dengan tipe penetrasi yang mana digunakan untuk interlock dengan AGV. Selain itu, terdapat 2 motor tiga fasa yang memiliki fungsi yang berbeda. Motor dengan beban 0,2 kW digunakan untuk *conveyor transfer* palet dan untuk motor dengan beban 0,75 kW digunakan untuk rotasi palet.

3.2 Prinsip Kerja Sistem

Kondisi mesin harus dalam kondisi normal yaitu emergency stop dan safety plug yang ada di panel utama dalam kondisi normal. Pada sistem pengoperasian mesin *transfer* palet ini dibagi menjadi 2 yaitu: pengoperasian secara manual dan auto. Pengoperasian secara manual hanya digunakan ketika proses auto mengalami problem.

3.2.1 Check Normal Condition

1. Check Status :
 - Power supply DC dalam keadaan menyala.
 - PLC dalam keadaan running.
 - Mesin dalam keadaan homepost .
2. Device Check Status :
 - Tombol Emergency Stop Release.
 - Safety Plug Normal.
3. Visual Check :
 - Tidak ada angin yang bocor pada selang angin.
 - Tidak ada kabel yang putus setelah pemasangan atau modifikasi.
 - Pastikan lingkungan memiliki pencahayaan yang cukup.

3.2.2 Alur Proses Auto Conveyor Turn Table

1. Selector Switch pada operation panel turn table pada posisi auto.
2. Untuk melakukan proses secara auto, pertama tama mesin dalam keadaan normal.
3. *Conveyor* sudah dalam keadaan homepost, apabila *conveyor* belum homepost maka proses auto run tidak bisa beroperasi.
4. Jika selector switch sudah pada posisi auto, tekan push button auto run hingga lampu autorun menyala.
5. *Conveyor* turn table akan berjalan otomatis tanpa dioperasikan oleh operator.

3.2.3 Spesifikasi Alat

Berikut adalah spesifikasi alat yang digunakan :

Tabel 3. 1 Spesifikasi PLC

No	Part Name	Specification	Qty	Unit	Maker
1	<i>Base Unit</i>	Q35B	1	pcs	Mitsubishi
2	<i>CPU Unit</i>	Q03UDE CPU, 30K Steps Program Memory, Ethernet Port	1	pcs	Mitsubishi
3	<i>Power Supply</i>	Q61P, 100-240 VAC	1	pcs	Mitsubishi
4	<i>Input Unit</i>	QX-40, 24VDC, 32 Input	1	pcs	Mitsubishi
5	<i>Output Unit</i>	QY-40P, 24VDC, 32 Output	1	pcs	Mitsubishi
6	<i>CC-Link Master Unit</i>	QJ61BT11N, Master/Local Station	1	pcs	Mitsubishi

Tabel 3. 2 Spesifikasi Input

No	Part Name	Specification	Qty	Unit	Maker
1	<i>Photo Sensor</i>	E3Z-R61 2M	1	pcs	Omron
2	<i>Limit switch</i>	WLCA2-2-N	8	pcs	Omron
3	<i>Push Button Lamp</i>	YW1L-MF2E11Q4(G)(A)	3	pcs	IDEC
4	<i>Selector Push Button</i>	HW1R-2D20-B	5	pcs	IDEC
5	<i>Selector Switch</i>	YW1S-2E20	1	pcs	IDEC
6	<i>Emergency Stop</i>	YW1L-V4E2Q4R	1	pcs	IDEC
7	<i>Pressure Switch</i>	P4100-10	1	pcs	CKD
8	<i>Reed Switch</i>	-	6	pcs	CKD

Tabel 3. 3 Spesifikasi Output

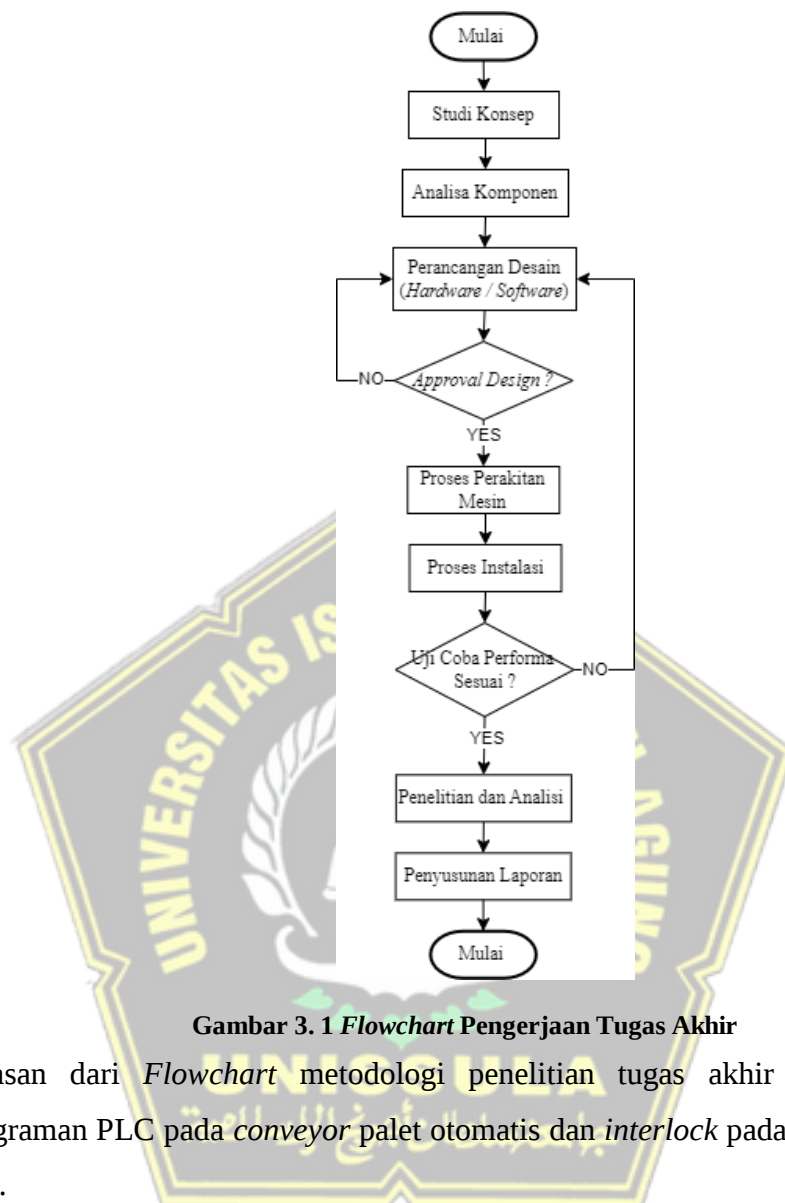
No	Part Name	Specification	Qty	Unit	Maker
1	<i>Solenoid Valve</i>	PV5G-6-FHG-D-3	1	pcs	CKD
2	<i>Motor 3 Phase</i>	Hyponic 0,2 kW	1	pcs	Sumitomo
3	<i>Motor 3 Phase</i>	Cyclo 0,75 kW	1	pcs	Sumitomo

4	<i>Rotary Lamp</i>	1101J-24VDC (RED)	1	pcs	LTE
5	<i>Inverter</i>	FR-E840-0,75K-1	1	pcs	Mitsubishi
6	<i>Pilot Lamp Small</i>	AP8M222-A	4	pcs	IDEC
7	<i>Pilot Lamp Small</i>	AP8M222-G	4	pcs	IDEC

3.3 Tahapan Penelitian

Kegiatan pelaksanaan penelitian mencakup tahapan penyelesaian tugas akhir, yaitu studi konsep, tahap perancangan design mesin, tahap perakitan mesin, tahap instalasi, pengujian alat hasil rancangan, penganalisaan dan penyusunan laporan. *Flowchart* pelaksanaan penelitian tugas akhir ini diperlihatkan pada Gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

Penjelasan dari *Flowchart* metodologi penelitian tugas akhir implementasi pemrograman PLC pada *conveyor* palet otomatis dan *interlock* pada AGV sebagai berikut.

1. Studi Konsep

Studi konsep bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami konsep dari mesin yang akan dibuat. Dalam pembuatan mesin ini studi konsep dibutuhkan informasi dari customer mengenai kebutuhan mesin.

2. Analisis Komponen

Analisa komponen adalah melakukan analisis komponen yang dibutuhkan dalam membuat mesin *conveyor transfer* palet otomatis dan *interlock* dengan AGV. Setelah melakukan studi konsep, kemudian dilakukan analisis

komponen untuk dibuat catatan daftar komponen dan selanjutnya dibelanjakan.

3. Perancangan Desain

Setelah mendapatkan komponen-komponen yang dibutuhkan selanjutnya melakukan perancangan mesin *conveyor transfer* palet otomatis dan interlock dengan AGV. Perancangan desain ini mencakup desain hardware dan juga software.

4. Approval Desain

Approval Desain bertujuan untuk memastikan bahwa desain sudah memenuhi standart kualitas yang telah ditentukan perusahaan dan memenuhi pengguna. Namun apabila perancangan desain tidak disetujui oleh pihak customer maka kembali pada perancangan design untuk kembali diolah.

5. Proses Perakitan Mesin

Perakitan alat dilakukan setelah desain disetujui oleh customer dan dirakit sesuai desain yang telah dirancang.

6. Proses Instalasi

Proses instalasi dilakukan setelah proses perakitan selesai. Proses instalasi dilakukan di area yang sudah ditentukan oleh pihak customer dan sesuai kebutuhan mesin. Pada mesin *conveyor* palet otomatis ini diinstall di area Assy Line.

7. Pengujian Mesin

Pada tahap ini dilakukan pengujian mesin yang telah dibuat meliputi *endurance test*, *ijiwuru test* dan juga error monitoring. Apabila hasil kinerja mesin tidak sesuai maka kembali pada tahap perakitan hardware ataupun software. Sedangkan jika kinerja dan output telah sesuai maka dilanjutkan ke tahap berikutnya.

8. Analisa

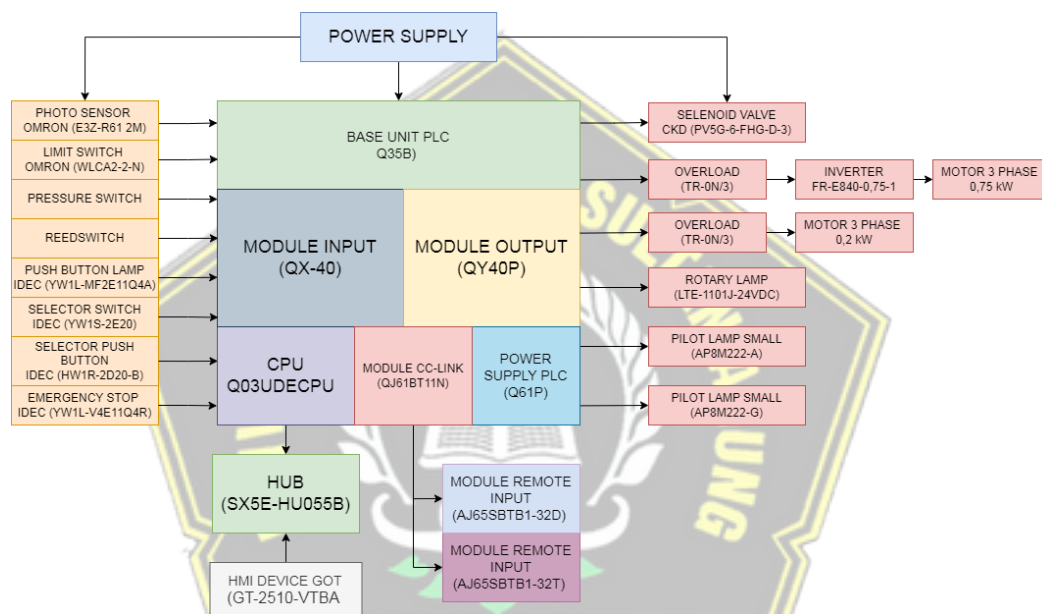
Setelah dilakukan pengujian dan analisis diperoleh data hasil pengujian untuk mengetahui sistem pemrograman PLC pada *conveyor* palet otomatis

dan interlock pada AGV dapat bekerja optimal dan mengetahui efisiensi sistem ini. Kemudian dilakukan pembahasan dari data yang diperoleh.

3.4 Perancangan Alat

3.4.1 Diagram Blok

Pada gambar dibawah terdapat 3 bagian yaitu input, proses dan output. Adapun penjelasan diagram blok perancangan sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Diagram Block

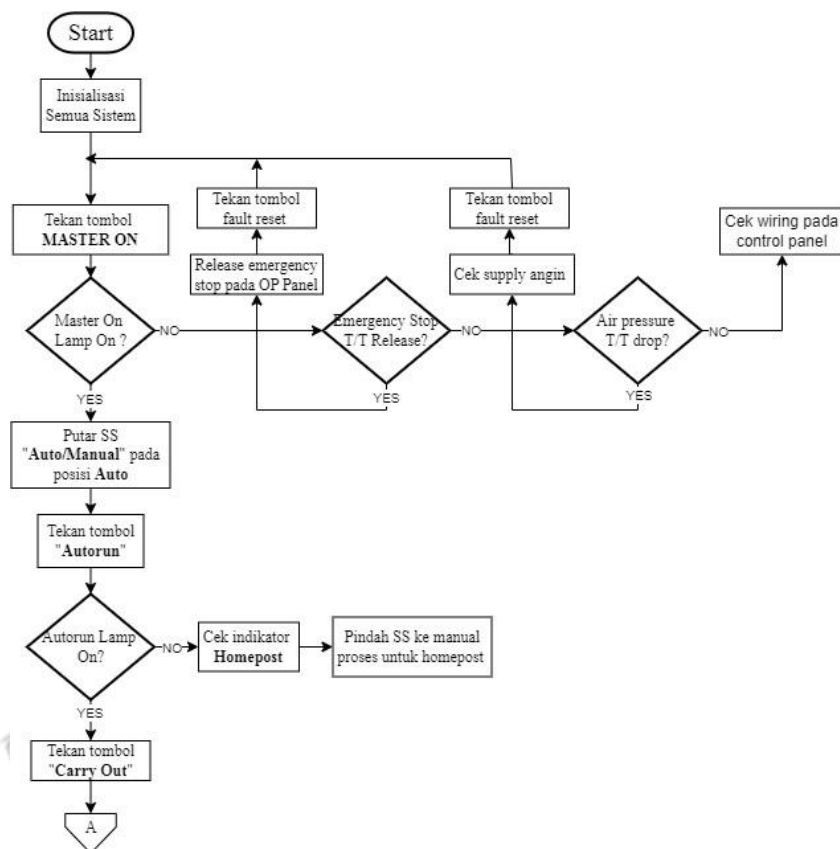
Adapun penjelasan diagram blok perancangan perangkat keras sebagai berikut :

- Photosensor digunakan untuk mendeteksi posisi palet.
- Kemudian terdapat 8 *limit switch* yang masing-masing memiliki fungsi berbeda. Terdapat 2 *limit switch* untuk menentukan motor *rotary*, terdapat 1 *limit switch* yang digunakan sebagai *homepost condition*, 2 *limit switch* untuk mengatur kecepatan motor *rotary*, 2 *limit switch* untuk perintah stop motor *rotary* dan 1 *limit switch* digunakan untuk *interlock* dengan AGV.
- Push button Lamp* digunakan untuk tombol auto run yang berada di operation panel.
- Selector Push Button* digunakan untuk menjalankan segala output sesuai dengan proses yang diinginkan.

- e. *Pressure switch* digunakan sebagai *supply* angin secara keseluruhan.
- f. *Emergency Stop* digunakan sebagai tombol darurat apabila terjadi abnormality untuk menghentikan proses yang sedang terjadi di area conveyor.
- g. PLC pada system ini digunakan sebagai pemroses.
- h. Selenoid digunakan untuk penggerak *stopper turn table*, *stopper small conveyor* dan *lifter turn table*.
- i. Inverter digunakan untuk mengubah frekuensi dan amp
- j. *litudo* catu daya motor AC, sehingga mengubah periode medan magnet yang bergerak untuk mencapai tujuan mengendalikan kecepatan motor dengan lancar.
- k. Rotary lamp digunakan sebagai indikator apabila terjadi problem system di area conveyor turn table.
- l. *Pilot Lamp Small* digunakan sebagai indikator *reed switch*.
- m. HUB digunakan sebagai titik koneksi umum untuk berbagai perangkat, dalam hal ini HUB digunakan untuk menghubungkan seluruh GOT dengan PLC.
- n. HMI Device GOT yaitu sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin yang berupa pengendalian dan visualisasi status baik dari sebuah mesin yang bersifat real time. Pada mesin ini HMI digunakan untuk menampilkan *error* apabila terjadi *abnormality*.

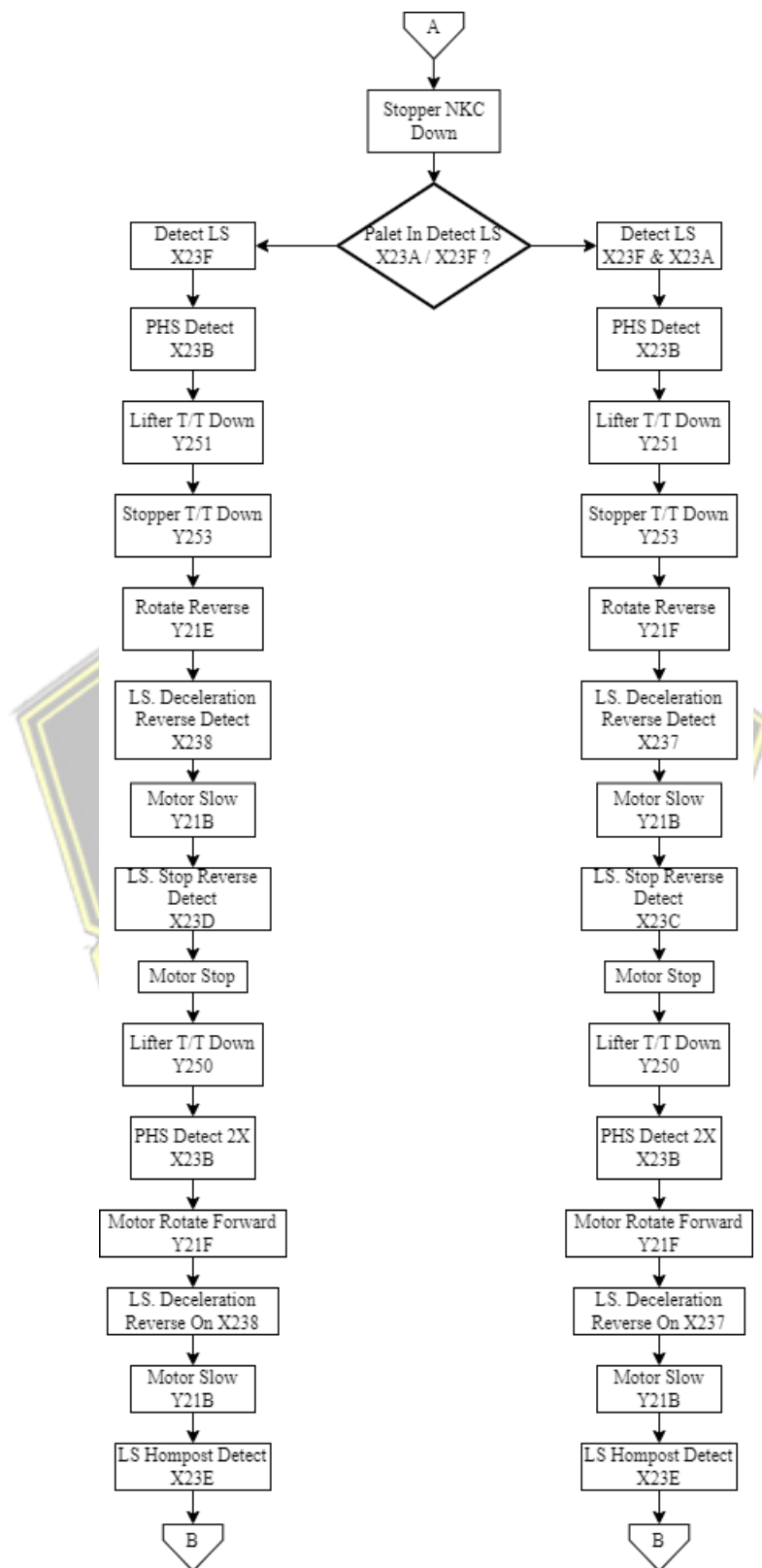
3.4.2 Flowchart Sistem

Pada tahap pembuatan perangkat lunak dimulai dengan pembuatan diagram alir kerja yang dijelaskan pada perancangan program dan akan diterapkan pada sistem. Kemudian program pada proses yaitu PLC Mitsubishi dibuat menggunakan aplikasi GX-Work 2.

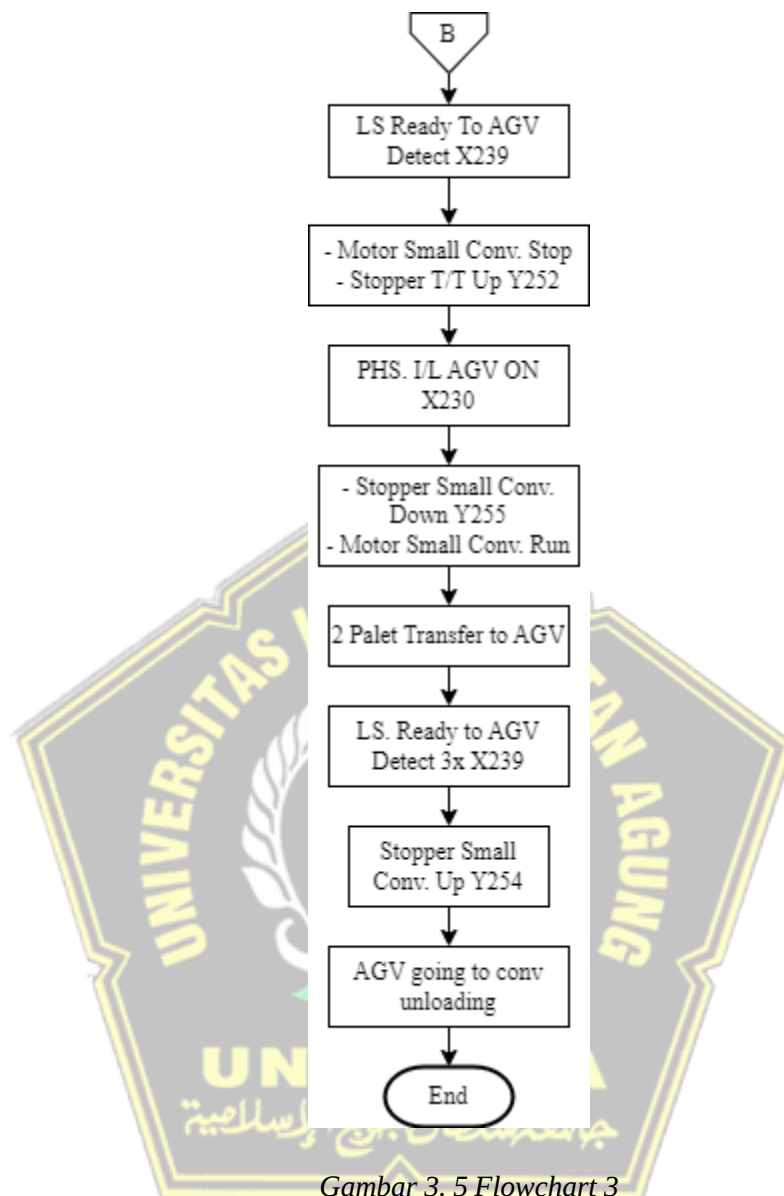


Gambar 3. 3 Flowchart 1



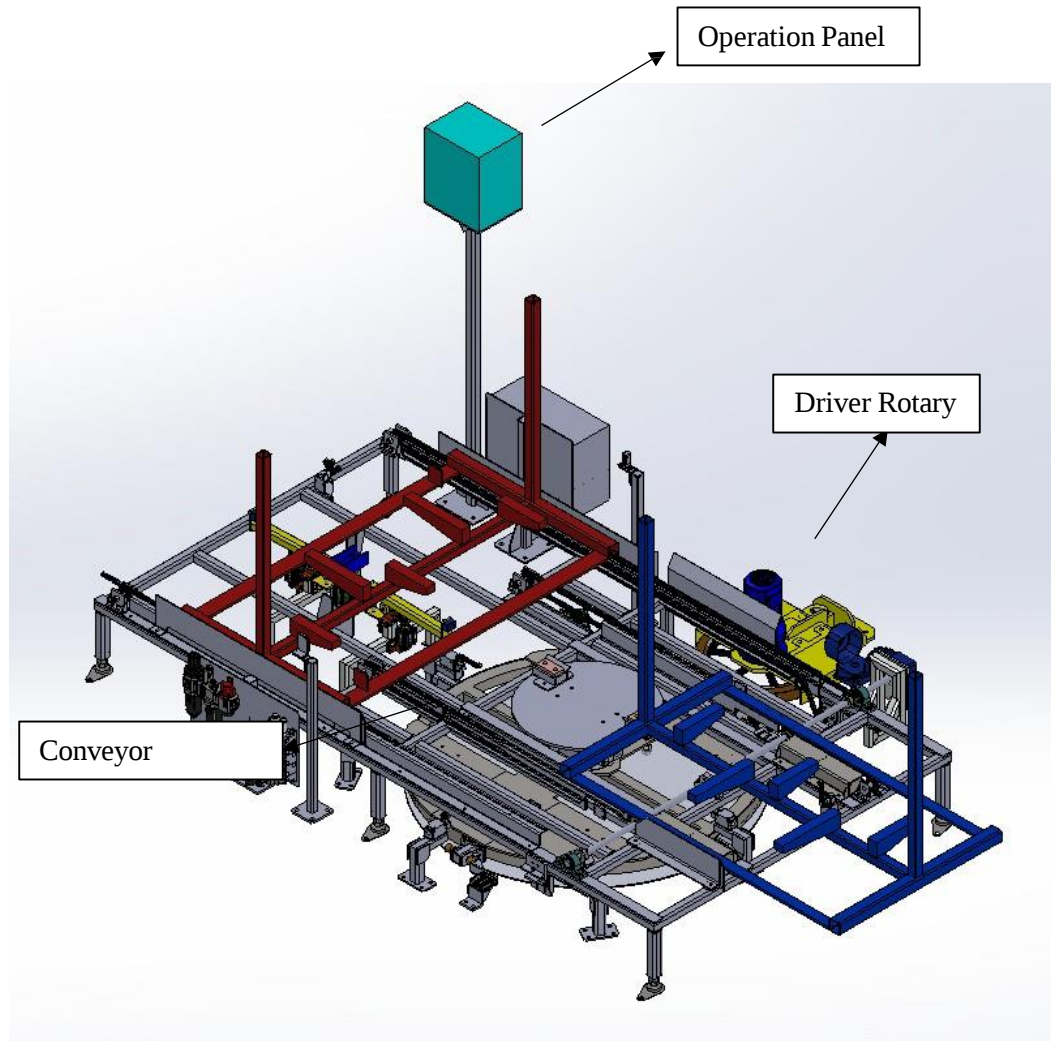


Gambar 3. 4 Flowchart 2



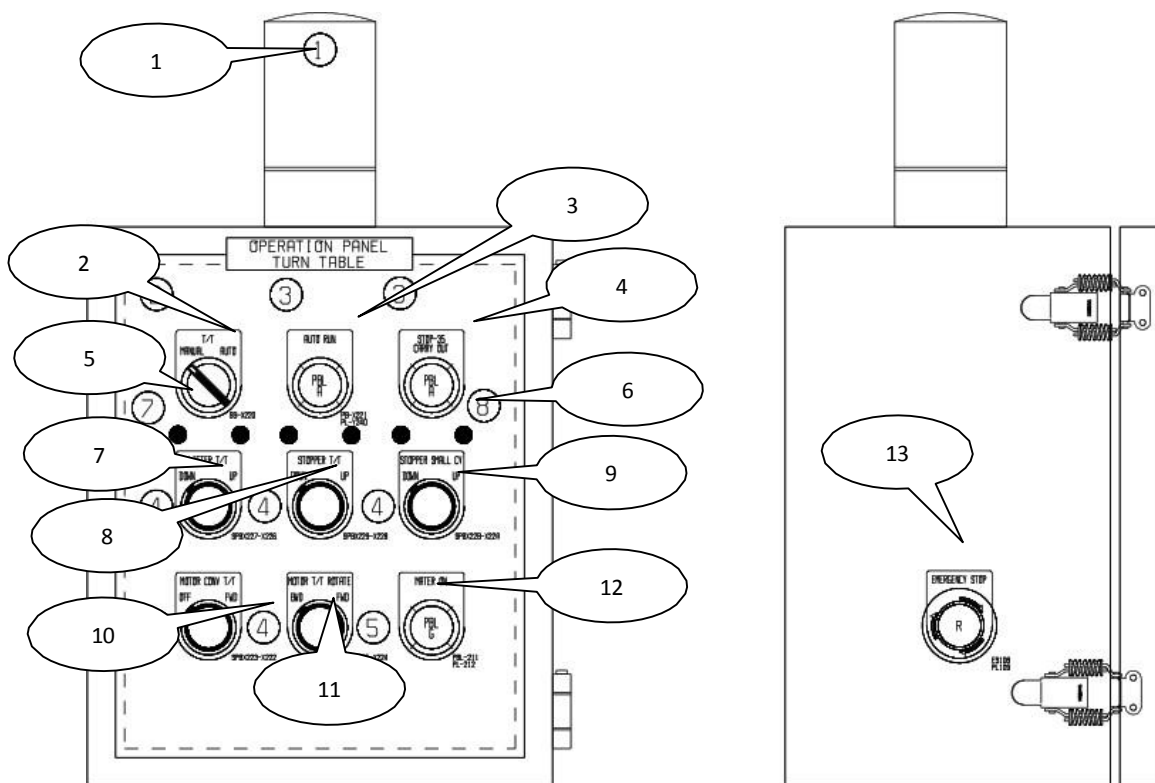
3.4.3 Perancangan Hardware

Perancangan system implementasi pemrograman PLC pada *conveyor transfer* palet otomatis dan *interlock* pada *automated guided vehicle (AGV)* terdapat 3 bagian yaitu area *operation panel*, *driver rotary* dan *conveyor transfer*. Dapat dilihat bentuk 3D dari sistem implementasi pemrograman PLC pada *conveyor* pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Bentuk 3D Mesin Conveyor Transfer Palet Otomatis





Gambar 3. 7 Operation Panel

Pada Gambar 3.7 menunjukkan gambar operation panel yang digunakan untuk mengoperasikan conveyor transfer palet yang mana pada operation panel tersebut terdapat tombol-tombol dan juga lampu indikator yang memiliki fungsi masing-masing. Dibawah ini merupakan penjelasan dari masing-masing komponen.

1. *Rotary Lamp*

Digunakan sebagai indikator bahwa diarea *turn table* sedang terjadi *abnormality*.

2. *Selector Switch Manual / Auto Condition*

Digunakan untuk menjalankan mesin secara manual / auto di area turn table sesuai kebutuhan.

3. *Push Button Lamp Auto Run T/T*

Sebagai tombol trigger untuk membuat panel area *turn table* beroperasi secara auto dengan syarat syarat tertentu.

4. *Push Button Lamp Interlock NKC*

Digunakan sebagai perintah stopper NKC *down* pada saat manual proses dan sebagai indikator bahwa area turn table sudah *homepost*.

5. *Pilot Lamp Small Red*

Sebagai Indikator *reed switch* dalam kondisi *down*.

6. *Pilot Lamp Small Green*

Sebagai Indikator *reed switch* dalam kondisi *up*.

7. *Selector Push Button Lifter T/T*

Digunakan sebagai perintah *up / down lifter turn table* dan stopper nkc saat manual proses.

8. *Selector Push Button Stopper T/T*

Digunakan sebagai perintah stopper *turn table up / down* pada saat manual proses.

9. *Selector Push Button Stopper Small Conveyor*

Digunakan sebagai perintah *stopper small conveyor up / down* pada saat manual proses.

10. *Selector Push Button Motor Conveyor T/T*

Digunakan sebagai perintah motor conveyor *turn table off / forward condition* pada saat manual proses.

11. *Selector Push Button Motor T/T Rotate*

Digunakan sebagai perintah motor *turn table rotate forward / backward condition* pada saat manual proses.

12. *Selector Push Button Motor T/T Rotate*

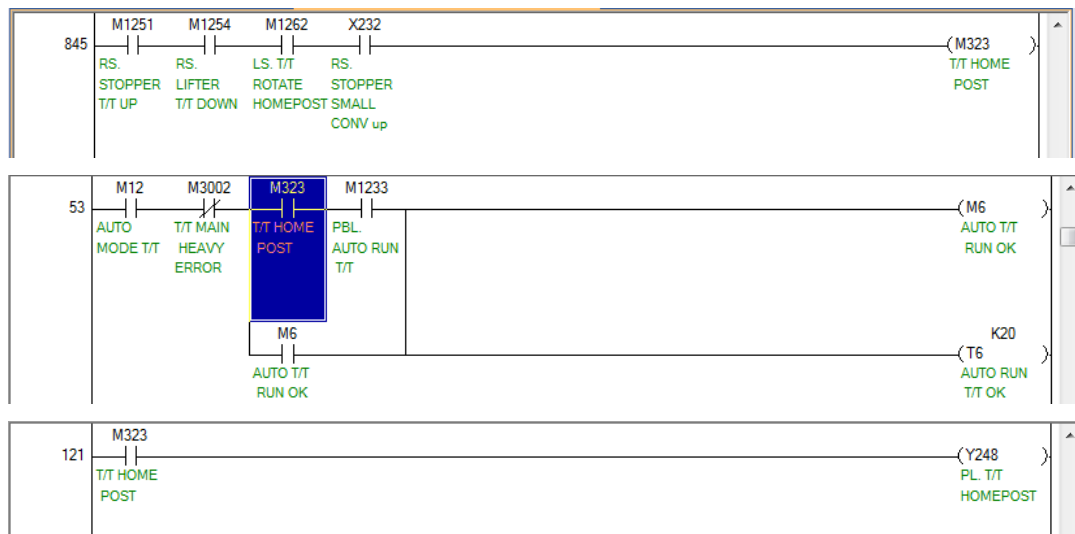
Digunakan sebagai trigger untuk membuat panel *turn table* siap dioperasikan secara manual proses diarea *turn table*.

13. *Emergency Stop Turn Table*

Digunakan sebagai tombol darurat apabila terjadi abnormality untuk menghentikan proses yang sedang terjadi diarea *turn table*.

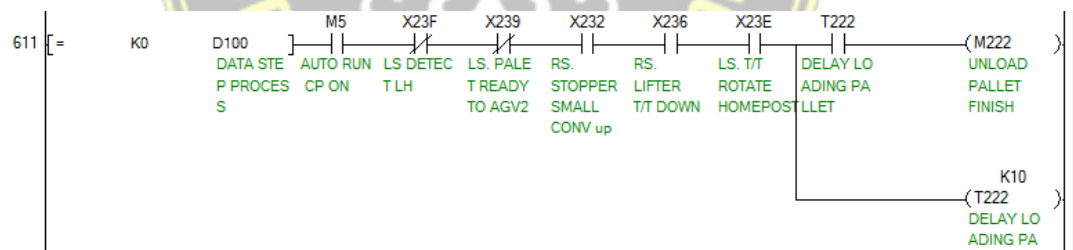
3.4.4 Perancangan Software (Pemrograman PLC)

Pada saat proses pemrograman sangat perlu diperhatikan perintah atau instruksi yang diberikan, karena jika salah dalam membuat perintah, maka dapat membuat program menjadi salah dan tidak berjalan sesuai dengan deskripsi yang diinginkan. Disini akan ditampilkan program yang berhubungan dengan *sequence* mesin dari awal hingga proses *interlock* dengan AGV.



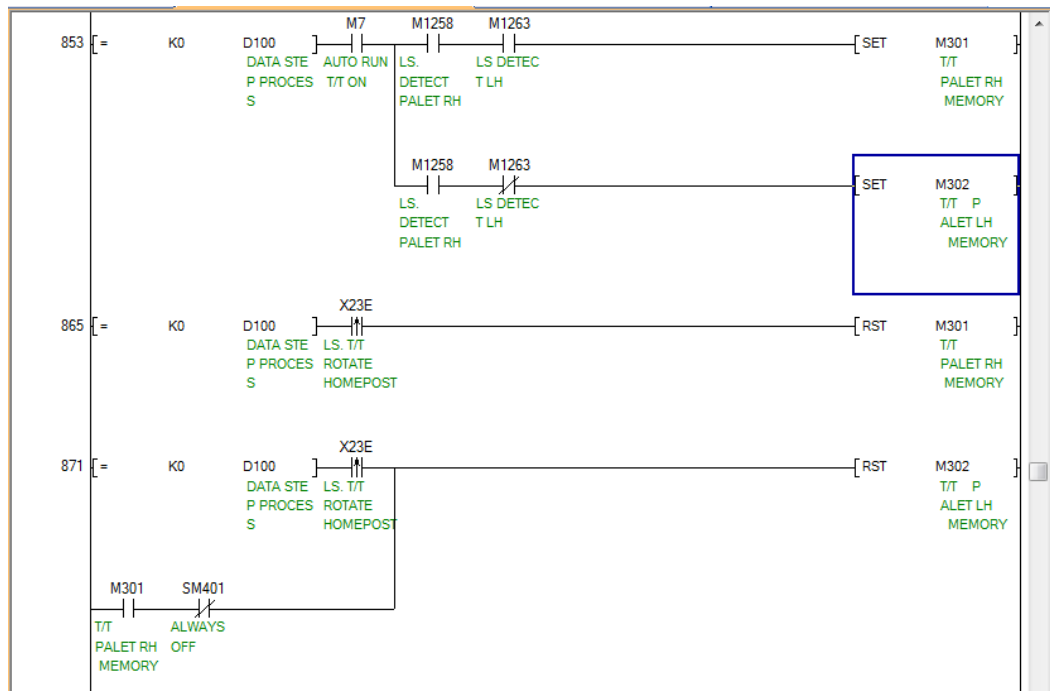
Gambar 3. 8 Syarat Turn Table Homepost

Pada gambar 3.6 menunjukkan coil M323 sebagai syarat *Turn Table Homepost*, yang diantaranya yaitu kondisi *Stopper T/T up*, *Lifter T/T Down*, *Limit switch T/T Rotate Homepost On* dan *Stopper Conveyor Transfer up*. T/T Homepost digunakan sebagai syarat mesin Autorun T/T. Indikator homepost ditunjukkan pada coil Y248 yang ditunjukkan pada gambar diatas. Apabila mesin belum homepost maka harus proses manual terlebih dahulu.



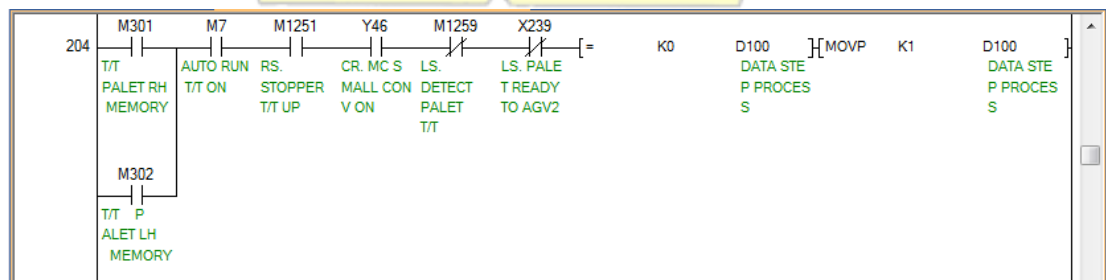
Gambar 3. 9 Proses

Pada gambar 3.7 menunjukkan coil M222 yang digunakan indikator, apabila mesin sudah dalam keadaan homepost dan autorun selama 10 detik, namun pada area *conveyor turn table* kosong (yang ditandai oleh contact *limit switch X239 off*) maka coil M222 akan aktif dan diperintahkan untuk *open stopper conveyor NKC*. Setelah *stopper conveyor NKC open*, palet akan *transfer* ke area *turn table* dan mendeteksi mekanikal sensor berupa *limit switch*.



Gambar 3. 10 Program Open Stopper NKC

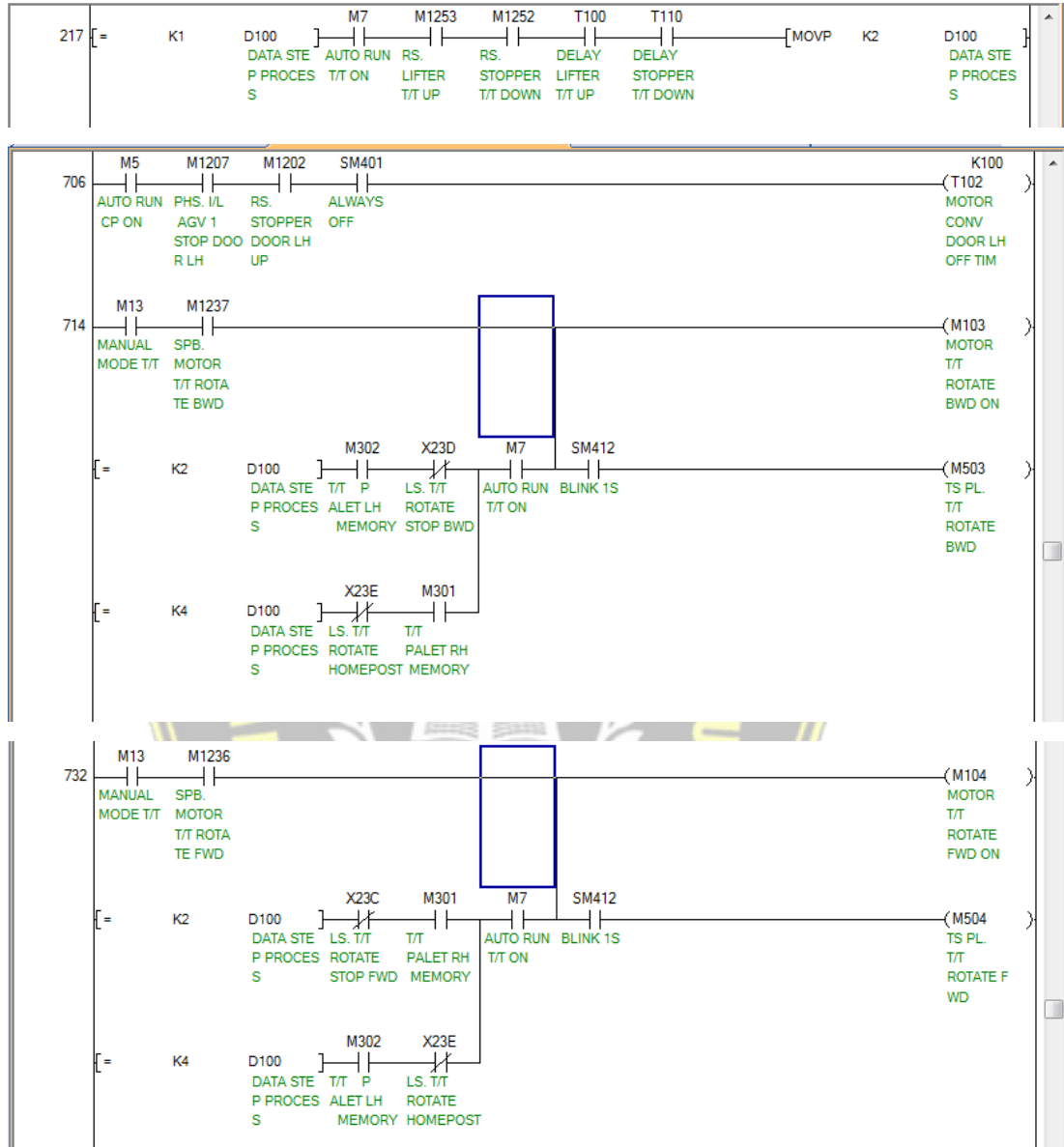
Terdapat 2 *limit switch* yang digunakan untuk menentukan arah putaran motor yaitu X23A dan X23F. Apabila kedua *limit switch* terdeteksi oleh palet, maka coil M301 akan aktif yang artinya palet RH memory dan motor rotary akan berputar searah jarum jam (forward). Namun, apabila hanya satu palet yang terdeteksi yaitu X23A maka coil M302 yang akan aktif dan menyimpan memory yang akan digunakan untuk perintah motor rotary kearah yang berlawanan dengan jarum jam (reverse). *Limit switch* X23E digunakan untuk mereset M2301 dan M302 yang menandakan proses sudah selesai.



Gambar 3. 11 Program Selenoid Lifter Up

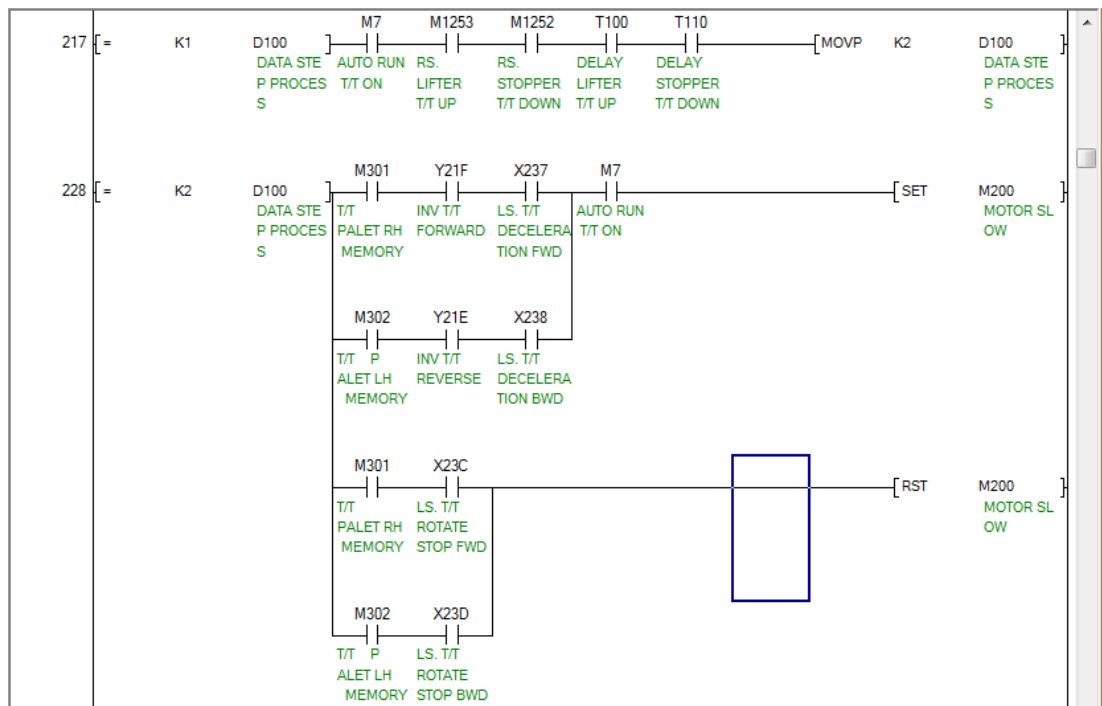
Proses selanjutnya, apabila D100 = K0 dan syarat M1251, Y46, M1259, X239 dan memory M301 atau M302 sudah terpenuhi maka instruksi selanjutnya yaitu MOVP 1 D100 yang artinya memindahkan data 1 ke D100. Data 1 pada D100 digunakan

untuk perintah solenoid lifter up (M250) dan solenoid stopper turn table down (M253) yang ditunjukkan pada gambar diatas.



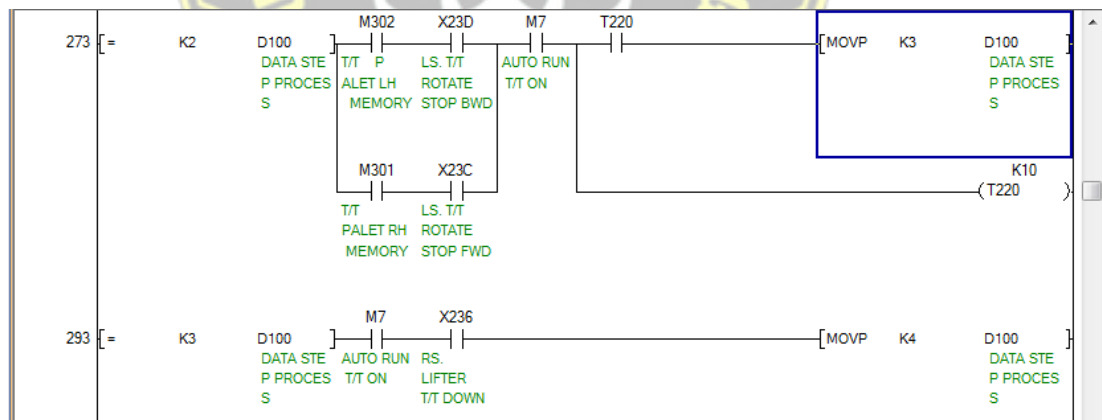
Gambar 3. 12 Program Motor Rotary

Apabila solenoid lifter up dan solenoid stopper turn table down maka ditandai dengan redswitch M1253 dan M1252 yang aktif. Instruksi MOV P 2 D100 akan aktif yang artinya memindahkan data 2 ke D100. Yang dimana D100 = 2 digunakan untuk perintah motor rotary. Motor akan *rotate forward* (M104) apabila M302 aktif dan *rotate reverse* (M103) apabila M301 aktif.



Gambar 3. 13 Program Limit switch Deceleration

Selain itu, data 2 pada D100 digunakan untuk motor slow (M200) apabila *limit switch* yang digunakan untuk deceleration yaitu X237 atau X238 terdeteksi. Coil M200 akan reset ketika *limit switch* stop X23C atau X23D terdeteksi.

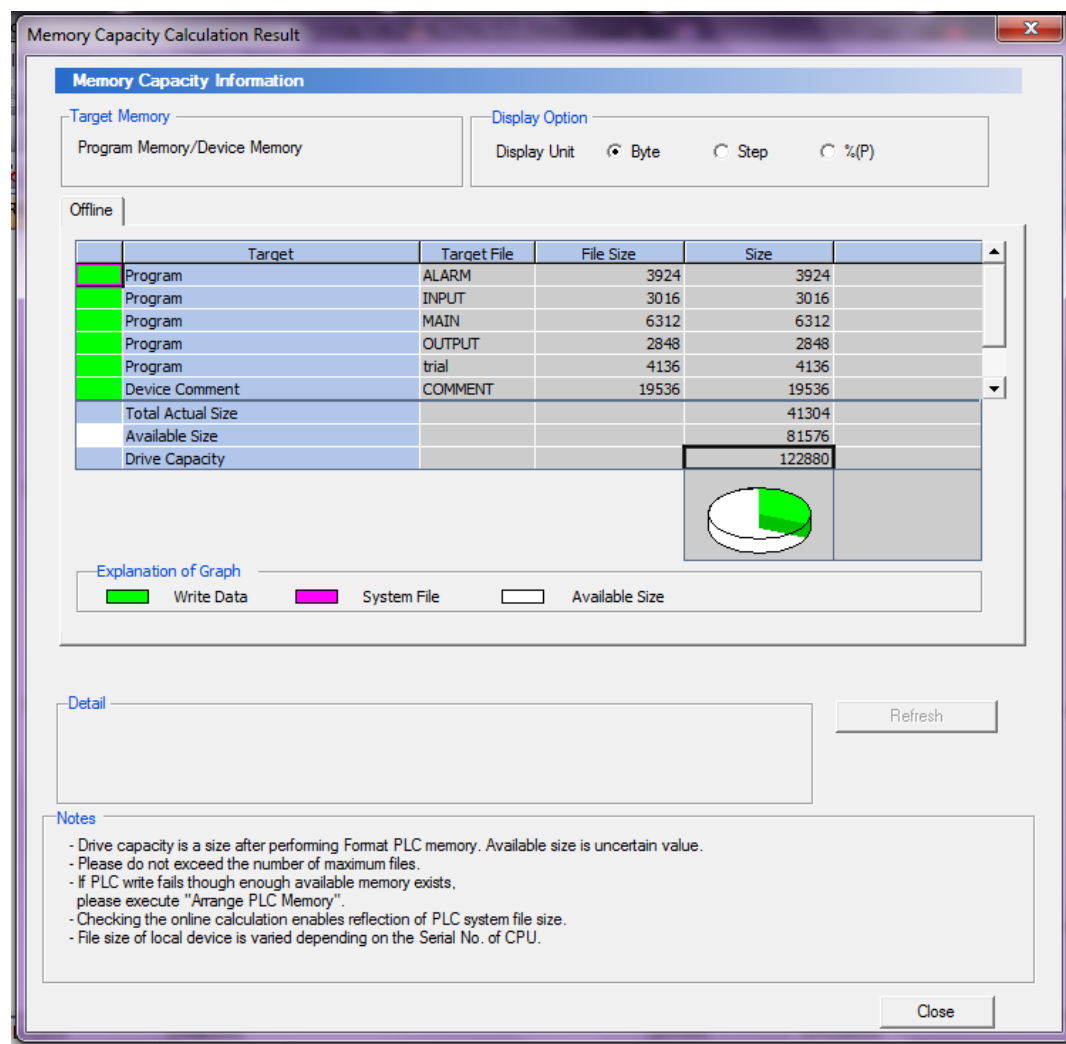


Gambar 3. 14 Program Solenoid Lifter Down

Selanjutnya, apabila *limit switch* stop antara X23C dan X23D sudah terdeteksi maka motor rotary akan berhenti dan melanjutkan ke instruksi selanjutnya yaitu MOVP 3 D100 yang artinya memindahkan data 3 ke D100. Data 3 pada D100 digunakan untuk perintah solenoid lifter down (coil M251) dan ketika redswitch

lifter down aktif instruksi MOVP 4 D100 akan aktif. Palet akan melanjutkan *transfer* ke area unloading palet yang nantinya akan diloading oleh AGV.

Pada PLC Q-Series yang akan digunakan memiliki total memory 122880 byte. Yang mana digunakan untuk memory program alarm sebesar 3924 byte, program input 3016 byte, program main 6312 byte, program output 2848 byte, program trial 4126 byte dan device comment sebesar 19536 byte.

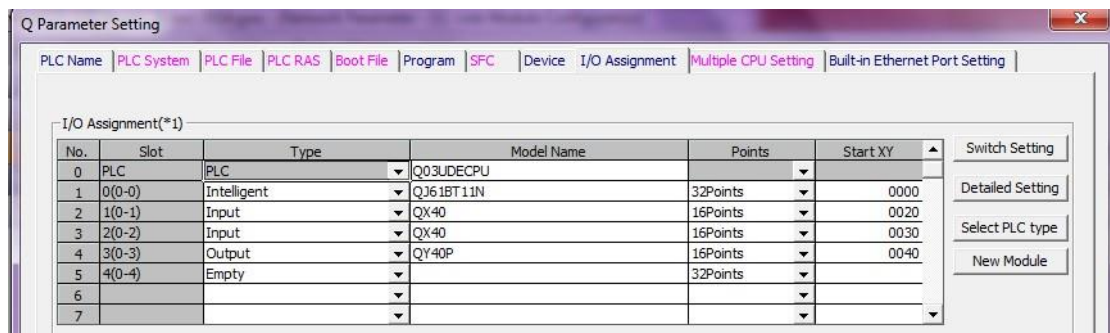


Gambar 3. 15 Total Memory PLC

3.4.5 Setting Parameter PLC dan CC-Link

Pada saat proses pemrograman yang juga sangat diperlukan adalah konfigurasi atau setting parameter. Dimana jika konfigurasinya tidak tepat maka

sistem tidak berjalan sebagai mana mestinya. Berikut adalah tampilan setting parameter PLC dengan komunikasi CC-Link.



Gambar 3. 16 Setting Parameter CC-Link

Pada gambar 3.13 terdapat setting parameter PLC dimana terdapat 1 module intelligent pada slot 1 berupa module CC-Link yang difungsikan untuk komunikasi antara PLC dengan remote I/O. Sedangkan pada slot 2-4 terdapat 1 module yang difungsikan sebagai komunikasi antara module input dan output dengan PLC.

	1	2
Start I/O No.	0000	
Operation Setting	Operation Setting	
Type	Master Station	
Master Station Data Link Type	PLC Parameter Auto Start	
Mode	Remote Net(Ver. 1 Mode)	
Total Module Connected	3	
Remote input(RX)	X200	
Remote output(RY)	Y200	
Remote register(RWr)		
Remote register(RWw)		
Ver. 2 Remote input(RX)		
Ver. 2 Remote output(RY)		
Ver. 2 Remote register(RWr)		
Ver. 2 Remote register(RWw)		
Special relay(SB)	S80	
Special register(SW)	SW0	
Retry Count	3	
Automatic Reconnection Station Count	1	
Standby Master Station No.		
PLC Down Select	Stop	
Scan Mode Setting	Asynchronous	
Delay Time Setting	0	
Station Information Setting	Station Information	
Remote Device Station Initial Setting	Initial Setting	
Interrupt Settings	Interrupt Settings	

Gambar 3. 17 CC Link Parameter

Pada gambar diatas terdapat CC-Link Parameter, dimana pada slot 1 merupakan slot module komunikasi remote I/O, dimana setting address dimulai pada X200 dan Y200 sebanyak 8 Word atau 32 Points.

3.4.6 Mapping Input dan Output pada PLC

Input dan output PLC ditentukan berdasarkan komponen yang digunakan dan deskripsi kerja dari sistem. Karena tidak adanya aturan dalam pengalamatan input dan output PLC membuat mapping input dan ouput dapat dikreasikan dan disesuaikan dengan PLC agar lebih mudah pembacaan programnya. *Input* dan *ouput* program PLC ditunjukkan pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

Tabel 3. 4 Mapping Input PLC

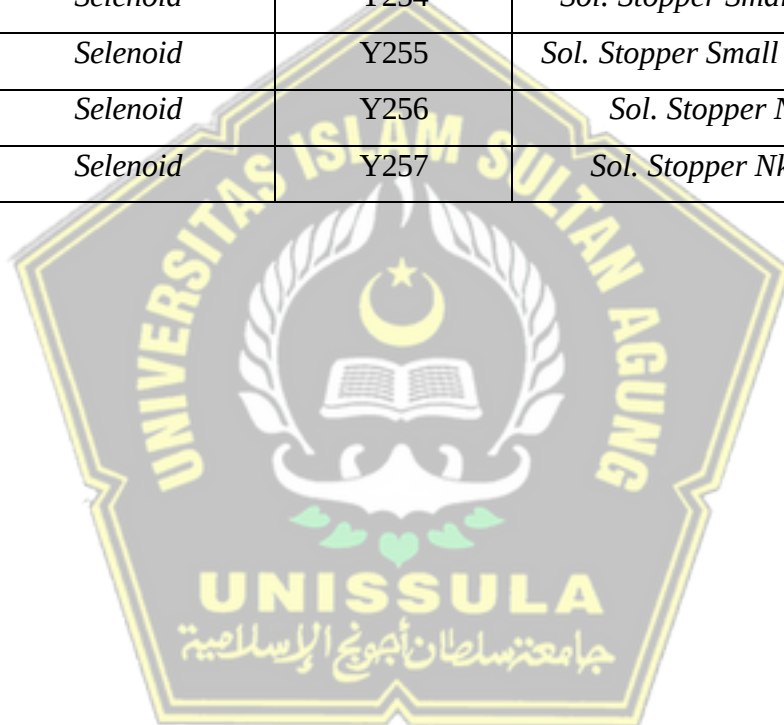
No	Input	Address	Address Memory	Comment
1	<i>Emergency Stop</i>	X023	M1003	<i>E-Stop Op T/T</i>
2	<i>Push Button Lamp</i>	X027	M1007	<i>Master On T/T</i>
3	<i>Air Pressure</i>	X02A	M1010	<i>T/T Air Normal</i>
4	<i>Overload Motor Conveyor</i>	X02D	M1013	<i>Overload T/T Conveyor</i>
5	<i>Overload Motor Rotate</i>	X02E	M1014	<i>Ov T/T Rotate Normal</i>
6	<i>Selector Switch</i>	X220	M1214	<i>Ss. Operation T/T Manu/Auto</i>
7	<i>Push Button Lamp</i>	X221	M1233	<i>PBL. Auto Run T/T</i>
8	<i>Selector Push Button</i>	X222	M1234	<i>SPB. Motor T/T & Smal Cnv Fwd</i>
9	<i>Selector Push Button</i>	X223	M1235	<i>SPB. Motor T/T&Smal Cnv Off</i>
10	<i>Selector Push Button</i>	X224	M1236	<i>SPB. Motor T/T Rotate Fwd</i>
11	<i>Selector Push Button</i>	X225	M1237	<i>SPB. Motor T/T Rotate Bwd</i>
12	<i>Selector Push Button</i>	X226	M1238	<i>SPB. Lifter T/T Up</i>
13	<i>Selector Push Button</i>	X227	M1239	<i>SPB. Lifter T/T Down</i>
14	<i>Selector Push Button</i>	X228	M1240	<i>SPB. Stopper T/T Up</i>
15	<i>Selector Push Button</i>	X22B	M1241	<i>SPB. Stopper T/T Down</i>
16	<i>Selector Push Button</i>	X22A	M1242	<i>SPB. Stopper Smal Cnv Up</i>

No	Input	Address	Address Memory	Comment
17	Selector Push Button	X22B	M1243	SPB. Stopper Small Conv Down
18	Photo Sensor	X230	M1248	I/L Agv2 Stop T/T
19	Reed Switch	X231	M1249	RS. Stopper Small Conv Up
20	Reed Switch	X232	M1250	RS. Stopper Small Conv Up
21	Reed Switch	X233	M1251	RS. Stopper T/T Up
22	Reed Switch	X234	M1252	RS. Stopper T/T Down
23	Reed Switch	X235	M1253	RS. Lifter T/T Up
24	Reed Switch	X236	M1254	RS. Lifter T/T Down
25	Limit Switch	X237	M1255	LS. T/T Deceleration Fwd
26	Limit Switch	X238	M1256	LS. T/T Deceleration Bwd
27	Limit Switch	X239	M1257	LS. Palet Ready To Agv2
28	Limit Switch	X23A	M1258	Phs. Detect Palet RH
29	Photo Sensor	X23B	M1259	LS. Detect Palet T/T
30	Limit Switch	X23C	M1260	LS. T/T Rotate Stop Fwd
31	Limit Switch	X23D	M1261	LS. T/T Rotate Stop Bwd
32	Limit Switch	X23E	M1262	LS. T/T Rotate Homepost
33	Limit Switch	X23F	M1263	LS. Detect LH

Tabel 3. 5 Mapping Output PLC

No	Output	Address	Comment
1	Magnetic Contactor	Y045	Cr. Mc T/T Conv
2	Magnetic Contactor	Y046	Cr. Mc Small Conv On
3	Inverter	Y21B	Inv T/T Run Low
4	Inverter	Y21C	Inv T/T Run High
5	Inverter	Y21D	Inv T/T Error Reset
6	Inverter	Y21E	Inv T/T Reverse
7	Inverter	Y21F	Inv T/T Forward
8	Pilot Lamp	Y240	Pl. Auto Run T/T
9	Pilot Lamp	Y242	Pl. Lifter T/T Up
10	Pilot Lamp	Y243	Pl. Lifter T/T Down
11	Pilot Lamp	Y244	Pl. Stopper T/T Up
12	Pilot Lamp	Y245	Pl. Stopper T/T Down

No	Output	Address	Comment
13	<i>Pilot Lamp</i>	Y246	<i>Pl. Stopper Small Conv Up</i>
14	<i>Pilot Lamp</i>	Y247	<i>Pl. Stopper Small Conv Down</i>
15	<i>Rotary Lamp</i>	Y24F	<i>Rotary Lamp T/T</i>
16	<i>Solenoid</i>	Y250	<i>Sol. Lifter T/T Down</i>
17	<i>Solenoid</i>	Y251	<i>Sol. Lifter T/T Up</i>
18	<i>Solenoid</i>	Y252	<i>Sol. Stopper T/T Up</i>
19	<i>Solenoid</i>	Y253	<i>Sol. Stopper T/T Down</i>
20	<i>Solenoid</i>	Y254	<i>Sol. Stopper Small Conv Up</i>
21	<i>Solenoid</i>	Y255	<i>Sol. Stopper Small Conv Down</i>
22	<i>Solenoid</i>	Y256	<i>Sol. Stopper Nkc Up</i>
23	<i>Solenoid</i>	Y257	<i>Sol. Stopper Nkc Down</i>



BAB IV

HASIL DAN PENGUJIAN

4.1 Hasil Perancangan

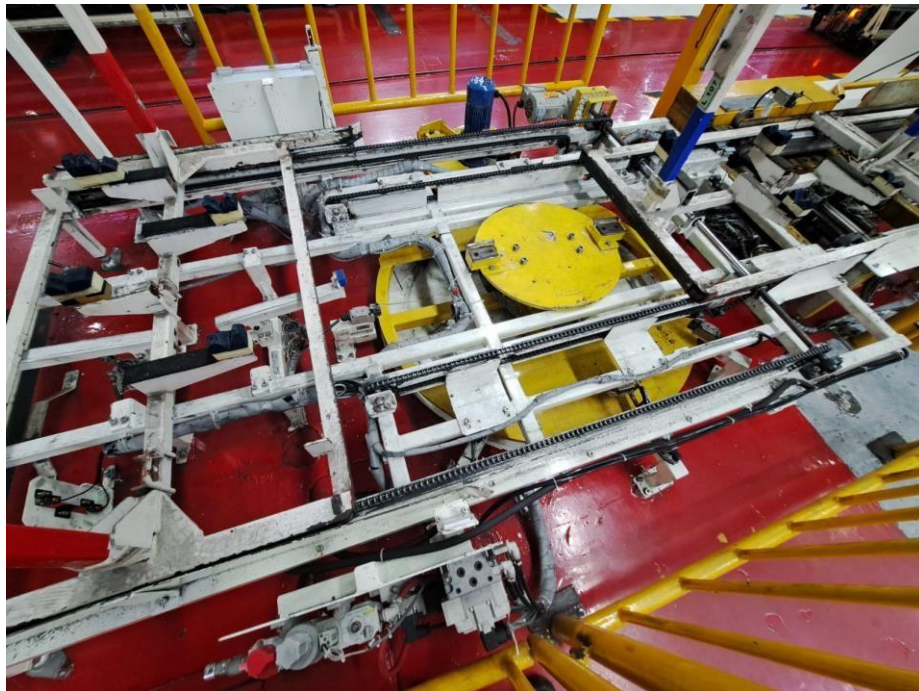
Berikut hasil perancangan sistem *conveyor transfer* palet otomatis dan interlock pada *Automated Guided Vehicle* (AGV).

4.1.1 Hasil Perancangan Mekanikal *Conveyor Transfer* Palet Otomatis

Desain sistem mekanikal *conveyor transfer* palet otomatis dan interlock pada *Automated Guided Vehicle* (AGV) terbuat dari bahan steel SS 400 yang dibentuk dengan dimensi tinggi 277mm, lebar 1380mm dan panjang 2600mm yang terdiri dari beberapa bagian yaitu: *Operation Panel*, *Conveyor Transfer*, *Rotary Turn Table* dan *Driver Rotary*. Tampilan keseluruhan seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Mekanikal Conveyor Transfer Palet Tampak Samping



Gambar 4. 2 Mekanikal Conveyor Transfer Palet Tambak Atas



Gambar 4. 3 Motor Conveyor dan Motor Rotary

4.1.2 Hasil Perancangan *Operation Panel Conveyor Transfer Palet*

Pada bagian *operation panel conveyor transfer palet* ini digunakan untuk pengoperasian mode manual ataupun auto oleh operator produksi. *Operation panel*

ini terdiri dari beberapa *push button lamp*, *selector switch*, *selector push button* dan juga beberapa indikator *lamp*.



Gambar 4. 4 Operation Panel

4.2 Pengujian

Setelah pembuatan sistem *conveyor transfer* palet , maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian sehingga dapat diketahui apakah sistem *conveyor transfer* palet otomatis sudah bekerja dengan baik dan benar. Pengujian dilakukan dengan *endurance test*, *ijiwaru test* dan *error monitoring*.

4.2.1 Pengujian I/O System

Pengujian ini dilakukan guna melihat kinerja dari masing-masing input/output yang digunakan pada *conveyor transfer* palet otomatis ini. Pengujian dilakukan pada saat manual mode, yang mana pada saat program manual mode dijalankan dengan ladder diagram secara *self holding*, dimana setiap output mempunyai penguncinya sendiri. Input hanya sebagai *trigger* untuk mengaktifkan *coil* untuk mengunci rangkaiannya tersendiri dengan hal itu untuk mode manual mempunyai dua inputan pada setiap output yang ada Hasil pengujian *I/O system* ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 1 Pengujian Mode Manual

No	Input	Output	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	<i>Selector Push Button Lifter T/T Up Ditekan</i>	<i>Solenoid Lifter T/T Up</i>	<i>Solenoid Lifter T/T Up</i>	Sesuai
2	<i>Selector Push Button Lifter T/T Down Ditekan</i>	<i>Solenoid Lifter T/T Down</i>	<i>Solenoid Lifter T/T Down</i>	Sesuai
3	<i>Selector Push Button Stopper T/T Up Ditekan</i>	<i>Solenoid Stopper T/T Up</i>	<i>Solenoid Stopper T/T Up</i>	Sesuai
4	<i>Selector Push Button Stopper T/T Down Ditekan</i>	<i>Solenoid Stopper T/T Down</i>	<i>Solenoid Stopper T/T Down</i>	Sesuai
5	<i>Selector Push Button Small Conveyor Up Ditekan</i>	<i>Solenoid Small Conveyor Up</i>	<i>Solenoid Small Conveyor Up</i>	Sesuai
6	<i>Selector Push Button Small Conveyor Down Ditekan</i>	<i>Solenoid Small Conveyor Down</i>	<i>Solenoid Small Conveyor Down</i>	Sesuai
7	<i>Selector Push Button Motor Conveyor Forward Ditekan</i>	<i>Motor Conveyor Running Forward</i>	<i>Motor Conveyor Running Forward</i>	Sesuai
8	<i>Selector Push Button Motor Conveyor Off Ditekan</i>	<i>Motor Conveyor Berhenti</i>	<i>Motor Conveyor Berhenti</i>	Sesuai
9	<i>Selector Push Button Motor Rotate Forward Ditekan</i>	<i>Motor Rotate Forward</i>	<i>Motor Rotate Forward</i>	Sesuai
10	<i>Selector Push Button Motor Rotate Backward Ditekan</i>	<i>Motor Rotate Backward</i>	<i>Motor Rotate Backward</i>	Sesuai
11	<i>Push Button Lamp Master On Ditekan</i>	<i>Indikator Lamp Push Button On</i>	<i>Indikator Lamp Push Button On</i>	Sesuai

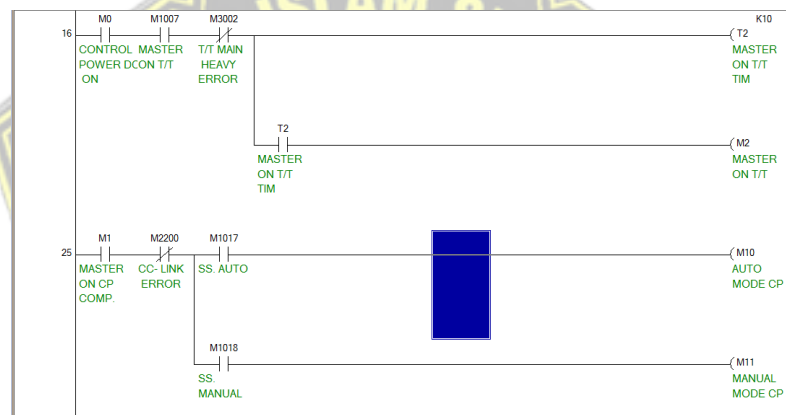
Untuk mencari akurasi yang didapatkan oleh mesin dapat dicari dengan persamaan seperti dibawah ini:

$$Akurasi = 100\% - \% error$$

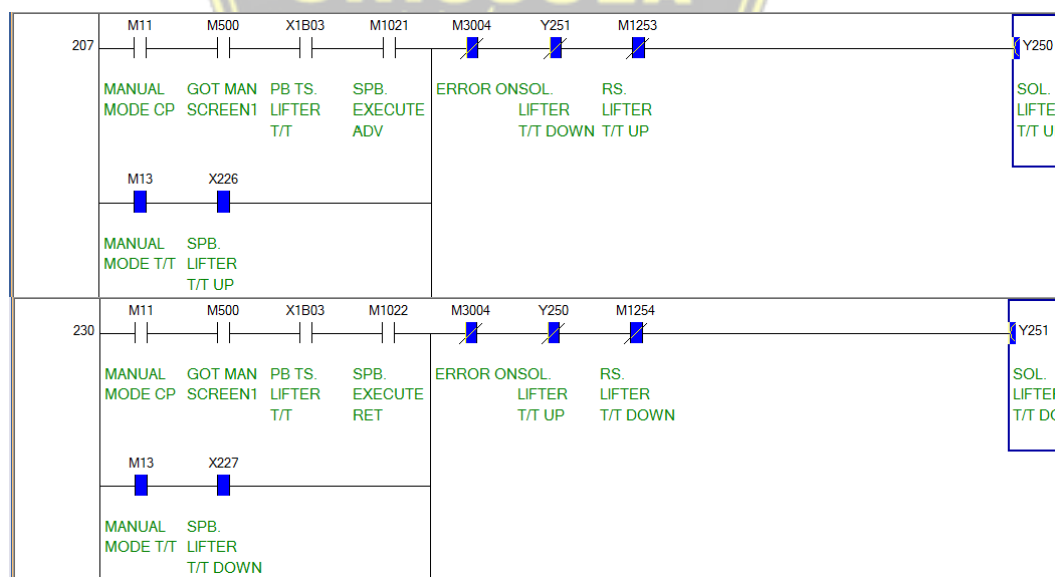
$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{[Nilai Acuan - Nilai rata-rata]}{Nilai Acuan} \times 100\% \right]$$

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{11-11}{11} \times 100\% \right] = 100\% \quad [1]$$

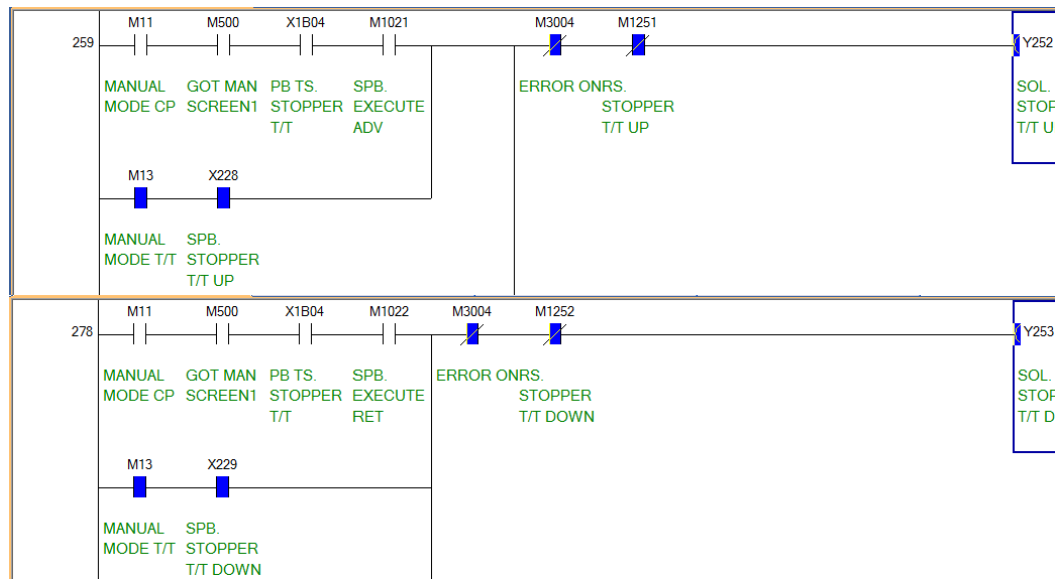
Berdasarkan data pada Tabel 4.2, dari sebelas kali percobaan yang dilakukan dapat diketahui bahwa program berjalan sesuai dengan program yang sudah dirancang dengan presentase 100% [1]. Dimana input dan output yang ada bisa dioperasikan satu per satu tanpa kendala dan tunda waktu. Hal ini dikarenakan program mode manual digunakan sebagai bentuk preventif dan pengecekan komponen.



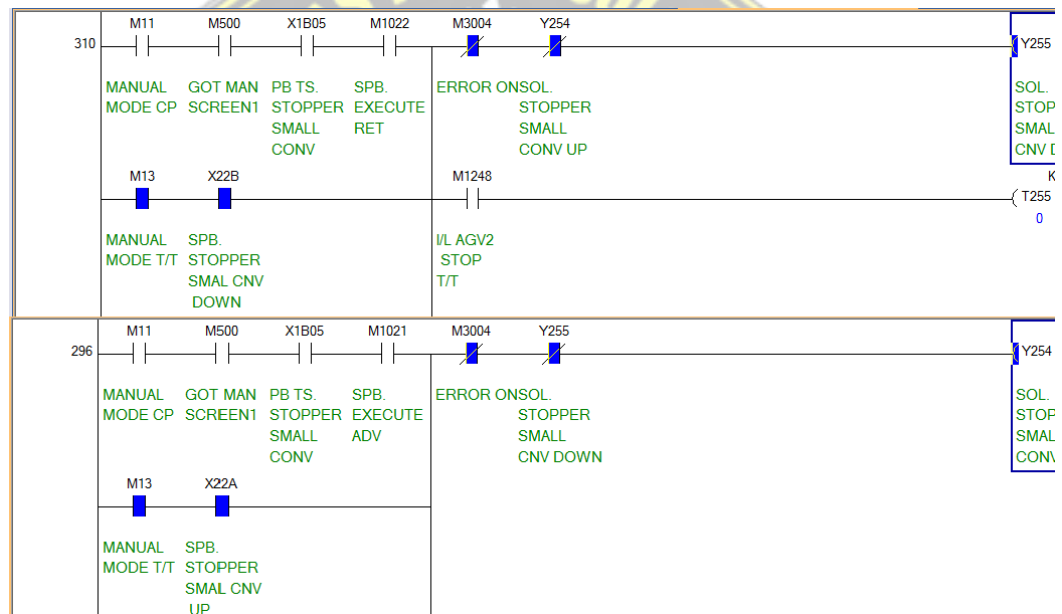
Gambar 4. 5 Program Manual Mode pada GX-Work 2



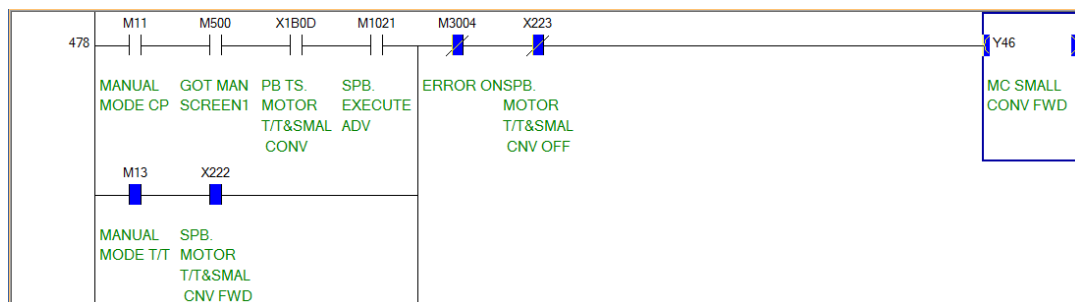
Gambar 4. 6 Pengujian Manual Mode Sol. Lifter T/T Up dan Down



Gambar 4. 7 Pengujian Manual Mode Sol. Stoppper T/T Up dan Down



Gambar 4. 8 Pengujian Manual Mode Sol. Stoppper Small Conv Up dan Down



Gambar 4. 9 Pengujian Manual Mode Motor Small Conv. Fwd

4.2.2 Pengujian dan Pengukuran Tegangan *Photo Senso*

Pengujian ini dilakukan guna melihat kinerja photo sensor omron dengan tipe E3Z-R61 2M. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk memastikan photo sensor bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ke catu daya 24 volt pada photo sensor. Hasil pengujian dan pengukuran photo sensor E3Z-R61 2M.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian *Photo Sensor* Kondisi Ada Barang

	Kondisi Ada Barang Pada Jarak							
Pengukuran	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m	3,5 m	4 m
1	22.93	22.93	22.94	22.95	22.95	22.96	22.97	22.97
2	22.93	22.93	22.94	22.95	22.95	22.96	22.97	22.97
3	22.93	22.93	22.95	22.95	22.95	22.97	22.97	22.98
Rata-rata	22.94	22.93	22.94	22.95	22.95	22.96	22.97	22.97
Devisiasi Rata-rata	0.003	0	0.003	0	0	0.003	0	0.003
Akurasi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Error	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Hasil pengujian dan pengukuran di atas menunjukkan bahwa hasil pembacaan photo sensor E3Z-R61 3M bekerja dengan baik dengan tingkat presisi di atas 99%. Contoh perhitungan nilai deviasi dari pengukuran di atas dapat diperoleh dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.1). Pada pengukuran jarak 0,5 m didapatkan nilai pengukuran rata-ratanya sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{22.93 + 22.93 + 22.93}{3}$$

$$\bar{x} = 22.93 \text{ Volt}$$

Setelah mendapatkan nilai rata rata, maka dapat dicari nilai deviasi setiap pengukuran dengan menggunakan persamaan (2.2). Nilai deviasi dari pengukuran pada jarak 0,5 m didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

$$d_1 = 22.93 - 22.93$$

$$d_1 = 0$$

Setelah mendapatkan perhitungan deviasi setiap percobaan pengukuran, maka dapat dilanjutkan dengan mencari deviasi rata rata dari semua pengukuran dengan menggunakan persamaan (2.3). Pada pengukuran jarak 0,5 m diperoleh deviasi rata rata sebesar 0.11 dengan perhitungan seperti dibawah ini:

$$\delta = \frac{0+0+0.01}{3}$$

$$\delta = 0.003$$

Jika dibandingkan dengan datasheet, maka dapat dianalisa tingkat akurasi pembacaan photosensor dengan persamaan (2.4). Dengan persamaan tersebut dapat dicari nilai akurasi pada keseluruhan uji coba dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{|22.93-22.93|}{22.93} \times 100\% \right] = 100\%$$

Sedangkan untuk penghitungan eror dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

$$Error\ rata - rata = \left[\frac{|Nilai\ Acuan - Nilai\ rata-rata|}{Nilai\ Acuan} \times 100\% \right]$$

$$Error\ rata - rata = \left[\frac{|22.93-22.93|}{22.93} \times 100\% \right] = 0\%$$

Dengan perhitungan di atas diperoleh nilai deviasi rata-rata pada persamaan (2.3) [11], saat jarak sensor dengan reflector 0,5 m adalah 0. Mengacu pada persamaan [2.5] diperoleh nilai akurasi pada pengujian sensor dengan jarak 0,5 m didapatkan nilai akurasi 100% dan pada persamaan [2.6] pada pengujian sensor dengan jarak 0,5 m didapatkan error rata-rata sebesar 0% [12]. Hasil pengujian dan pengukuran tegangan ditunjukkan pada gambar-gambar dibawah ini.



Gambar 4. 10 Pengujian Photo Sensor Tidak Ada Barang Jarak 0,5 m



Gambar 4. 11 Pengujian Photo Sensor Ada Barang Jarak 0,5 m



Gambar 4. 12 Pengukuran Tegangan Photo Sensor Tidak Ada Barang



Gambar 4. 13 Pengukuran Tegangan Photo Sensor Ada Barang

4.2.3 Pengujian dengan *Endurance Test*

Pengujian dilakukan guna melihat kinerja di sistem conveyor palet otomatis. Pengujian dilakukan dengan *endurance test* dimana proses akan berjalan seperti proses normal, lalu akan dimonitor terkait *cycle time* dari setiap proses yang berlangsung, apakah sesuai dengan yang diharapkan oleh perusahaan. Pengujian ini akan membandingkan antara *cycle time* saat didorong manual oleh operator dan ketika auto menggunakan mesin conveyor dan AGV. Apabila *cycle time* yang dicapai kurang dari atau sama dengan target maka dinyatakan bahwa *efficiency cycle time* sesuai. Namun, apabila *cycle time* yang dicapai melebihi target maka dinyatakan bahwa *efficiency cycle time* tidak sesuai target.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian *Endurance Test*

Proses	Target Cycle time	Cycle time yang dicapai	Efficiency Cycle Time
1	56 sec	50 sec	Sesuai
2	56 sec	50 sec	Sesuai
3	56 sec	50 sec	Sesuai
4	56 sec	50 sec	Sesuai
5	56 sec	76 sec	Tidak Sesuai
6	56 sec	50 sec	Sesuai
7	56 sec	50 sec	Sesuai
8	56 sec	86 sec	Tidak Sesuai
9	56 sec	50 sec	Sesuai
10	56 sec	50 sec	Sesuai
11	56 sec	50 sec	Sesuai
12	56 sec	50 sec	Sesuai
13	56 sec	50 sec	Sesuai
14	56 sec	50 sec	Sesuai
15	56 sec	50 sec	Sesuai

Untuk mencari akurasi yang didapatkan oleh alat dapat dicari dengan persamaan (2.4). Untuk akurasi pada pengujian *endurance test* didapatkan dengan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{|15-13|}{15} \times 100\% \right] = 86,67\%$$

Pada pengujian *endurance test* pada sistem *conveyor transfer* palet otomatis ini, sistem dapat bekerja sesuai program yang dirancang dengan tingkat akurasi 86,67%. Hal ini dikarenakan pada saat proses ke 5 dan 8 ini terdapat abnormality pada palet yang mana palet keluar dari jalur *conveyor* dan menyebabkan palet tertahan sehingga tidak bisa menjalankan proses [2]. Pada hal ini harus dilakukan perbaikan pada mekanikal *conveyor* agar *cycle time* stabil pada saat proses sedang berlangsung.

4.2.4 Pengujian dengan *Ijiwaru test*

Setelah menguji sistem dengan endurance tes, tahap berikutnya yaitu menguji sistem dengan *ijiwaru test*, dimana pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah aman dan berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian dilakukan guna melihat kinerja sistem *conveyor transfer* palet dengan menguji berdasarkan form list yang diberikan dari perusahaan. Pengujian dilakukan oleh beberapa tim production engineering, maintenance dan tim produksi. Pengujian dilakukan sedetail mungkin guna mencegah kecelakaan kerja yang tidak diharapkan.

Tabel 4. 4 Hasil *Ijiwaru test*

Tanggal Cek		14 / 02 / 2025	IJIWARU TEST EQUIPMENT		
Area Proses		Assy Line #2			
Machine Name		Conveyor Palet Otomatis			
Machine Number		23-128			
No	Check Item	Cara Pengecekan	Standard	Tujuan Pengecekan	Hasil
1	General	Saat sedang proses <i>safety plug</i> dicabut	Proses berhenti dan muncul error sesuai alamat/posisi <i>safety plug</i>	Mencegah kerusakan/kecelakaan saat kondisi abnormal	
2	General	Saat sedang proses tombol <i>Emergency Stop</i> ditekan	Muncul error sesuai alamat/posisinya, proses bisa di Restart	Untuk mengetahui apakah proses bisa direstart setelah emergency stop, robot & conveyor	
3	General	Tutup supply <i>Air Pressure</i>	Muncul error, tidak bisa direset sebelum supply angin dibuka lagi	Untuk mengetahui penyebab error	
4	General	Saat sedang proses listrik padam	Proses berhenti	Mengetahui penanganan pada saat terjadi listrik padam	

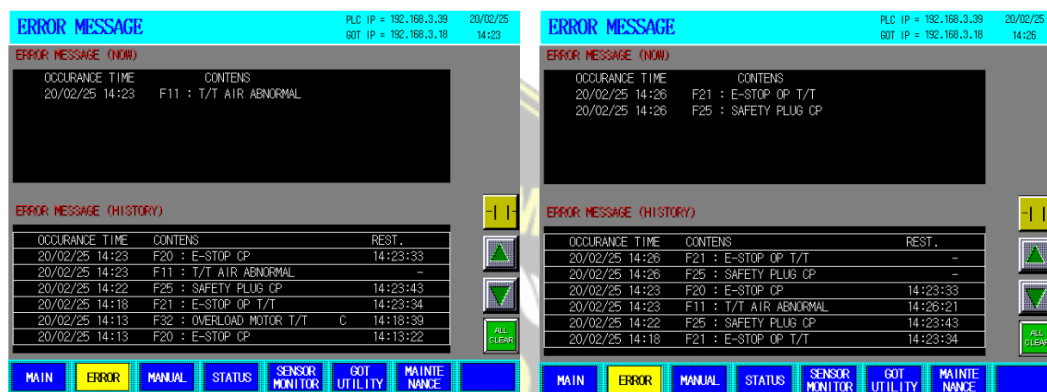
Tanggal Cek		14 / 02 / 2025	IJIWARU TEST EQUIPMENT		
Area Proses		Assy Line #2			
Machine Name		Conveyor Palet Otomatis			
Machine Number		23-128			
No	Check Item	Cara Pengecekan	Standard	Tujuan Pengecekan	Hasil
5	Conveyor	Kabel <i>proximity switch</i> dilepas	Muncul deteksi Error sesuai alamat/posisi Proximity switch	Untuk menemukan kerusakan proximity switch	
6	Conveyor	<i>Proximity</i> dibuat ON terus	Muncul deteksi Error sesuai alamat/posisi Proximity	Untuk mengetahui ketidak sesuaian saat proximity ON terus	
7	Conveyor	Kabel <i>Reed switch</i> dilepas (Sebelum solenoid ON)	Muncul deteksi Error dan layout facility composi sesuai	Untuk menemukan kerusakan reed switch	
8	Conveyor	Kabel <i>Reed switch</i> dibuat OFF (Setelah Solenoid ON)	Muncul deteksi Error dan layout facility composi sesuai	Untuk menemukan kerusakan reed switch	
9	Conveyor	<i>Reed switch</i> dibuat ON terus	Muncul deteksi Error dan layout facility composi sesuai	Untuk mengetahui ketidak sesuaian saat reed ON terus	
10	Conveyor	Kabel <i>Limit switch</i> dilepas	Muncul deteksi Error sesuai alamat/posisi <i>Limit switch</i>	Untuk menemukan kerusakan <i>Limit switch</i>	
11	Conveyor	<i>Limit switch</i> dibuat ON terus	Muncul deteksi Error sesuai alamat/posisi <i>Limit switch</i>	Untuk mengetahui ketidak sesuaian saat <i>limit switch</i> ON terus	
12	Panel Proses	Posisi selector Manual kemudian tekan tombol <i>Home Pos</i>	Jig kembali ke posisi Home Pose	Untuk mengetahui apakah conveyor bisa di home post	

Tanggal Cek		14 / 02 / 2025	IJIWARU TEST EQUIPMENT		
Area Proses		Assy Line #2			
Machine Name		Conveyor Palet Otomatis			
Machine Number		23-128			
No	Check Item	Cara Pengecekan	Standard	Tujuan Pengecekan	Hasil
13	Panel Proses	Saat sedang process panel proses di <i>OFF</i>	Proses berhenti	Mengetahui penanganan pada saat terjadi listrik padam	
14	Panel Proses	Kabel CC-LINK I/O dilepas	Muncul Alarm CC-Link Di panel sesuai no. station dan Lay out facility composi juga sesuai	Mengurangi waktu trouble shooting saat ada problem CC- Link	
15	GOT	Cek alamat <i>actual sensor detect</i> pada tampilan GOT	Terdapat tampilan <i>Facility Compotion</i> untuk semua sensor yang dipakai	Mempermudah saat pengecekan problem	
16	GOT	<i>Trial Error</i> pada <i>reed switch</i>	Tampilan abnormal untuk <i>Reed Switch</i> pada Layout <i>Conveyor Blinking</i>	Mempermudah saat pengecekan problem	
17	GOT	Cek <i>Layout CC-Link</i> pada <i>GOT</i>	Terdapat tampilan Lay Out untuk CC-LINK I/O	Mempermudah saat pengecekan problem	

Untuk mencari akurasi yang didapatkan oleh alat dapat dicari dengan persamaan (2.4). Untuk akurasi pada pengujian *ijiwaru test* didapatkan dengan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{|17-17|}{17} \times 100\% \right] = 100\%$$

Pada pengujian *ijiwaru test* ini didapatkan perhitungan akurasi sebesar 100%, dapat dilihat pada kolom *result* menunjukkan simbol lingkaran yang berarti sistem sudah berjalan sebagaimana mestinya, ditunjukkan dengan adanya indikator pada GOT yang menunjukkan error dan juga adanya respon mesin ketika dilakukan pengujian. Maka dari itu *conveyor transfer* palet otomatis sudah siap digunakan karena sudah memenuhi standar keamanan dari perusahaan.



Gambar 4. 14 Contoh Hasil Pengujian Ijiwaru Test yang Muncul pada HMI

4.2.5 Pengujian dengan Error Monitoring

Pengujian terakhir yang dilakukan berupa error monitoring dan troubleshooting, dimana dilakukan bersama tim maintenance dan tim produksi, sebagai pedoman jika terjadi problem pada saat proses sedang berlangsung. Pengujian dilakukan untuk melihat saat problem terjadi dapat ditangani dan juga langkah langkah dalam penanganan sesuai standart yang berlaku. Pengujian berupa tabel yang berisikan keterangan *problem*, penyebab dan cara penanggulannya.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian *Error Monitoring*

No	Error Name	Cause	Remedial Action	Result
1	F0 : PLC ERROR	- PLC error tidak running	- Kondisi program diperiksa untuk mengetahui apakah terdapat error atau tidak. - Reset CPU pada PLC dan posisi diubah menjadi RUN kembali.	
2	F1 : KEY SWITCH POWER DC OFF	- Key switch dalam kondisi OFF	- Posisi <i>key switch</i> diubah menjadi ON.	
3	F5 : CC-LINK ABNORMAL	- Salah satu module yang terhubung dalam kondisi OFF.	- Tegangan input ke semua area koneksi diperiksa. - Kabel CC-Link yang terhubung yang terhubung pada tiap module diperiksa.	
4	F10 : CP AIR ABNORMAL F11 : T/T AIR ABNORMAL	- Karena kondisi tekanan suplai angin yang turun / drop. - Kabel pada pressure switch putus / bermasalah.	- Kondisi tekanan suplai angin pada regulator diperiksa. - Kabel diperiksa jika permasalahan tidak juga teratasi.	

No	Error Name	Cause	Remedial Action	Result
5	F20 : E-STOP CP F21 : E-STOP T/T F22 : E-STOP CONV RH F23 : E-STOP CONV LH	- Tombol emergency stop aktif. - Kabel pada tombol emergency stop rusak / bermasalah.	- Kondisi tombol emergency stop diperiksa apakah sedang aktif atau tidak. - Tombol emergency stop dilepaskan dengan menekan dan memutarnya. - Kabel diperiksa jika permasalahan tidak juga teratasi.	
6	F25 : SAFETY PLUG CP	- Safety plug cp dalam kondisi terlepas.	- Safety plug dipasang kembali dan master on diaktifkan kembali.	
7	F26 : PALET NKC FAULT POST	- Terdapat palet bablas pada area conveyor nkc dan turn table saat masih proses.	- Tombol Fault Reset ditekan. - Tombol master on turn table ditekan. - Selector switch diubah pada posisi manual. - Proses dilanjutkan menggunakan mode manual hingga palet siap untuk AGV. - Tombol autorun ditekan kembali.	

No	Error Name	Cause	Remedial Action	Result
8	F30 : OVERLOAD MOTOR CONV DOOR RH F31 : OVERLOAD MOTOR CONV DOOR LH F32 : OVERLOAD MOTOR T/T CONVEYOR	- Terdapat beban lebih pada motor.	- Kondisi <i>conveyor</i> diperiksa untuk mengetahui penyebab overload. - Magnetic contactor pada CP dilepaskan. Tombol fault reset ditekan.	
9	F33 : INV T/T ROTATE FAULT	- Terdapat alarm yang aktif pada inverter.	- History alarm yang aktif pada modul inverter yang error diperiksa. - Wiring connection pada inverter diperiksa. - Manual book inverter tersebut diperiksa untuk mengetahui penyebab error tersebut aktif dan cara penanggulangannya.	

No	Error Name	Cause	Remedial Action	Result
10	F50 : STOPPER DOOR RH UP FAULT F51 : STOPPER DOOR RH DOWN FAULT F52 : STOPPER DOOR LH UP FAULT F53 : STOPPER DOOR LH DOWN FAULT F54 : STOPPER SMALL CONV UP FAULT F55 : STOPPER SMALL CONV DOWN FAULT F56 : STOPPER T/T UP FAULT F57 : STOPPER T/T DOWN FAULT	- Sensor cylinder pada stopper tidak detect/menyal. - Posisi stroke cylinder abnormal.	- Posisi cylinder diperiksa apakah normal atau tidak. - Kondisi sensor diperiksa apakah masih berfungsi atau sudah rusak. - Wiring connection pada sensor cylinder diperiksa. - Kabel dari sensor cylinder yang abnormal diperiksa.	-
11	F58 : LIFTER T/T UP FAULT F59 : LIFTER T/T DOWN FAULT	- Sensor cylinder pada lifter tidak detect / menyal. - Posisi stroke cylinder abnormal ketika akan bergerak advance/up ataupun return/down.	- Posisi cylinder diperiksa apakah normal atau tidak. - Kondisi sensor diperiksa apakah masih berfungsi atau sudah rusak. - Wiring connection pada sensor cylinder diperiksa. - Kabel dari sensor cylinder yang abnormal diperiksa.	-

Untuk mencari akurasi yang didapatkan oleh alat dapat dicari dengan persamaan (2.4). Untuk akurasi pada pengujian error monitoring didapatkan dengan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Akurasi = 100\% - \left[\frac{|15-11|}{15} \times 100\% \right] = 100\%$$

Pada pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.3, dapat dilihat pada kolom result menunjukkan simbol lingkaran yang berarti sistem sudah berjalan sebagaimana mestinya, dan ketika dihitung dengan persamaan (2.4) nilai akurasi yang didapat yaitu sebesar 100% maka dari itu *conveyor transfer* palet otomatis sudah siap digunakan karena sudah memenuhi standar keamanan dari perusahaan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penambahan sistem *conveyor transfer* palet otomatis pada proyek yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan :

1. Implementasi *Conveyor Transfer* Palet Otomatis dan *Interlock* pada *Automated Guided Vehicle* (AGV) Berbasis *Pemrograman Logic Controller* dibuat menggunakan bahan stell SS 400 yang dilengkapi dengan beberapa limit switch dan photosensor sebagai masukan, PLC Mitusubishi sebagai pemroses serta motor induksi sebagai keluaran.
2. Sistem yang dibuat sudah berjalan sesuai deskripsi kerja dan perancangan yang direncanakan dengan melalui proses pengujian yang telah dilakukan. Akurasi yang didapatkan pada pengujian *i/o system* menunjukkan hasil 100% , akurasi saat pengujian *endurance test* sebesar 87%, akurasi pengujian *ijiwaru test* sebesar 100% dan pengujian *error monitoring* sebesar 100%.
3. Pemrograman *conveyor transfer* palet otomatis bekerja dengan baik ditandai dengan tidak adanya minor problem saat pengujian berlangsung.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kehandalan kedepannya dari Sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Kedepannya sistem harus ditambah beberapa *equipment* seperti *cylinder pop up* karena adanya isu *cycle time up*.
2. Kedepannya diharapkan ada beberapa *equipment* mekanikal pada *conveyor* yang diperbaiki gunakan meningkatkan stabilitas pada saat produksi berlangsung.
3. Kedepannya diharapkan diadakan training tim produksi secara berkala guna jika terjadi gangguan minor dapat ditangani sendiri oleh tim produksi tanpa harus menunggu tim maintenance, untuk mengurangi kerugian produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iwan Supriyatna, “Tekan Angka Kecelakaan Kerja, Industri Manufaktur Wajib Otomatisasi,” *Suara.com*. Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: https://www.suara.com/bisnis/2021/02/24/142414/tekan-angka-kecelakaan-kerja-industri-manufaktur-wajib-otomatisasi#goog_rewarded
- [2] A. N. Latief, “Implementasi Pemrograman Plc Pada Konveyor Pemilah Barang,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 9, pp. 30–37, 2024, [Online]. Available: [https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13531/1/Halaman Identitas \(Bab1, Bab 5, Lampiran\).pdf](https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/13531/1/Halaman%20Identitas%20(Bab1,%20Bab%205,%20Lampiran).pdf)
- [3] P. Hubinský, M. Kajan, F. Duchoň, J. Šovčík, L. Mraško, and J. Šovčík, “Automated Guided Vehicle with PLC SIMATIC ET200S CPU,” *Am. J. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 7, pp. 343–348, 2013, doi: 10.12691/ajme-1-7-38.
- [4] J. Tupalessy, D. R. Pattiapon, E. Loppies, J. T. Elektro, N. Ambon, and J. C. Id, “Perancangan Sistem Kontrol Menggunakan PLC CP1L dengan I/O = 6/4 untuk Menggerakkan Mesin AC maupun DC,” *J. Simetrik*, vol. 7, no. 1, p. 2017, 2017.
- [5] B. Sakti, Y. Yulianto, and S. Adhisuwignjo, “Rancang Bangun Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) dan Display Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IoT (Internet of Things),” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 8, p. 156, Jul. 2021, doi: 10.33795/elk.v8i2.286.
- [6] D. Agung Nurcahyo and T. Sukmadi, “Aplikasi PLC pada Mesin Industri Pemotorong Kayu dengan Perangkat Konveyor,” *Transient*, vol. 3, 2014.
- [7] Mitsubishi Electric, “MELSEC-Q Series Basic,” Mitsubishi Electric. [Online]. Available: https://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/eng/1-MELSEC-Q_Basics_na_eng-A.pdf
- [8] T. Dermanto, “Desain Sistem Kontrol,” Blogspot. Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: <https://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2013/08/Solenoid-Valve.html>
- [9] A. Kadirun, Hasanuddin, “Penerapan Sistem Stop Sign pada Pertigaan Jalan

- Berbasis Sensor Photoelectric Studi Kasus pada PT.Chevron Pacific Indonesia,” *J. Fasikom*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2016.
- [10] D. . richard oliver, “Motor Induksi 1 Phase & 3 Phase,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 2013–2015, 2021.
- [11] M. Khosyi’in and E. N. Budisusila, “Prototipe Sistem Kunci Pintar Kendaraan Menggunakan Teknologi RFID dan Bluetooth,” *Semin. Nas. AVoER X Fak. Tek. Univ. Sriwij.*, no. October 2008, pp. 531–540, 2018.
- [12] G. Noor Fadhly, M. Khosyi’in, and A. Suprayitno, “Rancang Bangun Pemantauan Jarak Jauh Suhu dan Kelembaban Udara Kandang Anak Ayam Berbasis Arduino dan Borland Delphi 7.0,” *Konstelasi Ilm. Mhs. UNISSULA* 5 (KIMU 5) , vol. 5, no. Kimu 5, pp. 1–9, 2021.

