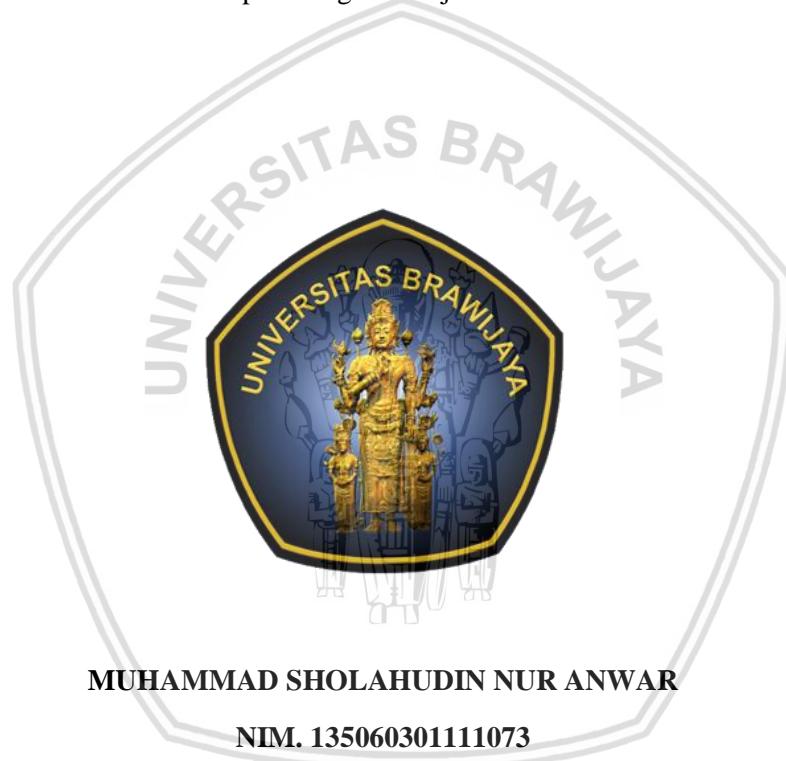


**PEMROGRAMAN MESIN *INJECT PLASTIC MOULDING* BERBASIS
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)***
PADA PT INDO PRIMA PLASTIK

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMMAD SHOLAHUDIN NUR ANWAR
NIM. 135060301111073

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

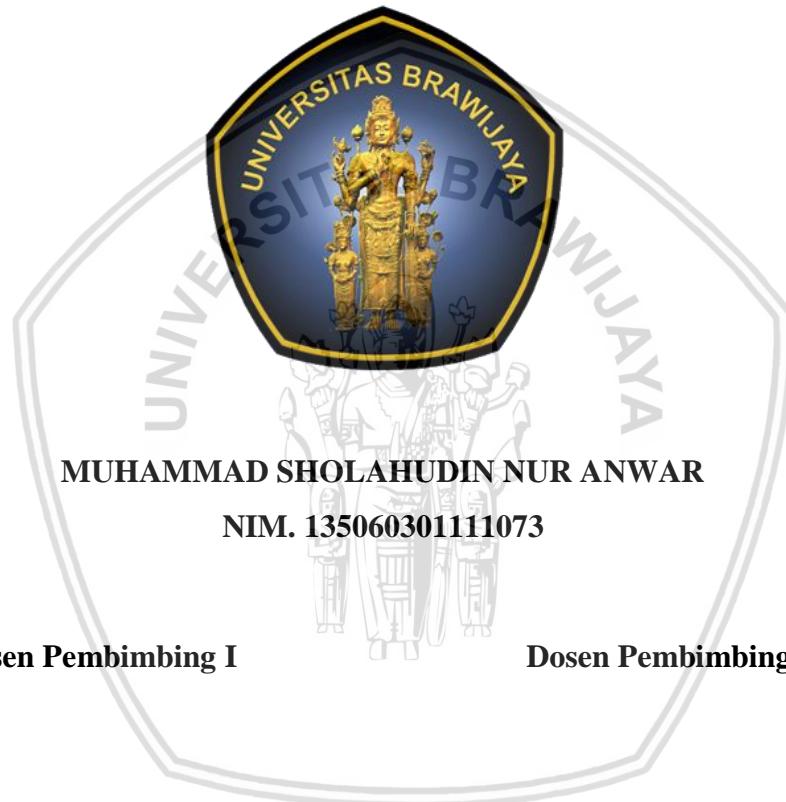
LEMBAR PENGESAHAN
PEMPROGRAMAN MESIN *INJECT PLASTIC MOULDING* BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)
PADA PT INDO PRIMA PLASTIK

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik



Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rahmadwati. ST., MT., Ph.D

Dr. Ir. Bambang Siswojo, MT.

NIP. 197711022006042003

NIP. 196212111988021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19730520 200801 1 013

JUDUL SKRIPSI : :

PEMROGRAMAN MESIN INJECT PLASTIC MOULDING BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) PADA PT INDO PRIMA PLASTIK

Nama Mahasiswa : Muhammad Sholahudin Nur Anwar

NIM : 135060301111073

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Kontrol

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Rahmadwati, ST., MT., Ph.D

Anggota : Dr. Ir. Bambang Siswoyo, MT.

TIM DOSES PENGUJI :

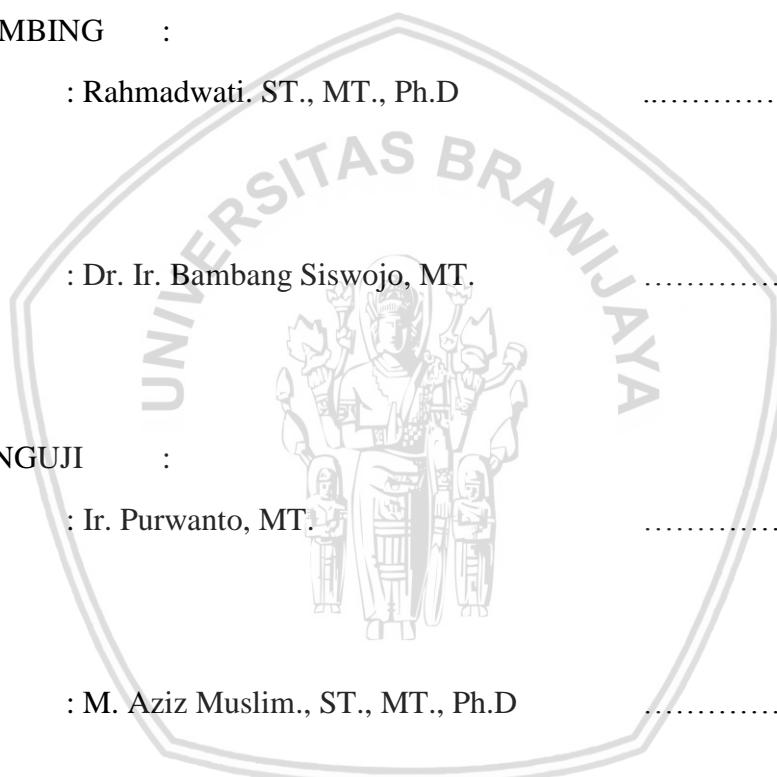
Dosen Penguji 1 : Ir. Purwanto, MT.

Dosen Penguji 2 : M. Aziz Muslim., ST., MT., Ph.D

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, MT

Tanggal Ujian : 29 juni 2018

SK Penguji : 1285/UN10.F07/SK/2018



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 12 juli 2018

Mahasiswa,

M. Sholahudin Nur Anwar

NIM. 135060301111073

RINGKASAN

Muhammad Sholahudin Nur Anwar, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2018, *Pemrograman Mesin Inject Plastic Moulding Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Pada Pt Indo Prima Plastik*, Dosen Pembimbing: Rahmadwati. ST., MT., Ph.D, Dr. Ir. Bambang Siswoyo, MT.

Inject moulding machine merupakan sebuah mesin yang menggunakan proses injeksi ke dalam cetakan untuk membuat sebuah produk yang sesuai dengan bentuk cetakan. Pada penelitian ini bertujuan merancang sebuah pengontrolan berbasis *PLC* pada mesin *inject moulding* keluaran tahun 80an, dimana mesin masih menggunakan sistem kerja *relay* sehingga kurang efisien dalam proses kendali dan perbaikan. Dalam perancangannya melibatkan 4 proses inti dari mesin *inject moulding* yaitu; *clamping, injection, cooling* dan *ejection*. Pada proses *clamping* melibatkan proses penutupan cetakan dengan tekanan tertentu oleh lengan hidrolik sehingga saat proses injeksi berlangsung, material dapat tersebar merata di dalam cetakan. *Injection* proses penyuntikan dan peleahan material *thermoplastic* ke dalam cetakan dengan bantuan dorongan lengan hidrolik dan *screw* yang berputar dalam *barrel* yang terdapat *heat band element*. *Cooling* proses pendinginan material yang terjadi didalam cetakan, sehingga secara cepat mendinginkan material saat terjadi kontak dengan dinding cetakan. Dan *ejection* adalah proses akhir dimana produk akan di keluarkan dari dalam cetakan dengan bantuan *ejector pin* yang tertanam pada bagian tengah dinding cetakan. Dengan mengikuti alur proses tersebut di buat sebuah rancang program mesin *inject moulding* berbasis *PLC* sebagai pengendali, yang di harapkan mampu lebih efisien dalam proses kendali dan perbaikan sehingga mampu menghemat waktu dan biaya operasional saat terjadi kerusakan. Dan hasil dari penelitian ini bisa di terapkan sebenarnya pada mesin *inject moulding machine*

Kata kunci: *Programmable Logic Controller (PLC), inject plastic moulding*

SUMMARY

Muhammad Sholahudin Nur Anwar, Electrical Engineering Departement, Engineering Faculty, Brawijaya University, May 2018, Programming Inject Plastic Molding Machine Based Programmable Logic Controller (PLC) At PT Indo Prima Plastik, Academic supervisors: Rahmadwati. ST., MT., Ph.D, Dr. Ir. Bambang Siswoyo, MT.

Inject molding machine is a machine that uses the injection process into the mold to make a product that matches the shape of the mold. In this study aimed to design a PLC-based control on the inject molding machine 80s, where the machine is still using the relay for work system so less efficient in the process of control and repair. This designing involves 4 core process of inject molding machine that is; clamping, injection, cooling and ejection. Clamping process involves the closing the mold with a certain pressure by the hydraulic arm so that during injection process, the material can be spread evenly in the mold. Injection process is injecting and melting of thermoplastic material into the mold with help hydraulic arm and rotating screw in inner barrel and heat band element in outer barrel. Cooling process is cool down material occurs inside the mold, thus rapidly cooling the material when it contact the mold wall. & Ejection is the final process by which the product will be removed from the mold with the help ejector pin embedded in the center of the molded wall. By following the process, to designed a PLC-based inject molding machine program as a controller, which expected to be more efficient in the process of control and repair so as to save time and operational costs when damage occurs. And the results of this research can be applied to the injection molding machine

Keywords: Programmable Logic Controller (PLC), inject plastic moulding

PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT karena hanya dengan rahmat, ridho, dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pemrograman Mesin Inject Plastic Moulding Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Pada PT Indo Prima Plastik" dengan baik dan sabar. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Rasulullah SAW sebagai suri tauladan dalam menghadapi segala permasalahan. Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulisan karya tulis skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ayahanda Budiono dan Ibunda Marliah yang dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah mengasuh, membesarkan, mendidik, memberikan pelajaran hidup yang tak ternilai harganya.

Banyak kendala yang dihadapi penulis dalam penyelesaian skripsi ini. Namun kendala tersebut dapat diatasi berkat bantuan dari pihak-pihak yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut diantaranya:

1. Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Ibu Ir. Nurussa'adah, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ali Mustofa, S.T. ,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Ir. Purwanto MT. selaku KKDK Teknik Kontrol Teknik Elektro.
5. Ibu Rahmadwati. ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat, arahan, motivasi, saran dan masukan yang sangat bermanfaat.
6. Bapak Dr. Ir. Bambang Siswoyo MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan nasehat, arahan, motivasi, saran dan masukan yang sangat bermanfaat.
7. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staff dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.
8. Bapak Budiono selaku Direktur utama PT Indo Prima Plastik.
9. Seluruh pegawai dan staff PT Indo Prima Plastik.

10. Teman-teman SPECTRUM 2013 dan Teknik Kontrol 2013 terima kasih atas kebersamaan selama perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini dirasa masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis. Saran dan kritik ditujukan agar penelitian ini dapat menjadi karya tulis yang lebih baik dan lebih berguna. Akhir kata, semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalammualaikum Wr. Wb.



DAFTAR ISI

PENGANTAR.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.3. Batasan masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6.Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Inject Moulding</i>	5
2.2 Material <i>Thermoplastic</i>	6
2.3 Kontrol Sekuensial.....	8
2.4 <i>Sensor Proximity E2EZ-X4B1 (Omron)</i>	9
2.5 <i>Thermocouple Type K</i>	9
2.6 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	10
2.7 Logika <i>PLC</i>	12
2.8 <i>PLC OMRON TIPE CP1L-L20DTI-D</i>	14
2.9 <i>Software Cx-One</i>	15
2.10 <i>Limit Switch</i>	17
2.11 <i>Relay</i>	17
2.12 <i>Push Button</i>	18
2.13 <i>Hidrolik Valve / Solenoid Valve</i>	18
2.14 <i>Valve Block</i>	19
2.15 <i>Motor AC 3 Phase</i>	19
2.16 <i>Heating Element</i>	19
2.17 <i>Magnetic Contactor</i>	20
2.18 <i>Minature Circuit Breaker (MCB)</i>	21
2.19 <i>Thermal Overload Relay</i>	21
2.20 <i>DC Power Supply</i>	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Prinsip Kerja	23
3.2 Spesifikasi Desain	25
3.3 Deskripsi Proses pengendalian	26
3.4 Alamat Input dan Output.....	27
3.5 Perancangan State Diagram dan Grafct.....	28
3.6 Perancangan Hardware	31
3.7 Perancangan <i>Ladder Diagram</i>	31
3.8 Pengujian Dan Analitis Sistem	33
3.9 Pengambilan Kesimpulan Dan Saran.....	33
BAB IV	35
PEMBAHASAN & HASIL	35
4.1 Pengujian Sistem	35
4.2 Hasil Pengujian	36
BAB V	47
Kesimpulan Dan Saran.....	47
5.1 kesimpulan.....	47
Daftar pustaka.....	48
Lampiran	49
Lampiran 1: Berbasis Relay sebagai kontroller	49
Lampiran 2: Komponen Injector	50
Lampiran 3: Komponen Ejector	52
Lampiran 4: Komponen penggerak	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Inject Moulding Plastic</i>	6
Gambar 2. 2 <i>Polyethylene Terephthalate (PETE / PET)</i>	7
Gambar 2. 3 <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Polypropylene (PP)</i>	8
Gambar 2.6 <i>Sensor Proximity</i>	9
Gambar 2. 7 <i>Thermocouple</i>	9
Gambar 2. 8 Logika <i>LOAD</i>	12
Gambar 2. 9 Logika <i>LOAD-NOT</i>	12
Gambar 2. 10 Logika <i>AND</i>	12
Gambar 2. 11 Logika <i>AND-NOT</i>	12
Gambar 2. 12 Logika <i>OR</i>	13
Gambar 2. 13 Logika <i>OR-NOT</i>	13
Gambar 2. 14 Logika <i>OUT</i>	13
Gambar 2. 15 Logika <i>OUT-NOT</i>	13
Gambar 2. 16 Logika <i>COUNTER</i>	14
Gambar 2. 17 Logika <i>TIMER</i>	14
Gambar 2. 18 <i>PLC OMRON TIPE CP1L-L20DTI-D</i>	15
Gambar 2. 19 <i>PROGRAM CX-ONE</i>	17
Gambar 2. 20 <i>Limit Switch</i>	17
Gambar 2. 21 <i>Relay</i>	18
Gambar 2. 22 <i>Push Button</i>	18
Gambar 2. 23 <i>Hidrolik Valve / Solenoid Valve</i>	18
Gambar 2. 24 <i>WE Series Directional Valves</i>	19
Gambar 2. 25 <i>Motor AC 3 Phase</i>	19
Gambar 2. 26 <i>Heating Element</i>	20
Gambar 2. 27 <i>Magnetic Contactor</i>	20
Gambar 2. 28 <i>Minature Circuit Breaker (MCB)</i>	21
Gambar 2. 29 <i>Thermal Overload Relay</i>	21
Gambar 2. 30 <i>DC Power Supply</i>	22
Gambar 3. 1 Prinsip Kerja	23
Gambar 3. 2 Alur Proses	26
Gambar 3. 3 Alur Kendali Mesin <i>Inject Moulding</i>	26
Gambar 3. 4 Diagram State Diagram	28
Gambar 3. 5 Diagram Grafcet.....	29
Gambar 3. 6 Perancangan <i>Ladder Diagram</i>	33
Gambar 4. 1 Simulator Sistem	36
Gambar 4. 2 Proses Simulasi	37
Gambar 4. 3 Kondisi Normal	39
Gambar 4. 4 Kondisi Gangguan Dalam Proses	41
Gambar 4. 5 Kondisi Saat Darurat Di Awal.....	43
Gambar 4. 6 Kondisi Darurat Saat Proses Berjalan.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Input	27
Tabel 3. 2 Tabel Output	27
Tabel 3. 3 Penjelasan State Diagram.....	30
Tabel 4. 1 Tabel Input	36
Tabel 4. 2 Tabel Output	37
Tabel 4. 3 Kondisi Normal.....	38
Tabel 4. 4 Kondisi Gangguan Dalam Proses	40
Tabel 4. 5 Kondisi Darurat di Awal	42
Tabel 4. 6 Kondisi Darurat Proses Berlangsung	44



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kemajuan teknologi yang semakin pesat pada beberapa dekade ini ternyata sangat berpengaruh pada perkembangan dunia bisnis. Pada era kemajuan teknologi dan persaingan global ini juga mengakibatkan semakin banyak orang yang berminat untuk mendirikan bisnis mereka sendiri dan membuat persaingan semakin hari menjadi semakin kompetitif. Untuk itu para pelaku bisnis juga harus semakin kreatif dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang ada saat ini agar produktifitas dan kualitas semakin meningkat.

Terutama dalam bidang penggunaan produk olahan plastik, dimana hampir setiap hari manusia tidak bisa lepas dari menggunakan produk tersebut sehingga menimbulkan dampak lain seperti sampah plastik rumah tangga yang kian meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Dalam hal ini teknologi pengelolahan limbah plastik menjadi barang jadi sangat membantu dalam mengurangi jumlah sampah plastik terutama plastik dari limbah rumah tangga.

Perusahaan PT INDO PRIMA PLASTIK bergerak di pengelolahan limbah plastik memanfaatkan limbah plastik yang melimpah menjadi sebuah usaha bisnis yang menguntungkan. Yaitu alat-alat rumah tangga yang berbahan plastik dan bukan kemasan bahan pangan / *non food grade*.

Untuk pengelolahan limbah tersebut PT INDO PRIMA PLASTIK menggunakan mesin *plastic molding injection* dimana mesin ini bekerja secara umum. Proses kontrol mesin tersebut masih menggunakan kontroler berbasis modul *relay* sehingga dalam prosesnya masih menggunakan sistem manual, apabila terjadi kerusakan juga berpengaruh terhadap laju produksi perusahaan yang dimana proses penanganan terbilang cukup lama dalam mencari letak permasalahan. Kontroler relay juga memiliki beberapa kerugian seperti; respon yang diberikan lambat dan membutuhkan waktu, sistem wiring memakan biaya yang lebih, ketahanan dalam penggunaan jangka panjang juga tidak baik, dan perubahan logika sistem sulit untuk di buat ulang.

Dalam perihal teknologi yang semakin maju, PT INDO PRIMA PLASTIK juga memiliki beberapa kendala yang mampu mengurangi laju produksi dalam perusahaan, dimana perusahaan masih menggunakan tipe mesin yang tergolong lama dimana tujuannya untuk memangkas biaya produksi. Oleh karena itu dengan adanya teknologi *Programmable Logic Controller (PLC)* di harapkan mampu mengganti komponen sistem kontrol mesin sehingga

lebih mempermudah dalam proses kendali dan proses *maintenance* jika terjadi kerusakan / gangguan. Tidak seperti dengan menggunakan modul relay yang saat terjadi kerusakan kecil / serius dapat memperlambat laju produksi, berkaitan dengan proses perbaikan harus dilakukan secara total mulai dari sensor, kelistrikan, kebocoran dan komponen pendukung lainnya.

Oleh sebab itu penelitian ini pada simulasi rancangan sebuah sistem kontrol dengan program *PLC* yang mampu di aplikasikan ke dalam mesin *inject moulding plastic* berbasis *relay*.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses yang terjadi pada *plastic molding injection*?
2. Bagaimana simulasi program *PLC* pada *plastic molding injection*?

1.3. Batasan masalah

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka hal-hal yang berkaitan dengan rancangan

1. Kontroler yang digunakan adalah *PLC OMRON TIPE CP1L- L20DTI-D*.
2. Software pemrograman *PLC* yang digunakan adalah *CX-PROGRAMMER*.
3. Alat yang tersedia belum terpasang pada mesin.
4. Mesin masih menggunakan sistem kerja *Relay*.
5. *PLC OMRON CP1L* memiliki jumlah port *I/O* yang terbatas sehingga pemograman terfokus pada proses *moulding*.
6. Untuk pengaturan sensor tekanan di ganti menggunakan *Limit Switch* sebagai batas tekanan dikarenakan sensor tekanan belum tersedia, sehingga kemungkinan pada tahap awal akan di lakukan proses pengulangan secara terus menerus hingga hasil cetakan yang didapatkan bisa sesuai.
7. Untuk bagian pemanas, proses kontrol di luar *PLC* dengan menggunakan *thermostart*, sehingga untuk kenaikan suhu / penurunan suhu di atur sesuai dengan titik lebur material *thermoplastic* yang di inginkan.
8. Sistem pendingin menggunakan sistem *Water Cooling* yang di alirkan dari kolam pendingin secara terus - menerus ke bagian rongga - rongga cetak (*cavity*), sehingga tidak perlu dilakukan pengontrolan sehingga mampu menghemat waktu yang di butuhkan dalam untuk proses selanjutnya.

1.4. Tujuan

Merancang sebuah pemrograman *PLC* dan simulasinya pada mesin *plastic molding injection* sehingga dapat meningkatkan kinerja dan efektifitas mesin. Dapat mengatur pengendalian dan *self diagnostic function* yang memudahkan *troubleshooting*, di sisi lain mampu meringankan beban biaya dengan di terapkan pada mesin tipe lama.

1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari skripsi Pemograman Mesin *Inject Plastic Moulding* berbasis *PLC* pada PT INDO PRIMA PLASTIK adalah agar dapat merubah sistem pengontrolan mesin berbasis relay berubah menggunakan *PLC* sebagai pengontrolannya. Sehingga lebih baik dalam memberikan respon sistem kerja dan *self diagnostic / troubleshooting* apabila terjadi kerusakan sehingga teknisi mampu mengetahui bagian yang mengalami kerusakan tanpa harus melakukan pembongkaran mesin secara menyeluruh.

1.6. Sistematika Pembahasan

Skripsi ini terdiri dari lima bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

- | | |
|---------|--|
| BAB I | Pendahuluan |
| | Membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika pembahasan. |
| BAB II | Tinjauan Pustaka |
| | Membahas teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat. |
| BAB III | Metode Penelitian |
| | Membahas metode penelitian dan perencanaan alat, perencanaan block diagram. |
| BAB IV | Pengujian dan Analisis Simulasi Sistem |
| | Pengumpulan Data, Pemodelan Sistem, Prinsip Kerja, Pemodelan Diagram State, Membahas hasil pengujian sistem yang sudah dibuat dan analisis hasil yang diperoleh. |
| Bab V | Kesimpulan dan Saran |
| | Membahas kesimpulan penelitian dan saran-saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya. |



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pelaksanakan penelitian ini terdapat beberapa teori atau referensi yang nantinya digunakan untuk menjadi dasar dalam pengerjaan penelitian ini. Oleh karena itu, pada bab ini akan menjelaskan tentang beberapa teori atau literatur yang mendukung penelitian ini untuk lebih detailnya akan dipaparkan dibawah ini:

2.1 *Inject Moulding*

Injection molding merupakan proses pembentukan benda dari material *compound* berbentuk butiran / *granule* yang ditempatkan kedalam suatu *hopper* dan masuk kedalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozel* dan *sprue bushing* kedalam rongga (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan *ejector*.

Material yang digunakan adalah bahan *Thermoplastic*, karena proses pemanasan material akan melunak dan sebaliknya akan mengeras bila didinginkan. Perubahan-perubahan ini hanya bersifat fisik, bukan perubahan kimiawi sehingga memungkinkan untuk mendaur ulang material sesuai dengan kebutuhan.

Material plastik yang dipindahkan dari silinder pemanas memiliki suhunya berkisar antara 177 derajat Celcius hingga 274 derajat Celcius. Semakin panas suhunya, plastik akan semakin encer (rendah viskositasnya) sehingga semakin mudah dalam proses injeksi kedalam *mold*. Setiap material memiliki karakter suhu. Semakin lunak material membutuhkan temperatur rendah, sebaliknya semakin keras butuh temperatur tinggi. Bentuk partikel dan jumlah rongga cetakan (*cavity*) serta *runner* merupakan penyebab lain temperatur yang tinggi atau turun.

Untuk mempercepat proses pengerasan / pembekuan material yang telah di Injeksi ke dalam *cavity*, maka *mold* selalu didinginkan sehingga produk cepat dikeluarkan tanpa rusak/cacat, dengan demikian mampu memperpendek *cycle time*. Dimana metode yang dilakukan dengan mengalirkan pendingin di dalam rongg *cavity* dan *mold plate*, dengan suhu antara 27 - 35 derajat Celcius.

Ada 3 bagian utama dalam mesin *injection molding*:

1. *Clamping Unit*

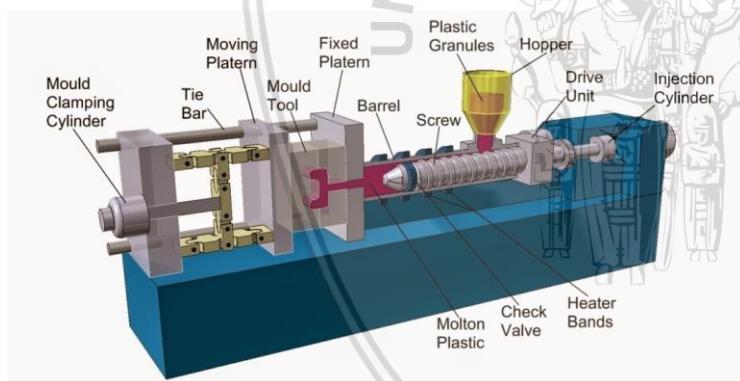
Merupakan tempat untuk menyatukan *molding*. *Clamping system* sangat kompleks, dan di dalamnya terdapat mesin *molding* (cetakan), *dwelling* untuk memastikan molding terisi penuh oleh plastik cair, *injection* untuk memasukan resin melalui *sprue*, *ejection* untuk mengeluarkan hasil cetakan plastik dari molding.

2. *Plasticizing Unit*

Merupakan bagian untuk memasukan pellet plastik (resin) dan pemanasan. Bagian dari *plasticizing unit*: *hopper* untuk mamasukan resin; *screw* untuk mencampurkan material supaya merata, *barrel* tempat pengadukan, *heater* sebagai pemanasa dan *nozzle* lubang cairan keluar.

3. *Drive Unit*

Unit untuk melakukan kontrol kerja dari *injection molding*, terdiri dari motor untuk menggerakan *screw*, *injection piston* menggunakan *hydraulic system* (sistem pompa) untuk mengalirkan fluida dan menginjeksi plastik cair ke dalam molding (Rosato, 2000).



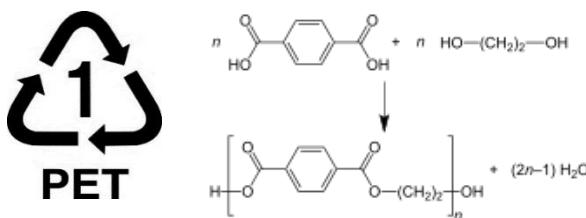
gambar 2. 1 *Inject Moulding Plastic*

2.2 Material *Thermoplastic*

1. *Polyethylene Terephthalate (PETE / PET)*

Merupakan salah satu plastik yang sering digunakan sebagai wadah makanan. Plastik *PETE* dapat kita temukan pada hampir semua botol air mineral dan beberapa pembungkus. Plastik ini dirancang untuk satu kali penggunaan saja. Jadi, jika digunakan berulang dapat meningkatkan resiko ikut terkonsumsinya bahan plastik dan bakteri yang berkembang pada bahan itu. Hal ini disebabkan jenis plastik *PETE* ini sulit

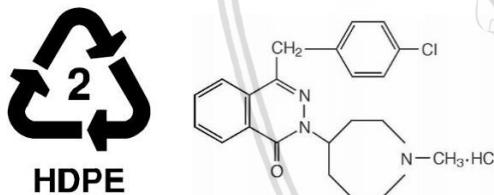
untuk dibersihkan dari bakteri dan bahan plastik *PETE* dapat bersifat racun. Plastik ini sebaiknya didaur ulang dan tidak digunakan kembali.



Gambar 2. 2 Polyethylene Terephthalate (*PETE* / *PET*)

2. High Density Polyethylene (HDPE)

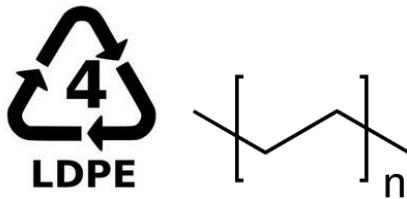
merupakan jenis plastik yang biasanya digunakan untuk membuat botol susu, botol deterjen, botol shampo, botol pelembab, botol minyak, mainan, dan beberapa tas plastik. *HDPE* merupakan plastik yang paling umum didaur ulang dan dianggap plastik paling aman. Proses daur ulang plastik ini cukup sederhana dan tidak membutuhkan biaya banyak. Plastik *HDPE* ini sangat keras dan tidak mudah rusak karena pengaruh sinar matahari, panas yang tinggi, atau suhu yang dingin. Karena itu, *HDPE* digunakan untuk membuat meja piknik, tempat sampah, dan produk lain yang membutuhkan ketahanan terhadap cuaca.



Gambar 2. 3 High Density Polyethylene (HDPE)

3. Low Density Polyethylene (LDPE)

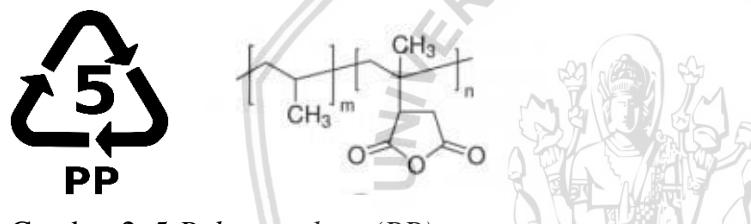
Biasa ditemukan pada pembungkus baju, kantong pada layanan cuci kering, pembungkus buah-buahan agar tetap segar, dan pada botol pelumas. *LDPE* dianggap memiliki tingkat racun yang rendah dibandingkan dengan plastik yang lain. *LDPE* tidak umum untuk didaur ulang, jika didaur ulang plastik *LDPE* biasanya digunakan sebagai bahan pembuat ubin lantai, hanger, gagang sapu dll.



Gambar 2. 4 Low Density Polyethylene (LDPE)

4. Polypropylene (PP)

Bersifat kuat, ringan, dan tahan terhadap panas. Plastik pp mampu menjaga bahan yang ada di dalamnya dari kelembaban, minyak dan senyawa kimia lain. PP biasanya digunakan sebagai pembungkus pada produkereal sehingga tetap kering dan segar. PP juga digunakan sebagai ember, kotak margarin dan yogurt, sedotan, tali, isolasi, dan kaleng plastik cat. Plastik dari PP dianggap aman jika digunakan kembali dan dapat didaur ulang (Wijatmiko, 1991).



Gambar 2. 5 Polypropylene (PP)

2.3 Kontrol Sekuensial

Kontrol sekuensial adalah salah satu teknik pengontrolan yang digunakan untuk mengatur suatu operasi yang saling terhubung, berurutan dan terintegrasi antara satu dengan yang lainnya.

Terdapat tiga kategori kontrol sekuensial:

1. Sistem melaksanakan urutan berikutnya jika telah mencapai waktu yang telah ditentukan (*time schedule control*).
2. Sistem di mana waktu pelaksanaan atau interval waktu tidak penting, hanya urutan operasi yang telah ditetapkan yang dipentingkan (*executive control*).
3. Sistem melaksanakan urutan berikutnya jika kondisi yang ditentukan sebelumnya terpenuhi (*conditional control*).

Rangkaian kontrol sekuensial dapat dirancang dalam bentuk suatu alat yang disebut kontroler sekuensial. Kontroler ini menggunakan komputer khusus yang digunakan untuk

kebutuhan kontrol sekuensial sehingga kontroler tersebut dapat melaksanakan berbagai perintah sekuensial (Husna, 2015).

2.4 Sensor Proximity E2EZ-X4B1 (Omron)

Alat pendekksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendekksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, antara 1 milimeter sampai beberapa centimeter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. Nilai *output* dari *proximity switch* ini bisa diklasifikasikan juga sebagai nilai *NO (normally open)* dan *NC (normally close)* persis seperti fungsi pada tombol, atau secara spesifik menyerupai fungsi *limit switch*. *Proximity switch* ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 VDC dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200 VAC.



Gambar 2.6 Sensor Proximity
Sumber: datasheet E2EZ-X4B1 (Omron)

2.5 Thermocouple Type K

Sensor suhu yang digunakan untuk mendekksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*thermo-electric*”. Prinsip kerja termokopel terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendekksi suhu panas.



Gambar 2. 7 Thermocouple
Sumber: datasheet Type K Thermocouple (pyromation)

Termocouple di bedakan dalam beberapa macam jenis berdasarkan dari logam penyusun konduktornya sebagai berikut:

1. *Thermocouple type E*

Bahan logam konduktor *positif*: nickel-chromium

Bahan logam konduktor *negatif*: constantan

Rentang suhu: -200°C – 900°C

2. *Thermocouple type J*

Bahan logam konduktor *positif*: iron (besi)

Bahan logam konduktor *negatif*: constantan

Rentang suhu: 0°C – 750°C

3. *Thermocouple type K*

Bahan logam konduktor *positif*: nickel-chromium

Bahan logam konduktor *negatif*: nickel-aluminium

Rentang suhu: -200°C – 1250°C

4. *Thermocouple type N*

Bahan logam konduktor *positif*: nicrosil

Bahan logam konduktor *negatif*: nisil

Rentang suhu: 0°C – 1250°C

5. *Thermocouple type T*

Bahan logam konduktor *positif*: copper (tembaga)

Bahan logam konduktor *negatif*: constantan

Rentang suhu: -200°C – 350°C

6. *Thermocouple type U* (kompensasi *Type S* dan *Type R*)

Bahan logam konduktor *positif*: copper (tembaga)

Bahan logam konduktor *negatif*: copper-nickel

Rentang suhu: 0°C – 1450°C

2.6 Programmable Logic Controller (PLC)

Merupakan salah satu anggota komputer yang menggunakan ic ataupun peralatan elektromekanik untuk melakukan fungsinya sebagai kontroler. *PLC* memungkinkan melakukan beberapa fungsi seperti penyimpanan perintah-perintah yang digunakan untuk mengontrol, data yang telah dimanipulasi, dan berkomunikasi dengan perangkat lain, diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh richard e. Morley yang merupakan pendiri

Modicon Corporation. Menurut *National Electrical Manufacturing Association (NEMA)*, *PLC* didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, sekuensial, pengaturan, waktu (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. *PLC* mampu mengerjakan suatu proses terus menerus sesuai variabel masukan dan memberikan keputusan sesuai keinginan pemrograman sehingga nilai keluaran tetap terkontrol (Bryan, 1997).

Keadaan input *PLC* digunakan dan disimpan didalam memori dimana *PLC* melakukan instruksi logika yang diprogram pada keadaan inputnya. Input dapat berupa *sensor proximity*, *limit switch*, *push button*, atau peralatan lainnya yang dapat menghasilkan suatu sinyal yang dapat masuk kedalam *PLC*. Sedangkan output dapat berupa switch yang menyalakan lampu indikator, relay yang menggerakkan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal output dari *PLC*.

Setiap input mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor akan memanggil berdasarkan alamatnya. Sinyal output dikeluarkan *PLC* sesuai dengan program yang dibuat oleh pengguna berdasarkan analisa keadaan input. Setiap output mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya, banyak output tergantung pada jenis *PLC* (Swainston, 1991).

Untuk melakukan pengontrolan, *PLC* didukung oleh perangkat lunak atau software yang merupakan bagian penting dari *PLC*. Program *PLC* terdiri dari 2 jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram.

PLC memiliki beberapa kelebihan antara lain:

1. Fleksibel
2. Perubahan implementasi dan koreksi kesalahan dapat diketahui dengan mudah
3. Memiliki harga yang lebih terjangkau
4. Memiliki jumlah kontak yang banyak
5. Dapat diamati secara visual dengan sebuah *interface*
6. Kecepatan operasi yang lebih tinggi dibanding *relay*
7. Lebih handal dibanding *relay* maupun *timer* mekanik
8. Tingkat keamanan yang lebih baik
9. Memudahkan perubahan dan pemrograman ulang

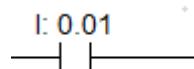


1.7 Logika PLC

Adapun perintah-perintah dasar yang terdapat di dalam pemrograman PLC adalah sebagai berikut;

1. LOAD

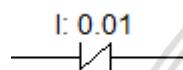
Perintah ini digunakan jika hanya membutuhkan satu keadaan logika dan aktif saat diaktifkan.



Gambar 2. 8 Logika LOAD

2. LOAD-NOT

Perintah ini digunakan jika urutan kerja sistem kontrol hanya membutuhkan satu kondisi logika dengan fungsi aktif di awal dan mati saat diaktifkan.



Gambar 2. 9 Logika LOAD-NOT

3. AND

Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output.



Gambar 2. 10 Logika AND

4. AND-NOT

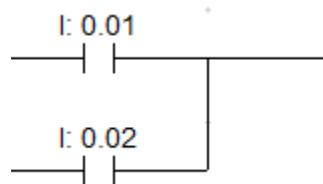
Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output dan salah satu bersifat kontak bersifat NOT.



Gambar 2. 11 Logika AND-NOT

5. *OR*

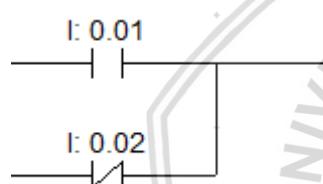
Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari salah satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output.



Gambar 2. 12 Logika *OR*

6. *OR-NOT*

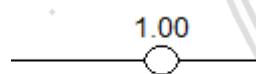
Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output dan salah satu bersifat kontak bersifat *NOT*.



Gambar 2. 13 Logika *OR-NOT*

7. *OUT*

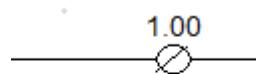
Perintah ini digunakan jika hanya membutuhkan kondisi logika aktif saat diaktifkan.



Gambar 2. 14 Logika *OUT*

8. *OUT-NOT*

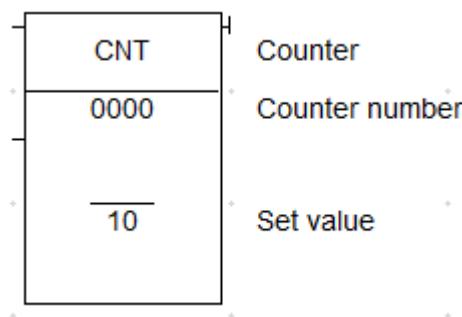
Jika kondisi logika dengan fungsi aktif di awal dan mati saat diaktifkan.



Gambar 2. 15 Logika *OUT-NOT*

9. COUNTER (CNT)

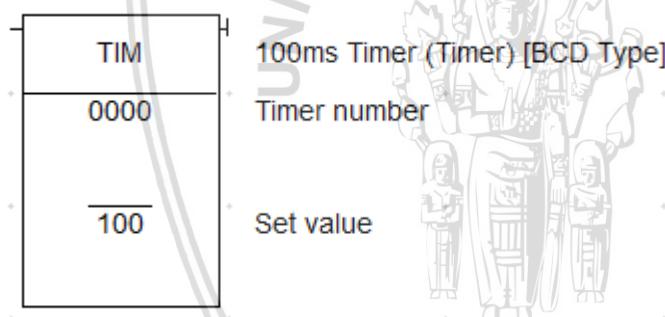
Counter pada *PLC* bersifat menghitung mundur dari nilai awal yang ditetapkan oleh program, setelah mencapai angka nol maka contact *NO timer/counter* akan *ON*.



Gambar 2. 16 Logika *COUNTER*

10. TIMER (TIM)

Timer mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999 dalam bentuk BCD dan dalam orde 100 ms. Sedangkan untuk counter mempunyai orde angka BCD dan mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999.



Gambar 2. 17 Logika *TIMER*

2.8 PLC OMRON TIPE CP1L-L20DTI-D

PLC tipe CP1L pada umumnya digunakan di laboratorium karena dimensinya yang cukup kecil dengan jumlah port input/output yang tidak terlalu banyak, bagian- bagian dari *PLC OMRON TIPE CP1L-L20DTI-D* terdiri dari:

1 Central Processing Unit (CPU)

Terdiri lebih dari satu mikroprosesor sama yang dapat ditemukan dalam sebuah mikrokomputer, perbedaannya bahwa program yang digunakan dengan tipe prosesor hanya ditulis untuk mengakomodasi logika tangga dan bukannya bahasa pemrograman yang lain. *CPU* menjalankan sistem operasi, mengelola memori, memantau *input*, mengevaluasi logika pengguna (diagram tangga) dan mengaktifkan *output* yang tepat

2 Unit Input

Modul input mengubah tingkat logika sesungguhnya pada tingkat logika yang dibutuhkan oleh *CPU*. Piranti input seperti saklar, sensor dan lain-lain. Modul ini terpasang pada rak PLC yang menjalankan beberapa fungsi secara fisik menahan CPU, power supply dan modul I/O.

3 Unit Output

Piranti output dalam PLC berupa motor, lampu, kumparan, katup dan lain-lain. Modul-modul output dapat berjalan pada tegangan DC maupun AC.

4 Unit Memory

- *RAM* dirancang agar pengguna dapat membaca atau menulis memory.
- *ROM* digunakan *PLC* untuk sistem operasi Kontrol
- *EEPROM* berfungsi seperti *RAM* tetapi ini dapat dihapus secara elektrik

5 Unit expansion

Untuk menambahkan unit plc extension apabila ingin menambah port input / output

6 Unit peripheral

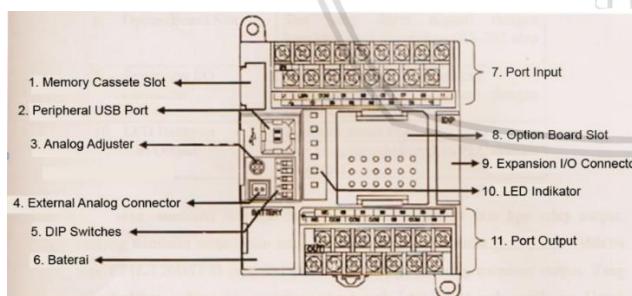
Sebagai media penghubung antara *PC* dan *PLC*, yang berguna untuk *download* program / *upload* program *PLC*

7 Analog adjuster

Untuk mengkalibrasi komponen analog

8 Baterry

9 LED indicator



Gambar 2. 18 PLC OMRON TIPE CP1L-L20DTI-D

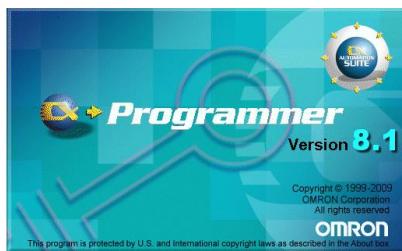
Sumber: Modul Praktikum Teknik Otomasi TEUB

2.9 Software Cx-One

Cx-one merupakan software yang dikembangkan oleh *OMRON CORP*. Untuk pemrograman ladder diagram *PLC* omron tipe apapun. *Cx-one* terdiri dari beberapa subprogram, sedangkan yang akan digunakan adalah cx-programmer. Program ini dapat digunakan untuk pemrograman *PLC* serta untuk melakukan pengecekan proses suatu program

PLC. Untuk dapat menyambungkan antara software *cx-programmer* dan *PLC* omron, hardware *PLC* dihubungkan ke *PC* oleh kabel ethernet. *Cx-programmer* memiliki fitur simulasi *ladder* diagram. Dengan demikian, *ladder* diagram yang sudah dibuat pada program tersebut dapat langsung dicoba tanpa perlu menyambung *PLC* langsung dengan *PC*. Fitur –fitur yang dimiliki antara lain:

1. *CX-One* memungkinkan manajemen terpadu Perangkat Lunak untuk *PLC* / Komponen OMRON.
2. Instalasi hanya pada satu komputer pribadi memungkinkan pengguna untuk menangani Perangkat Lunak Dukungan untuk produk OMRON.
3. Hanya satu kunci lisensi yang diperlukan untuk menginstal semua Perangkat Lunak Dukungan.
4. Memungkinkan manajemen terpadu dari satu lokasi penyimpanan untuk file yang dibuat oleh Perangkat Lunak Dukungan.
5. Perangkat Lunak Pendukung yang didedikasikan untuk *Unit Bus CPU* dan *Unit I/O* Khusus dapat dimulai pada Tabel *I/O*.
6. Perangkat Lunak Dukungan khusus yang sesuai dapat dimulai secara otomatis Unit terdaftar di *I/O Table* (Tabel konfigurasi unit yang terhubung ke *PLC*). Selain itu, setup informasi seperti model PLC dapat diteruskan ke Perangkat Lunak Pendukung khusus saat *start-up*.
7. Memungkinkan peralihan yang lebih mudah antara Perangkat Lunak Dukungan.
8. Fungsi-fungsi berikut tersedia dengan pengenalan file informasi *ID* untuk komponen OMRON.
9. Setup *Unit Bus CPU* dan *Unit I / O* Khusus tanpa pengaturan manual dan pengenalan alamat (Nama item parameter dan pilihan serta berbagai pengaturan yang tersedia secara otomatis ditampilkan).
10. *CPU Bus Units* dan pengaturan *Special I / O Units* pada komputer pribadi dan data pada *PLC* yang sebenarnya (*CPU Unit*) dapat diverifikasi secara online, dan data item / pembacaan tak tertandingi ditampilkan secara grafis.



Gambar 2. 19 PROGRAM CX-ONE

Sumber: CX-ONE

2.10 Limit Switch

Limit switch merupakan suatu alat untuk memutuskan atau menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian listrik. Prinsip kerja dari *limit switch* adalah posisi kontak akan berubah ketika tuas *limit switch* tertekan oleh suatu objek. *Limit switch* hanya mempunyai dua kondisi, yaitu ketika menghubungkan arus listrik (*ON*) atau memutuskan arus listrik (*OFF*)



Gambar 2. 20 Limit Switch

Sumber: datasheet Panasonic ML-AZ7

2.11 Relay

Relay adalah sebuah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat (koil) pada batang besi. *Relay* terdiri dari tiga bagian utama yaitu koil atau lilitan *relay*, *common* atau bagian yang tersambung dengan *normally close*, dan kontak yang terdiri dari *normally open* dan *normally close*. Prinsip kerja dari *relay* adalah ketika koil dialiri arus listrik, tuas saklar akan tertarik oleh medan magnet yang terjadi pada koil yang membuat saklar akan tertutup. Dan ketika arus dihentikan, gaya magnet akan hilang dan tuas saklar akan kembali pada posisi semula sehingga kontak saklar kembali terbuka. *Relay* sendiri biasa digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar dengan memakai arus/tegangan yang kecil (Setyadi, 2015).



Gambar 2. 21 *Relay*
sumber: *datasheet OMRON LY2N*

2.12 Push Button

Alat ini befungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik, ketika / selama bagian knopnya ditekan maka alat ini akan bekerja sehingga kontak-kontaknya akan terhubung untuk jenis *Normally Open* dan akan terlepas untuk jenis *Normally Close*



Gambar 2. 22 *push button*
Sumber: *datasheet OMRON AA2RL-T-X-X*

2.13 Hidrolik Valve / Solenoid Valve

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



Gambar 2. 23 *Hidrolik Valve / Solenoid Valve*
Sumber: *datasheet Finotech 12/24VDC- 4/3 Position WE Series*

2.14 Valve Block

Komponen yang menyediakan arah saluran / penutup saluran bagi mekanisme *valve* apabila terjadi kebocoran dimana komponen berisi 2- lebih dari jalur valve



Gambar 2. 24 WE Series Directional Valves

Sumber: *datasheet Finotech NG Directional Valve Subplate WE Size*

2.15 Motor AC 3 Phase

Motor ac adalah motor listrik didorong oleh arus bolak (AC). Motor AC umumnya terdiri dari dua bagian dasar, sebuah stator luar yang memiliki koil yang disuplai dengan arus bolak-balik untuk menghasilkan medan magnet yang berputar, dan rotor dalam yang terpasang pada poros output yang menghasilkan medan magnet berputar (Stephen, 2005).



Gambar 2. 25 Motor AC 3 Phase

Sumber: *datasheet ABB MOTOR*

2.16 Heating Element

Heating Element (elemen pemanas) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan tipe dari electrical heating element ini bermacam -macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*resistance wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.



Gambar 2. 26 *Heating Element*
Sumber: *datasheet watlow band barrel*

2.17 Magnetic Contactor

Magnetic Contactor adalah saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Prinsip kerjanya didalam magnetik kontaktor terdapat lilitan yang akan menjadi magnet bila di aliri listrik, magnet tersebut akan menarik kontak yang berada di dekatnya sehingga kontak yang semula terbuka (*NO*) akan menjadi tertutup sedangkan kontak yang awalnya tertutup (*NC*) akan menjadi terbuka. Magnetik kontaktor terdiri dari kontak utama dan kotak bantu. Kontak utama digunakan untuk sumber arus listrik sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian pengendali. Seandainya anda terbalik dalam memasang kedua kontak ini magnetik kontaktor tetap akan masih bisa bekerja namun akan ada masalah yang timbul karena kontak bantu hanya didesain untuk dilewati arus yang kecil sedangkan kontak utama didesain untuk dilewati arus besar. Apabila anda terbalik dalam pemasangan akan menyebabkan panas karena penghantar yang tidak mampu menghantarkan arus listrik yang besar. Penggunaan magnetik kontaktor biasanya digunakan untuk mengendalikan kerja motor 3 fasa, dengan magnetik kontaktor kita dapat memotong 3 sumber listrik R, S dan T sekaligus pada motor 3 fasa (Stephen, 2005).



Gambar 2. 27 *Magnetic Contactor*
Sumber: *datasheet Sceinder LCD 1 DT32/D188*

2.18 Minature Circuit Breaker (MCB)

Minature Circuit Breaker (MCB) adalah komponen dalam instalasi listrik yang berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau arus berlebih).



Gambar 2. 28 Minature Circuit Breaker (MCB)

Sumber: datasheet Scnieder CN series

2.19 Thermal Overload Relay

Thermal Relay Atau *Overload Relay* adalah peralatan *switching* yang peka terhadap suhu dan akan membuka atau menutup kontaktor pada saat suhu yang terjadi melebihi batas yang ditentukan atau peralatan kontrol listrik yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih.



Gambar 2. 29 Thermal Overload Relay

Sumber: datasheet Snider LRD Series

2.20 DC Power Supply

Peralatan - peralatan elektronika tidak akan dapat berfungsi tanpa diberikan masukan berupa tegangan. Dari sekian banyak peralatan elektronika yang telah ada, sebagian besar membutuhkan masukan berupa tegangan searah dalam pengoperasiannya. Tegangan searah ini diperoleh dari suatu alat yang disebut *power supply*. Prinsip kerja *Power Supply DC* adalah

tegangan yang diperoleh akan diteruskan ke logika penurun tegangan daya besar, kemudian diturunkan tegangannya menjadi tegangan yang dibutuhkan untuk sistem berikutnya. Setelah diturunkan tegangan akan masuk ke penyearah yang akan menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC (Tampubolon, 2010).



Gambar 2. 30 DC Power Supply

Sumber: *datasheet Powerpak 24 V Switched Power Supply*



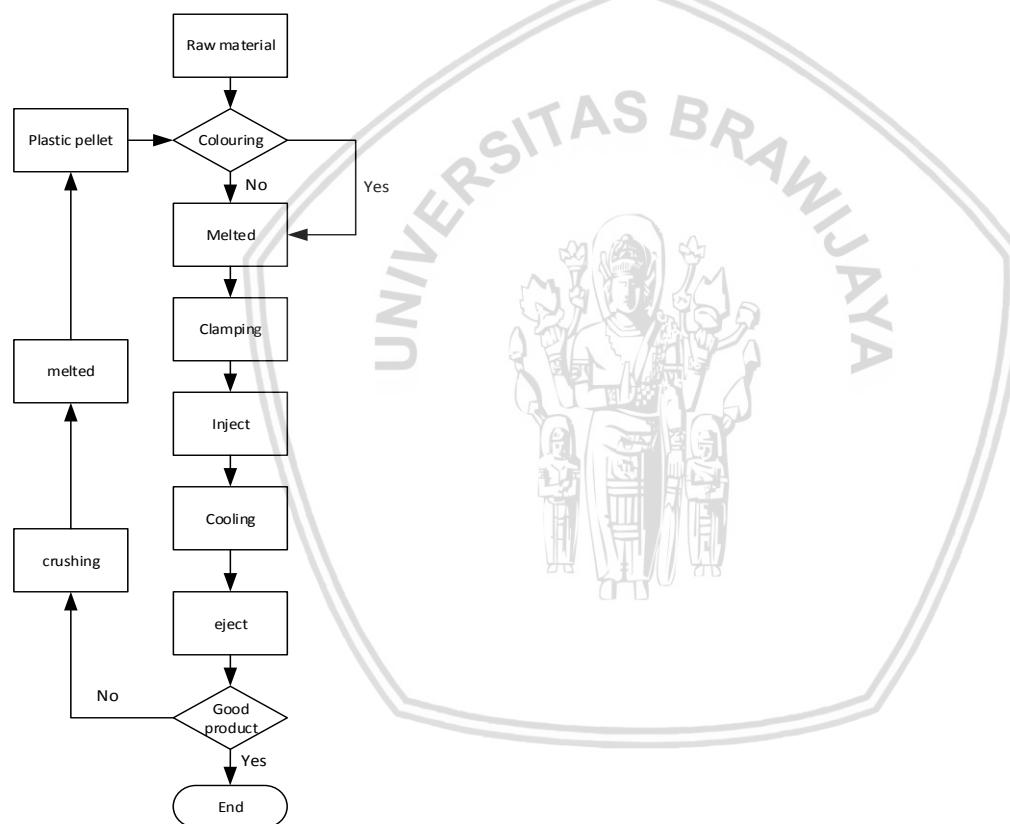
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat simulasi, dimana dalam penyelasiannya menggunakan proses percobaan dan pengambilan data belum sepenuhnya di terapkan pada alat sebenarnya hanya di lakukan pada alat laboratorium / software aplikasi.

3.1 Prinsip kerja

Dalam mekanisme kerja pada mesin inject moulding, terdapat 4 proses inti dalam 1 kali siklus proses yaitu:



Gambar 3. 1 Prinsip kerja

1. Clamping

Proses menyuntikkan material ke dalam cetakan, kedua bagian cetakan pertama-tama harus ditutup rapat oleh unit penjepit. Dimana pada setengah bagian cetakan dilekatkan pada mesin injection molding dan bagian satunya di lekatkan pada unit slider penggerak. Dimana unit penjepit hidrolik mendorong bagian cetakan dan memberikan kekuatan yang cukup untuk menjaga agar cetakan tetap tertutup rapat saat



material plastik cair disuntikkan ke dalam cetakan. Waktu yang dibutuhkan untuk menutup dan menjepit cetakan tergantung pada mesin - mesin yang lebih besar (yang memiliki kekuatan penjepitan lebih besar) akan memerlukan waktu lebih banyak.

2. *Injection*

Bahan plastik mentah, biasanya dalam bentuk pelet, dimasukkan ke mesin cetak injeksi, dan bergerak maju ke arah cetakan oleh unit injeksi. Selama proses ini, material dilelehkan dengan panas dan tekanan tertentu berdasarkan dari jenis material bahan yang digunakan. Kemudian disuntikkan ke dalam cetakan dengan sangat cepat dan memenuhi bidang cetakan. Jumlah bahan dan waktu injeksi sulit dihitung secara akurat karena aliran plastik cair yang berubah-ubah selama proses ke percetakan. Namun, waktu injeksi dapat diperkirakan dengan volume material, tekanan injeksi, dan daya injeksi (putaran mesin *hooper*).

3. *Cooling*

Sistem pendinginan *water cooling flow* dimana plastik cair yang berada di dalam cetakan mulai mendingin segera setelah kontak dengan permukaan interior cetakan sebagaimana bagian tengah cetakan terdapat aliran air dingin yang terus mengalir seiring mesin menyala. Saat mendinginkan plastik akan mengeras menyerupai bentuk cetakan namun, selama pendinginan masih memungkinkan kecacatan bagian. Pada tahap injeksi memungkinkan material tambahan mengalir ke cetakan / mengurangi jumlah yang sesuai dengan bentuk cetakan. Cetakan tidak bisa dibuka sampai waktu pendinginan yang tentukan telah berakhir. Untuk memudahkan dalam menentukan waktu pendinginan dapat diperkirakan dari beberapa sifat termodinamika dari plastik dan ketebalan.

4. *Ejection*

Proses dikeluarkannya produk jadi dari cetakan oleh sistem ejeksi, yang dilekatkan pada pusat belakang bagian cetakan. Saat cetakan dibuka, sebuah mekanisme digunakan untuk mendorong bagian luar cetakan untuk mengeluarkan produk. Namun selama pendinginan terdapat bagian produk menyusut dan menempel pada cetakan. Untuk memudahkan mengelurkan produk, digunakan zat pelepas cetakan yang disemprotkan ke permukaan rongga cetakan sebelum proses *injection* / sesudah proses *ejection*. Waktu yang diperlukan untuk membuka cetakan dan mengeluarkan

produk dapat diperkirakan dari lamanya waktu siklus pengosongan dan siklus pengisian kembali oleh material plastik, dan waktu yang digunakan mungkin hanya berselang beberapa menit (Rosato, 2000).

Dari keempat proses kerja tersebut diperlukan tahap yaitu meliputi tahap sebagai berikut:

- Tentukan bahwa material yang berada di mesin dalam kondisi kosong saat proses kerja dimulai / lakukan pengosongan terlebih dahulu apabila terdapat sisa material dari proses sebelumnya.
- Tentukan sistem saluran oli hidrolik dan pendingin dalam kondisi baik tanpa mengalami kendala kebocoran / penyumbatan material.
- Cek kapasitas dan kualitas oli hidrolik secara bertahap.
- Semua bagian mesin berjalan tanpa kendala selama proses berjalan.
- Pastikan bagian pengaman pada daerah jepit bekerja dengan baik.

3.2 Spesifikasi desain

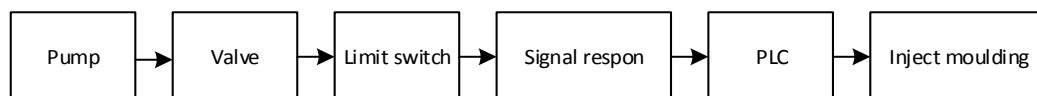
Desain yang di inginkan pada pemograman mesin inject moulding memiliki spesifikasi desain berikut

1. Waktu proses bisa kurang dari 1 menit dalam 1 siklus proses dengan delay kurang 3 detik antar proses (mesin dengan ukuran *moulding* besar, waktu yang di butuhkan lebih lama dalam 1 siklus).
2. Dalam proses clamping waktu yang di gunakan bisa kurang dari 20 detik (waktu menyesuaikan dengan bentuk dan alur cetak, semakin besar dan berulir maka waktu bisa lebih lama).
3. Suhu yang di gunakan pada proses pelehan sekitar $125^{\circ}\text{C} - 190^{\circ}\text{C}$ (suhu mengikuti jenis material *thermoplastic* yang di gunakan. dan sebelum material di injeksikan ke bagian *clamping*, material dilelehkan di luar cetakan dan mengamati tingkat lelehan material keluar dari *nozzle*).



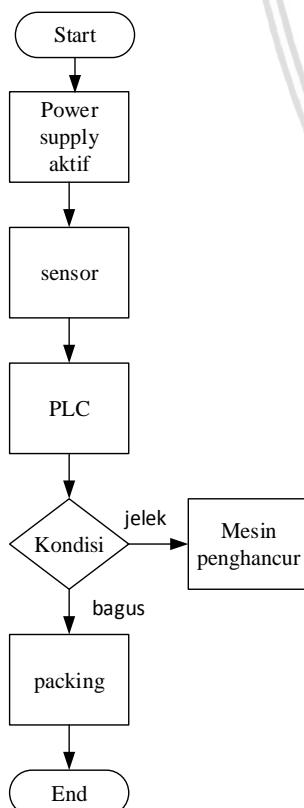
3.3 Deskripsi Proses pengendalian

Proses awal di mulai dengan terpompanya oli hidrolik oleh motor AC secara terus-menerus dan dialirkkan ke setiap komponen *valve*, dimana untuk mengaktifkan arah saluran *valve* di gunakan sensor *limit switch* sebagai pemberi respon terhadap *PLC*. Dan keluaran respon dari *PLC* akan memberikan intruksi untuk menggerakkan mesin *inject moulding*.



Gambar 3. 2 Alur Proses

Saat dalam proses kerja mesin *inject moulding*, diawali dengan rangkaian mengaktifkan sumber listrik ke bagian komponen penggerak (motor *AC*), pemanas (*heat band element*) dan komponen kontrol. Pertama power supply aktif sebagai sumber catu daya bagi sensor dan plc, dengan mengikuti alur proses pada gambar 3.2 maka mesin akan bekerja. Jika hasil produk memuaskan maka akan di lakukan proses pengemasan dan produk siap di edarkan, namun jika produk tidak sesuai dengan harapan maka akan di lakukan proses daur ulang dengan bantuan mesin penghancur.



Gambar 3. 3 Alur kendali mesin *Inject Moulding*

3.4 Alamat Input dan Output

setelah didapatkan deskripsi operasi otomatisasi yang di inginkan, maka selanjutnya adalah mendata langkah, transisi, dan intruksi pendukung, serta memberi nama dan simbol secara jelas.

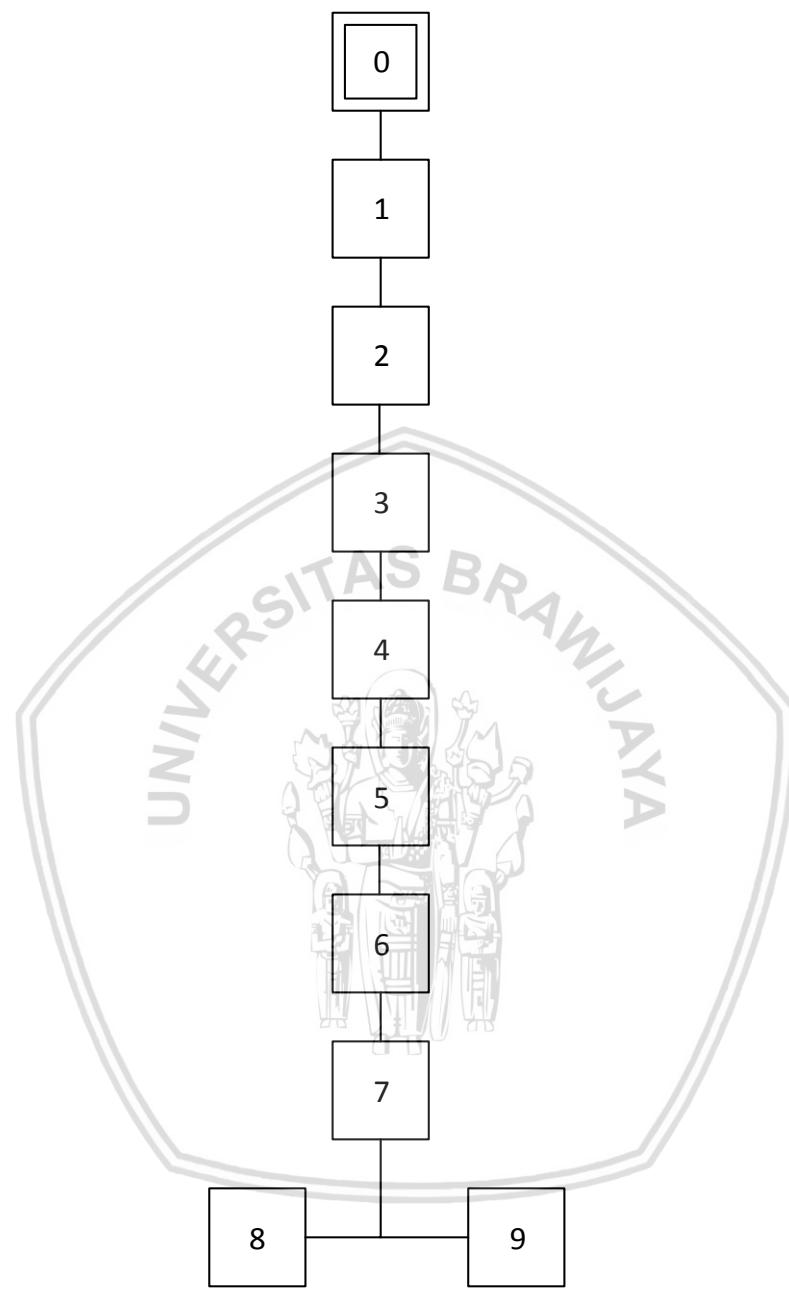
Tabel 3. 1 Tabel Input

No	Alamat	Keterangan
1	I 0.00	Emergency
2	I 0.01	Start / Stop
3	I 0.02	Limit Switch
4	I 0.03	Valve 1
5	I 0.04	Valve 2
6	I 0.05	Valve 3
7	I 0.06	Valve 4
8	I 0.07	Proximity
9	T0000	Timer Feeding 1
10	T0001	Timer Feeding 2

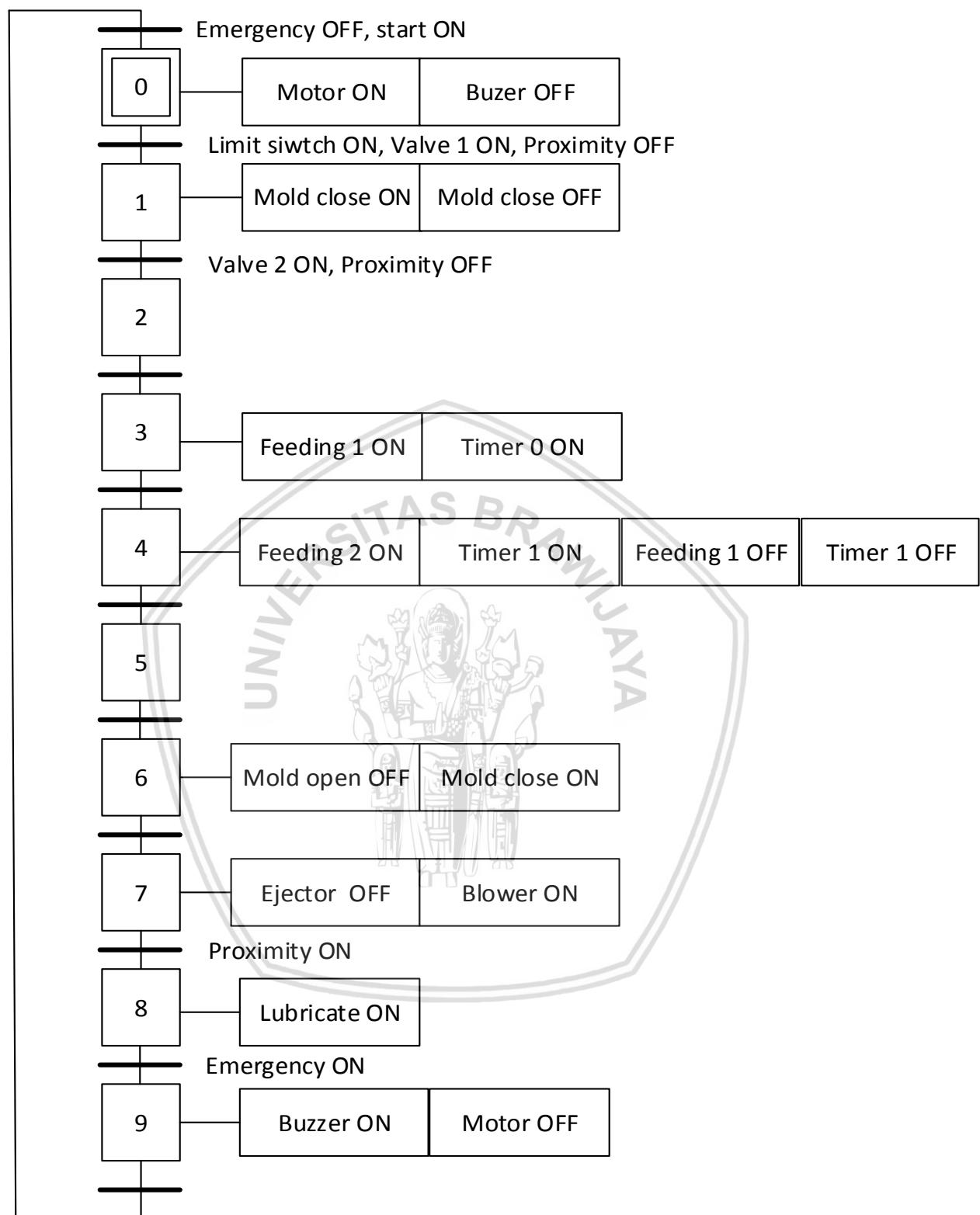
Tabel 3. 2 Tabel Output

No	Alamat	Keterangan
1	Q100.00	Motor Ac 3 Phase
2	Q100.01	Mold Close
3	Q100.02	Feeding 1
4	Q100.03	Feeding 2
5	Q100.04	Mold Open
6	Q100.05	Ejector
7	Q100.06	Blower
8	Q100.07	Buzzer
9	Q100.08	Lubricate

3.5 Perancangan State Diagram dan Grafct



Gambar 3. 4 Diagram State



Gambar 3. 5 Diagram Grafct

Tabel 3. 3 Penjelasan dari state diagram

Simbol	Penjelasan
0	Start untuk menyalakan motor Q0, pada proses sebelumnya tombol darurat I0 berlogika 0 saat aktif dan non aktif saat belogika 1 jika terjadi kesalahan dalam kinerja mesin
1	Tahap selanjutnya I2 yang berfungsi sebagai <i>safety door</i> jika berlogika 1 akan mengaktifkan valve I3, dimana akan menggerakan aliran hidrolik untuk menutup cetakan Q1 sehingga proses dapat berjalan ke tahap selanjutnya.
2	Apabila dalam kondisi I2 berlogika 0 proses akan berhenti sebagai bentuk tindakan keselamatan
3	Pada valve I4 akan aktif dan menggerakan aliran hidrolik untuk menggerakan screw untuk proses feeding 1 Q2 (proses injeksi ke dalam cetakan) selama beberapa waktu dimana T0 juga aktif sebagai pencacah waktu.
4	Jika T0 berlogika 1 maka akan mengaktifkan I5 sebagai pengarah hidrolik untuk menekan mundur screw untuk proses feeding 2 Q3 (proses pengisian ulang material plastic) dan sekaligus mengaktifkan T1 sebagai pencacah waktu proses feeding 2 dalam proses tersebut juga plastik dalam cetakan akan mengalami proses pendinginan
5	Saat T1 berlogika 1 maka valve I6 akan aktif dan menggerakan hidrolik untuk membuka mold cetakan Q4
6	Ejector Q5 dan blower Q7 aktif sekaligus membuat material jadi keluar dari cetakan
7	Jika material jadi jatuh dan melewati sensor proximity I7 maka proses akan diulang lagi pada proses awal
8	Proses kendali darurat apabila mesin mengalami gangguan dan di haruskan untuk melakukan proses paksa untuk berhenti jika I0 berlogika 1
9	Proses dimana Q7 aktif sebagai bentuk jika tombol darurat aktif berlogika 1

3.6 Perancangan hardware

1. Saklar berfungsi sebagai tombol *on* dan *off* pada rangkaian plant.
2. *Motor AC* sebagai penggerak mesin dan pompa hidrolik
3. *PLC control unit* berfungsi sebagai kontroler, menganalisa sinyal input dan mengatur sesuai keadaan output yang diinginkan.
4. *PLC programming unit* berfungsi sebagai perancang program dengan menggunakan ladder diagram sebelum dihubungkan ke plant yang akan digunakan.
5. *Sensor proximity* sebagai sensor pendekksi
6. *Limit switch* sebagai pengaman dan pendekksi
7. *Relay* sebagai pengaman
8. *Termocouple* sebagai pengatur suhu
9. *Head band element* sebagai pemanas

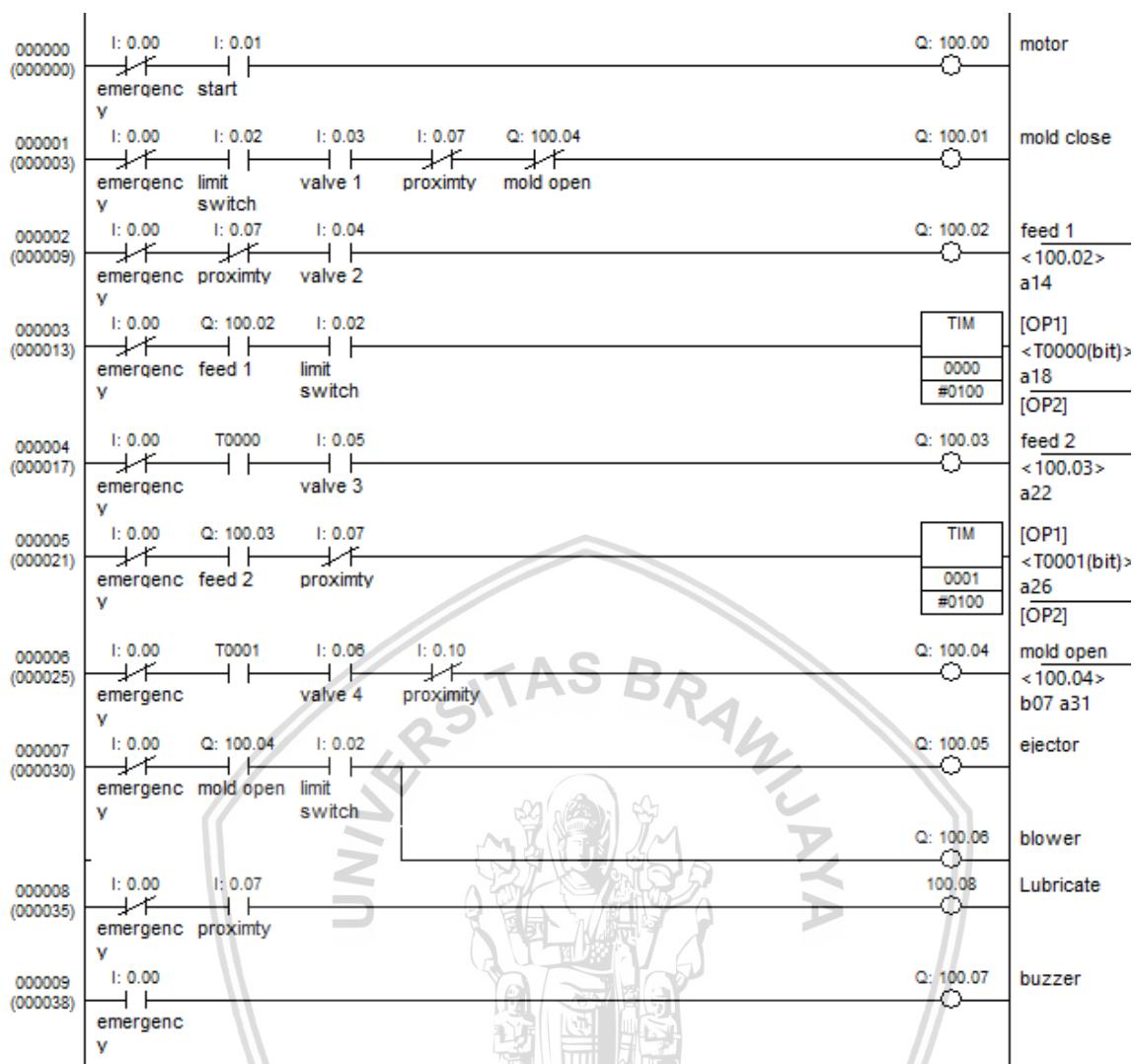
3.7 Perancangan Ladder Diagram

Hal yang harus dilakukan adalah memahami prinsip kerja dari alat yang akan dirancang, setelah itu dilakukan perancangan diagram logika dengan menggunakan ladder diagram yang dibuat dengan software CX-Programmer seperti di jelaskan pada Gambar 3.6 mengenai langkah-langkah proses dan alur kerja.

Rug	Penjelasan
0	Untuk menyalaikan motor, tombol darurat harus non aktif apabila masih dalam kondisi aktif motor tidak akan menyala. Saat menyalaikan motor maka tombol start harus dalam posisi <i>on</i> dan sebaliknya apabila dalam kondisi <i>off</i> , motor akan mati
1	Bila pintu pengaman belum secara penuh menyentuh <i>limit switch</i> maka <i>mould</i> tidak akan tertutup secara rapat, sehingga bila respon dari <i>limit switch</i> belum memenuhi maka saluran <i>valve 1</i> tidak akan terbuka sehingga <i>mould</i> tidak akan bergerak maju untuk menutup.
2	Saat <i>valve 2</i> aktif maka akan terjadi proses injeksi material (<i>feeding 1</i>) dimana <i>screw</i> akan di dorong maju oleh <i>drive unit</i> untuk injeksi material.
3	Jika <i>limit switch</i> tersentuh oleh <i>screw</i> maka material akan di injeksikan kedalam cetakan dengan rentang waktu 20 detik.
4	Saat waktu habis maka <i>valve 3</i> akan aktif dan menutup saluran <i>valve 2</i> sehingga akan terjadi proses pengisian ulang material (<i>feeding 2</i>), sehingga <i>screw</i> akan



	berjalan mundur oleh <i>drive unit</i> untuk melakukan pengisian. bila <i>valve 3</i> tidak menutup secara rapat maka proses akan terganggu sehingga di perlukan penggantian <i>seal / piston valve</i> .
5	Pengisian ulang berdurasi 20 detik dan akan berhenti sementara untuk membantu proses peleahan material <i>thermoplastic</i> .
6	Saat <i>timer feeding 2</i> berhenti maka <i>valve 4</i> akan aktif dan menutup saluran <i>valve 1</i> sehingga mould dapat terbuka, bila <i>valve 4</i> tidak menutup secara rapat maka cetakan akan tetap tertutup sehingga di perlukan penggantian <i>seal / piston valve</i> .
7	Saat <i>mould</i> terbuka secara otomatis <i>ejector</i> dan <i>blower</i> membantu mengeluarkan produk dari dalam cetakan. Bila cetakan masih melekat pada cetakan maka di perlukan proses manual dalam mengeluarkannya dari dalam cetakan, sehingga untuk kondisi ini tombol darurat harus aktif dan pintu pengaman harus terbuka serta tidak berseksntuhan dengan <i>limit switch</i> .
8	Produk yang keluar dari dalam cetakan akan turun ke <i>slider</i> dimana pada sisi bawah kanan - kiri terdapat sensor <i>proximity</i> sebagai penanda bahwa produk telah jadi dan sudah keluar dari dalam cetakan, dan respon dari aktif proximity memberikan fungsi reset ke <i>valve 3</i> dan <i>valve 4</i> sehingga proses dapat berulang ke rug 1.
9	Kondisi ini hanya di perlukan dalam kondisi darurat saja sehingga mesin akan dalam kondisi mati hingga tombol darurat di non aktifkan dan <i>buzzer</i> megikuti kondisi tombol darurat, apabila aktif akan memberikan isyarat bahwa mesin dalam kondisi darurat.



Gambar 3. 6 Perancangan Ladder Diagram

3.8 Pengujian dan analitis sistem

Setelah semua komponen pada plant sudah dirangkai dan sesuai dengan rancangan desain sistem yang telah dirancang dan software untuk menggerakkan sistem yang telah dibuat sudah siap untuk dipakai, maka diadakan pengujian dan analisa dari alat yang sudah dibuat.

3.9 Pengambilan kesimpulan dan saran

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang didapat dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan. Apabila hasil yang didapatkan sesuai dengan apa yang diharapkan sebelumnya, maka sistem tersebut sudah berhasil memenuhi tujuan awal dan selanjutnya dapat dimasukkan kedalam saran guna dikembangkan untuk disempurnakan di penelitian selanjutnya.



BAB IV

PEMBAHASAN & HASIL

Pada bab ini akan membahas mengenai analisa dan pengujian hasil simulasi dari pemograman mesin *inject moulding plastic*, keseluruhan sistem dan simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan *software CX-Programmer* yang akan di dukung dengan *PLC OMRON CP1L* untuk melihat berjalananya program.

4.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang bersifat simulasi menggunakan *PLC* dengan software *cx-programmer* bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari diagram tangga (ladder diagram) yang telah dibuat untuk program sekuensial:

1. Peralatan yang dibutuhkan
 - Catu daya 24 V
 - *Power Supply*
 - *PLC OMRON CP1L*
 - Modul *I/O*
 - PC yang sudah terinstal *Cx-Programmer*
 - Kabel penghubung
 - Kabel *USB*
2. Prosedur Pengujian
 - Menghubungkan power supply dengan *PLC OMRON CP1L*
 - Menghubungkan power supply dengan modul *I/O*.
 - Menghubungkan *PLC OMRON CP1L* dengan modul *I/O*.
 - Menghubungkan *input PLC OMRON CP1L* dengan input pada modul *I/O* sesuai dengan alamat yang sudah ditentukan.
 - Menghubungkan *output PLC OMRON CP1L* dengan output pada modul *I/O* sesuai dengan alamat yang sudah ditentukan.
 - Menghubungkan *PC* dengan *PLC* dengan menggunakan kabel *usb*.
 - Mengubah program yang telah dibuat di *PC* menjadi *work online* dengan cara *Ctrl+W*.
 - Mentransfer program pada *PC* ke *PLC* dengan cara *Ctrl+T*.



- Membuat menjadi monitoring agar dapat melihat jalannya program pada *PC* maupun pada *PLC* dan modul *I/O* dengan cara *Ctrl+M*.
- Mengamati jalannya program pada saat simulasi apakah berjalan sekuensial atau tidak. Dan membuat tabel untuk memasukan hasil pengamatan.



Gambar 4. 1 Simulator Sistem

4.2 Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian sistem program *plastic inject moulding* secara sekuensial menggunakan *PLC* yang dihubungkan ke modul *I/O* dengan ladder diagram yang sudah dibuat pada *Cx-Programmer* dapat diketahui bahwa program dapat berjalan dengan baik sesuai dengan pedoman yang diinginkan.

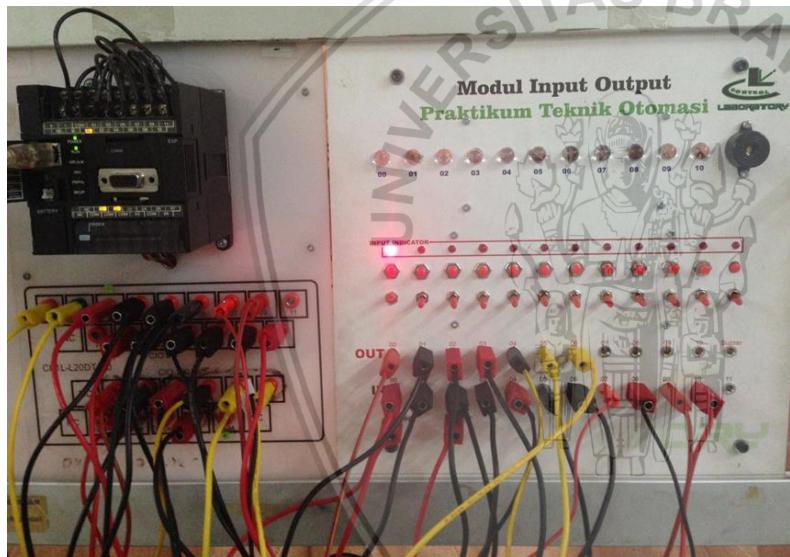
Input dan output pada proses simulasi sistem program plastik inject moulding dengan *PLC OMRON CP1L* menggunakan *software cx-programmer* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Tabel Input

No	Alamat	Keterangan
1	I 0.00	Emergency
2	I 0.01	Start / Stop
3	I 0.02	Limit Switch
4	I 0.03	Valve 1
5	I 0.04	Valve 2
6	I 0.05	Valve 3
7	I 0.06	Valve 4
8	I 0.07	Proximity
9	T0000	Timer Feeding 1
10	T0001	Timer Feeding 2

Tabel 4. 2 Tabel Output

No	Alamat	Keterangan
1	Q100.00	Motor Ac 3 Phase
2	Q100.01	Mold Close
3	Q100.02	Feeding 1
4	Q100.03	Feeding 2
5	Q100.04	Mold Open
6	Q100.05	Ejector
7	Q100.06	Blower
8	Q100.07	Buzzer
9	Q100.08	Lubricate

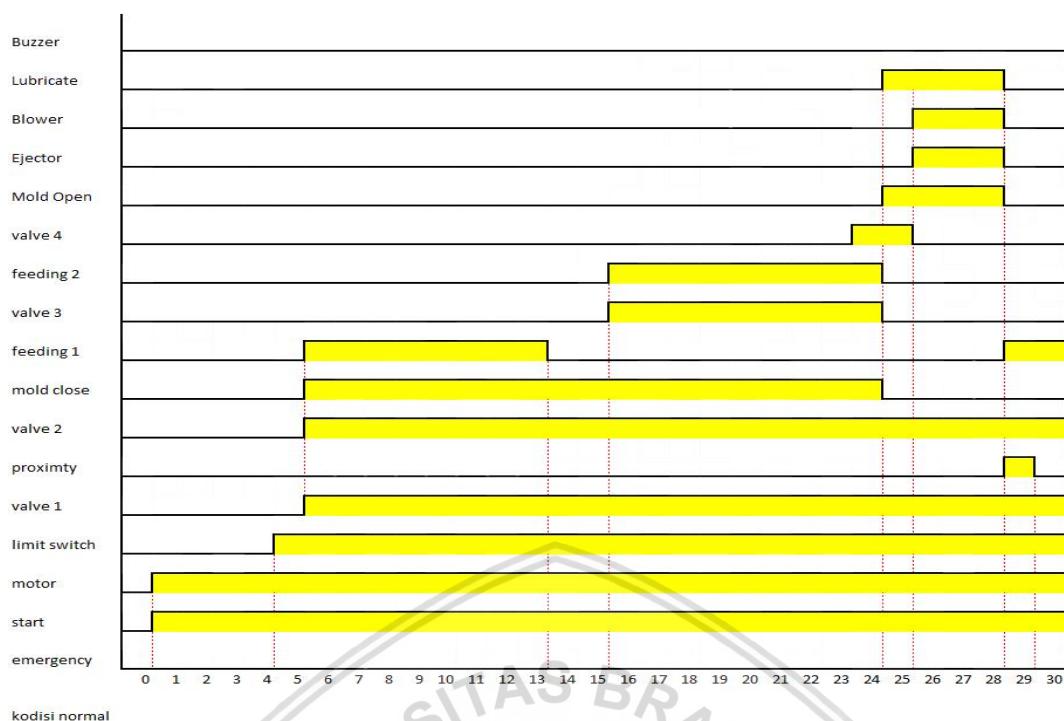


Gambar 4. 2 Proses simulasi

- Kondisi Normal

Tabel 4. 3 Kondisi Normal

Waktu (detik)	Buzzer	Lubricate	Blower	Ejector	Mold open	Valve 4	Timer 2	Feeding 2	Valve 3	Timer 1	Feeding 1	Mold close	Valve 2	Proximity	Valve 1	Limit switch	Motor	Start	Emergency
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
26	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
27	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
28	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
29	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 4. 3 Kondisi normal

Dalam pengujian simulasi melibatkan proses *clamping*, *injection* dan *ejector*. Proses cooling tidak masuk pengontrolan. sistem pada cetakan menggunakan model water block dan water cooling sehingga cetakan akan dalam kondisi suhu 27°C – 35°C (jika cetakan terlalu dingin di mungkinkan plastik akan menempel pada dinding cetakan)

Proses awal (*clamping*) diawali dengan aktifnya *valve 1*, *limit switch* dan *valve 2* sebagai menutupnya cetakan dengan bantuan hidrolik dan engsel mekanik dimana proses tersebut terjadi pada rentang detik waktu ke 5 – 24, kemudian akan berlanjut pada proses *feeding* (*injection*). Pada proses *feeding* dilakukan 2 proses dimana pada *feeding 1* bertujuan untuk injeksi material dan *feeding 2* sebagai menyiapkan proses injeksi material pada *cycle* selanjutnya. Dengan menggunakan 2 proses feeding mampu memberikan jeda waktu untuk mendinginkan material dan memperpendek proses waktu kerja dalam 1 *cycle*, proses terjadi pada rentang waktu ke 5 – 24 detik.

Proses pengeluaran material dari cetakan (*ejection*), diawali dengan aktifnya *valve 4* dan cetakan akan terbuka bersamaan dengan aktifnya *ejector* dan *blower*. Dalam proses ini akan terdapat perlakuan tambahan yang berdasarkan dari cetakan material seperti, *ejector* dapat dibuat melakukan proses *counter* dalam 1 proses (misalkan 1 proses *ejector* terjadi 3-4x proses *eject* material). Dan proses akan mengulang dari awal bila material jadi telah melewati sensor *proximity* dalam penampungan hasil. Proses terjadi pada rentang waktu ke 25 – 28 detik.

- Kondisi gangguan dalam proses

Tabel 4. 4 kondisi gangguan dalam proses

Waktu (detik)	Buzzer	Lubricate	Blower	Ejector	Mold open	Valve 4	Timer 2	Feeding 2	Valve 3	Timer 1	Feeding 1	Mold close	Valve 2	Proximity	Limit switch	Motor	Start	Emergency
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
12	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
13	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
21	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
22	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
26	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
27	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
28	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
30	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
31	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
32	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
33	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
34	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
35	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
36	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
37	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
38	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
39	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

40	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
41	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
42	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
43	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
44	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



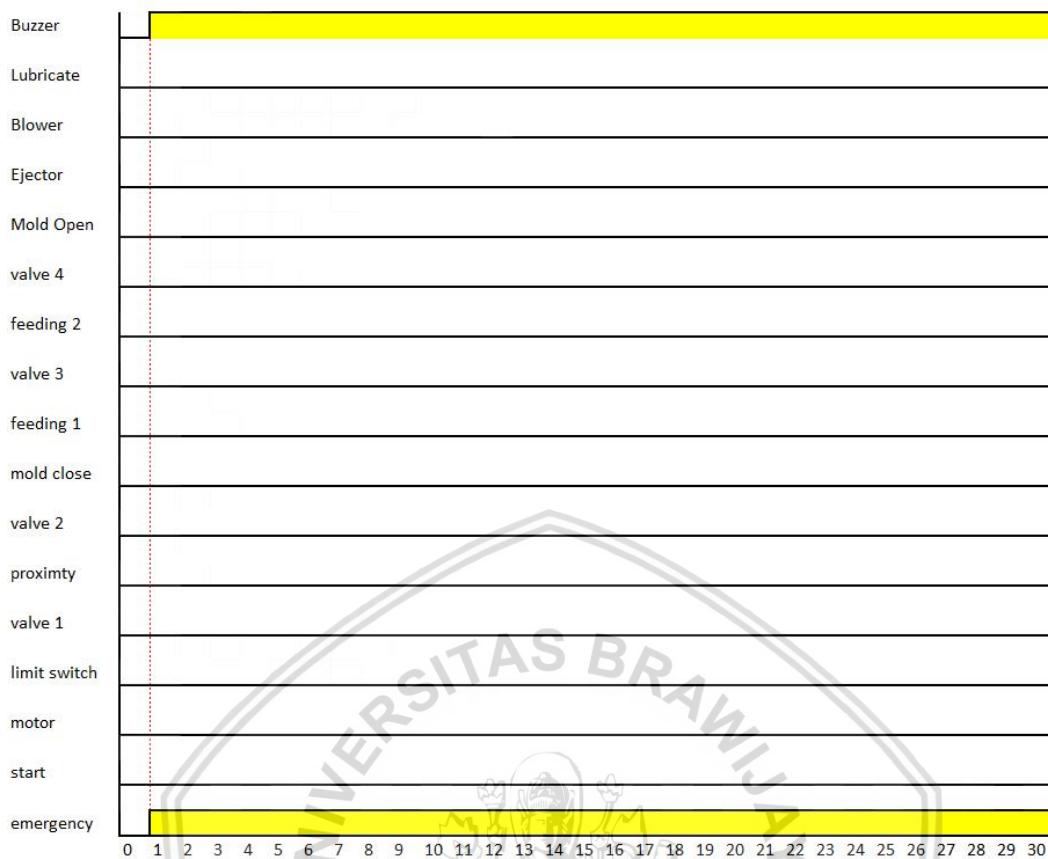
Gambar 4. 4 Kondisi gangguan dalam proses

Kondisi awal program berjalan seperti biasa kemudian di berikan suatu gangguan yaitu terbukanya pintu pengaman terbuka, sehingga proses akan berhenti sementara dan proses akan berlanjut saat pintu pengaman tertutup rapat. Proses gangguan di berikan pada rentang waktu 14 – 20 detik.

Saat proses kembali berjalan, proses akan di ulang ke proses *feeding* dimana saat proses injeksi terjadi material akan keluar memalui celah- celah sempit antara *nozzle* dan *spure*, sehingga mampu menghambat laju proses injeksi. Sebagai antisipasi material produk yang terdapat dalam cetakan harus di keluarkan terlebih dahulu agar proses injeksi dapat berjalan dengan lancar.

- kondisi darurat di awal

Tabel 4. 5 kondisi saat darurat di awal



Gambar 4. 5 Kondisi saat darurat di awal

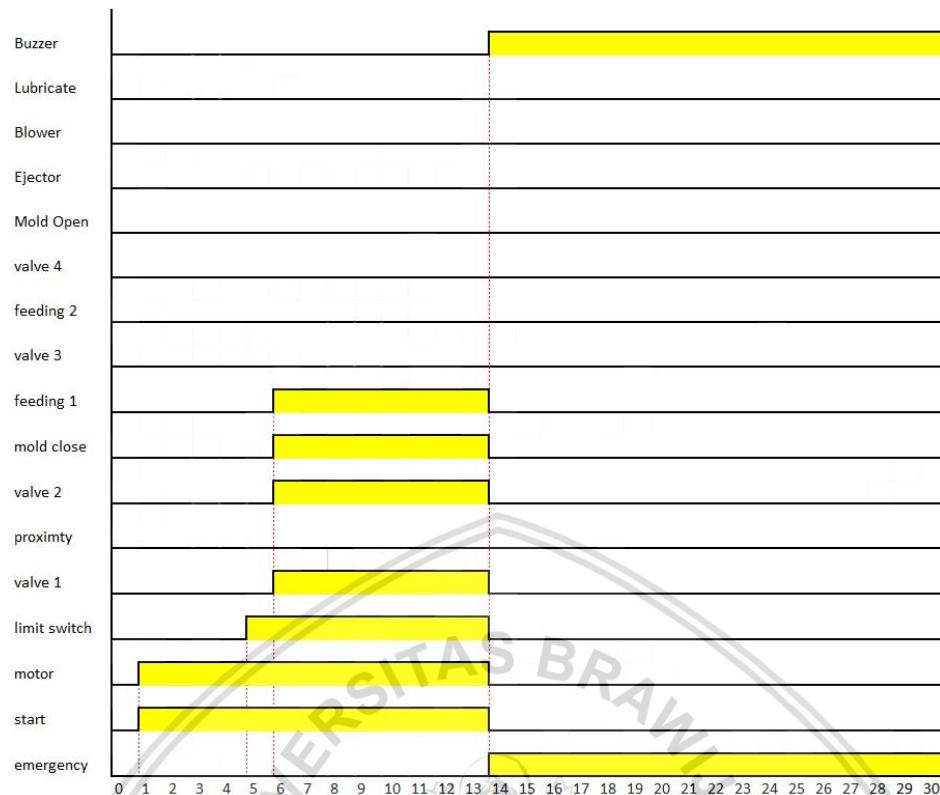
Program di berikan berupa gangguan diawal proses sehingga jika tombol darurat (*emergency*) aktif, proses akan berhenti sampai tombol darurat (*emergency*) tidak aktif dan program dapat di jalankan seperti semula. Proses terjadi pada rentang detik 1 - 30

Dalam proses ini tombol darurat bersifat *LOAD-NOT* dimana pada kondisi tidak aktif berlogika 1 dan saat aktif akan berlogika 0, hal ini bertujuan agar semua proses berhenti dan akan kembali lagi aktif saat tombol darurat di non aktifkan.

- Kondisi darurat saat proses berjalan

Tabel 4. 6 kondisi darurat saat proses berlangsung

Waktu (detik)	Buzzer	Lubricate	Blower	Ejector	Mold open	Valve 4	Timer 2	Feeding 2	Valve 3	Timer 1	Feeding 1	Mold close	Valve 2	Proximity	Valve 1	Limit switch	Motor	Start	Emergency
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
12	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



Gambar 4. 6 Kondisi darurat saat proses berjalan

Dalam proses ini akan dilakukan proses kondisi normal pada rentang waktu 0 – 13 detik, kemudian dalam selang beberapa detik proses diberikan gangguan berupa kondisi darurat dimana tombol darurat bersifat *LOAD-NOT*. Dimana pada kondisi tidak aktif berlogika 1 dan saat aktif akan berlogika 0 mulai waktu 14 – 30 detik, hal ini bertujuan agar semua proses berhenti dan akan kembali aktif saat tombol darurat di non aktifkan.

Keterangan:

- 1 = Aktif
- 0 = Tidak aktif

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6 didapatkan program berjalan dengan baik dan mampu memberikan respon saat terjadi gangguan pada proses berjalan, hanya saja program akan di set ulang ke proses *feeding 1* jika berhenti di tengah proses dan respon berhenti sebagai tindakan keselamatan juga aktif dimana *limit switch* aktif. Pada proses tersebut berjalan secara looping saat sensor *Proximity* tersentuh / terlewati oleh objek yang di indikasikan bahwa produk telah jadi.



BAB V

Kesimpulan Dan Saran

5.1 kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian simulasi pemodelan mesin *plastic molding injection* adalah sebagai berikut:

1. Dalam perancangannya melibatkan 4 proses inti dari mesin *inject moulding* yaitu; *Clamping, Injection, Cooling* dan *Ejection*. Dimana masing – masing proses di berikan fungsi sesuai dengan kriteria sehingga saat proses simulasi, program mampu berjalan sesuai dengan alur proses kerja mesin.
2. Saat proses kondisi normal program mampu berjalan sesuai dengan alur proses kerja, dan saat dalam kondisi gangguan dan darurat, proses berhenti yang di berikan oleh program sebagai tindakan keselamatan berjalan dengan baik. Saat terjadi proses gangguan saat kondisi berjalan, program akan kembali ke proses *feeding*. Dikarenakan proses injeksi berjalan secara terus menerus agar material dalam barrel tidak menjadi gosong dan menjadi kerak yang akan mengikis *screw* dan *barrel*.

5.2 saran

Saran untuk penelitian kali ini untuk jangkauan ke depannya adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan dan diaplikasikan ke dalam sistem yang sebenarnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *PLC* yang terbaru / lebih sesuai dengan tipe dan kegunaannya agar semua input dan output pada komponen sistem dapat ditampilkan ke dalam *PLC*.



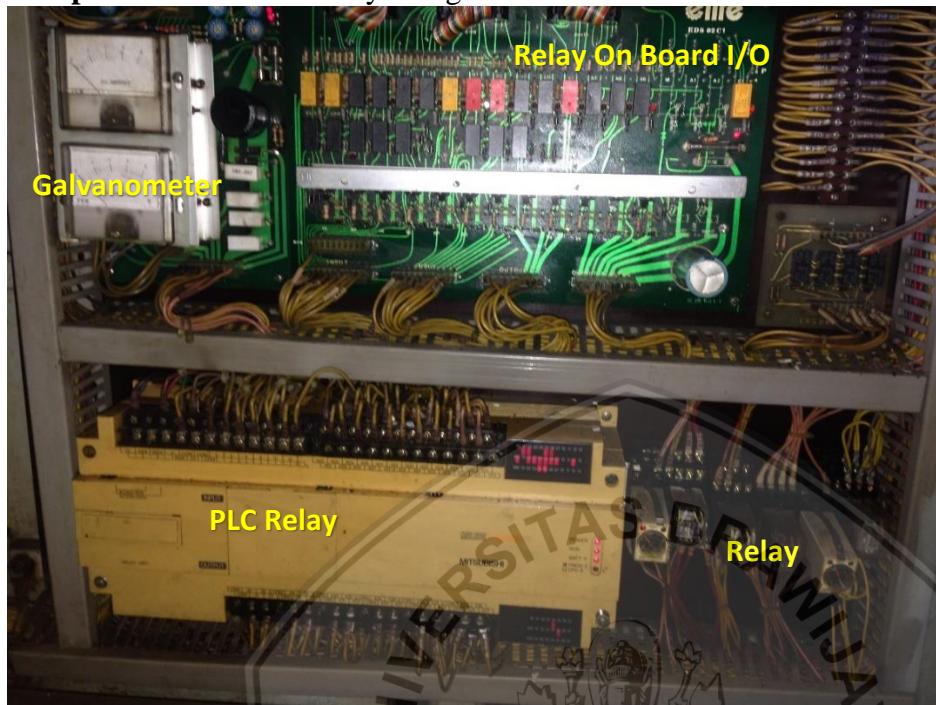
Daftar pustaka

- Bryan, l. A. And bryan, e. A. 1997. Programmable controller: theory and implementation, 2nd ed. Industrial text co., atlanta, ga.
- Haase, k. 1992. Programmable logic controls PLC iii. German : leybold didactic gmbh.
- Husna. Aminatul. 2015. Kontrol Sekuensial (Online).
(<http://dokumen.tips/documents/3kontrol-sekuensial-56264d7a1f3ed.html>), diakses pada tanggal 12 mei 2017.
- Johannaber , friedrich. 2008. Injection moulding machines : a user's guide . New york : hanser publishers
- Rosato, dominick v., donald v. Rosato dan marlene g. Rosato. 2000. Injection molding handbook . Norwell, usa : kluwer academic publishers
- Stephen J, Chapman. 2005. "Electric Machinery Fundamentals", 4th. Mc graw-hill. atlanta, ga.
- Tampubolon, F.H. 2010. *Perancangan Switching Power Supply Untuk Mencatu Sistem Pensaklaran IGBT Pada Inverter*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Wijatmiko, Ari, Kimia dasar. Jakarta: Gramedia, 1991
- Wijaya, Hadi. 2011. Teknik pengelolahan plastik injection moulding (online).
(<http://injeksiplastik.blogspot.co.id>), dikases mei 2017

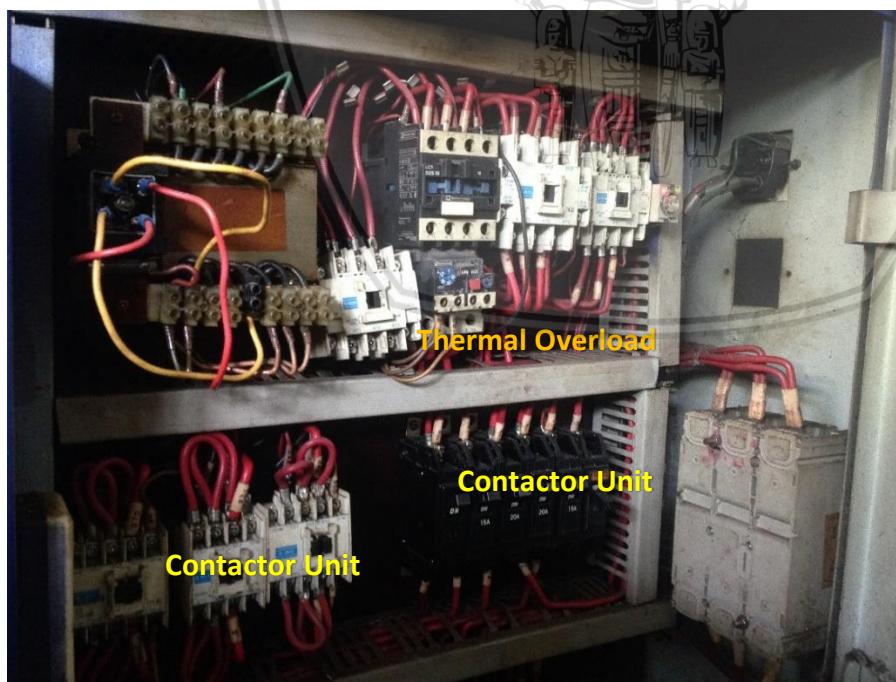


Lampiran

Lampiran 1: Berbasis Relay sebagai kontroller

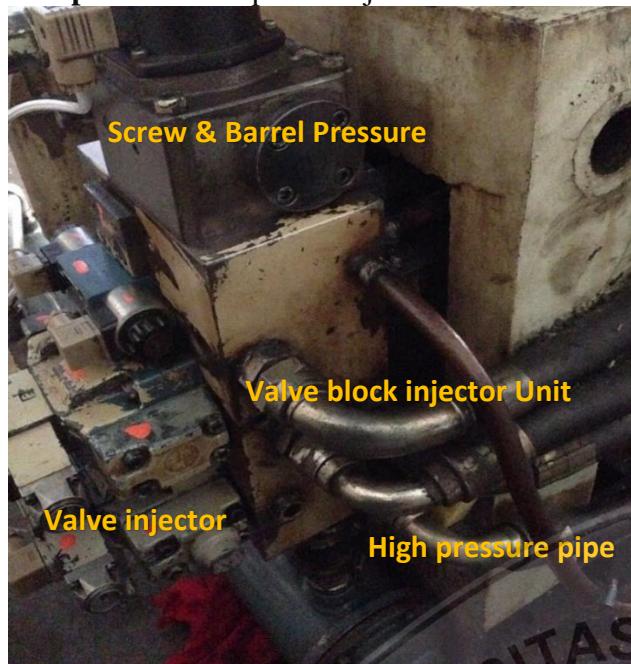


Gambar 1: Penampang komponen *relay*

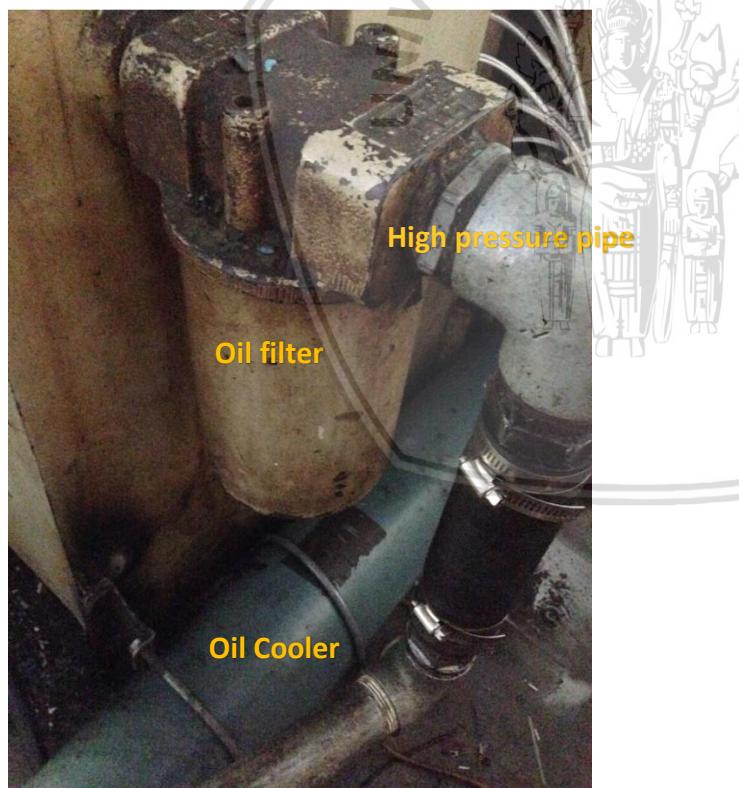


Gambar 2: Penampang sirkuit pengaman

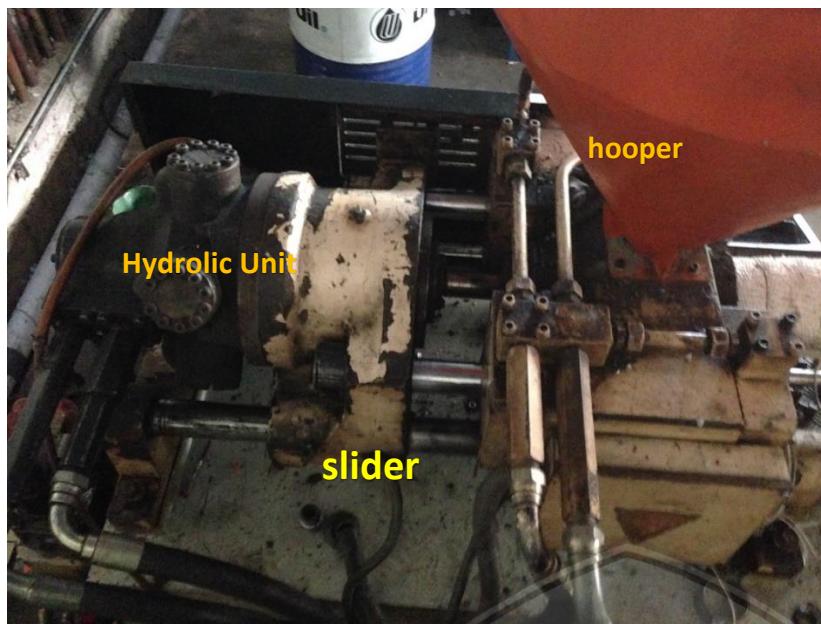
Lampiran 2: Komponen Injector



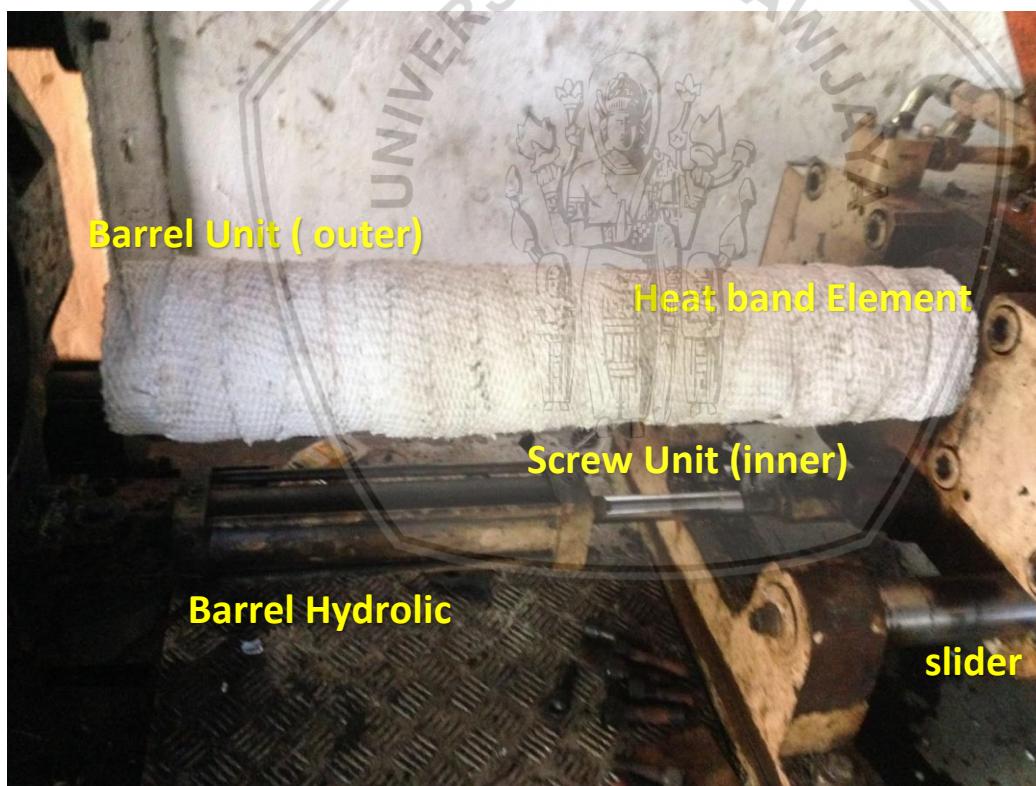
Gambar 3: Komponen valve & valve block injection



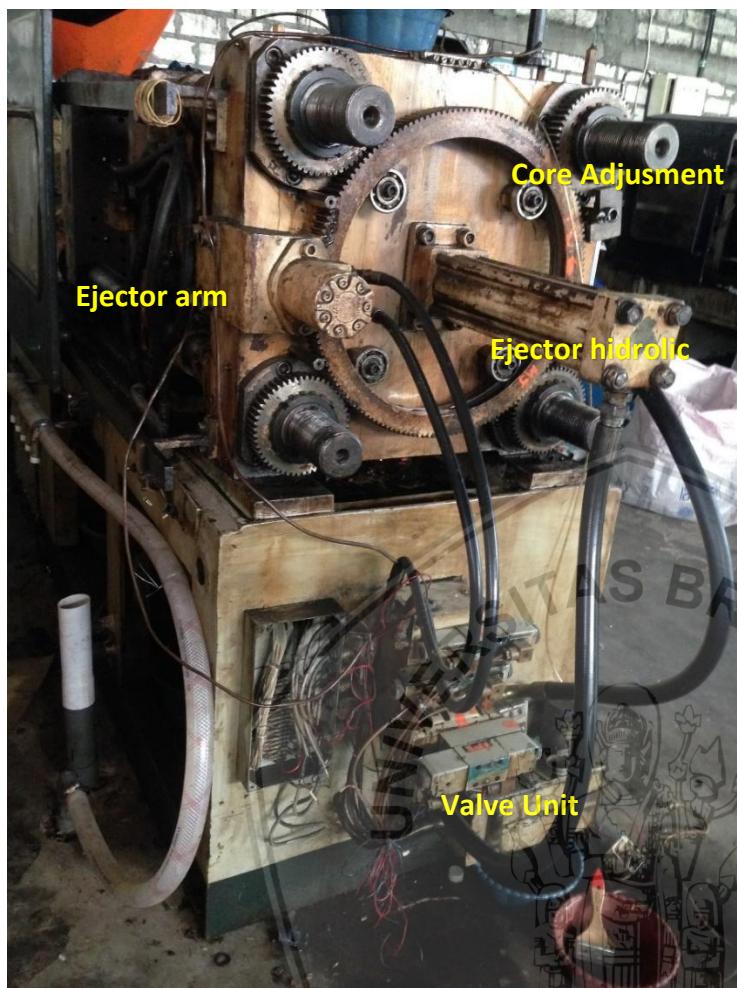
Gambar 4: Komponen filtrasi



Gambar 5: komponen unit *driver injection*



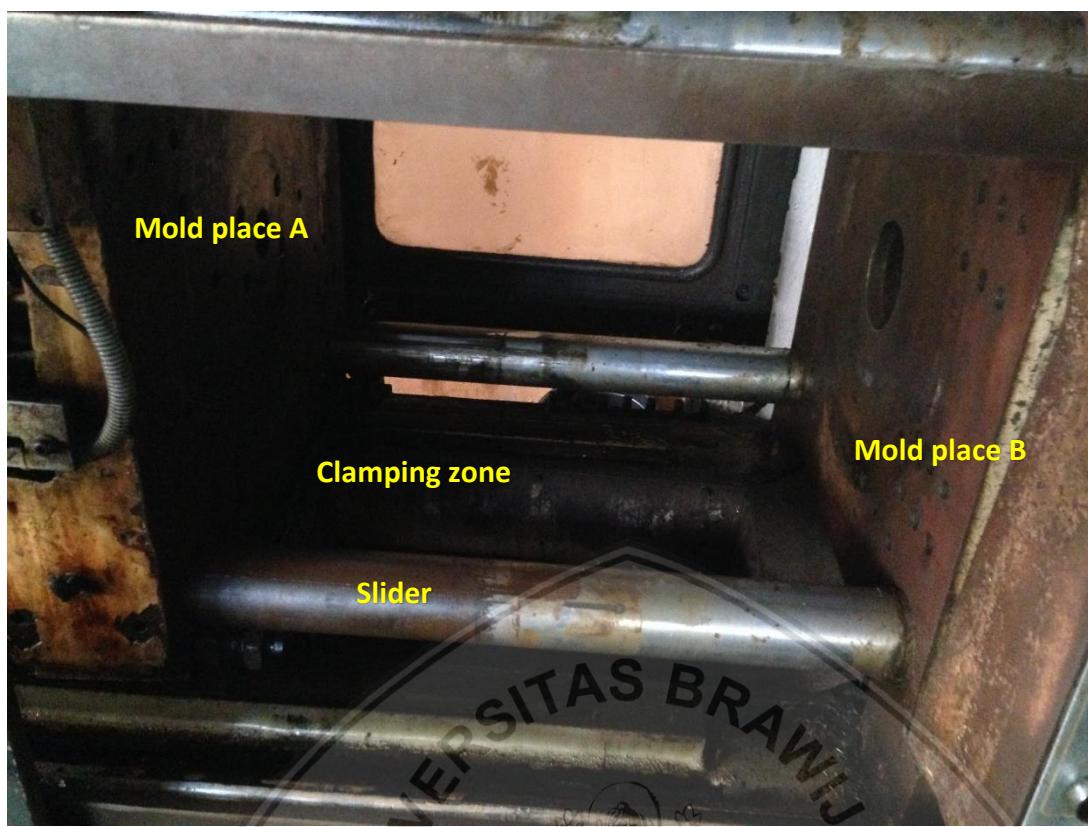
Gambar 6: Komponen unit *barrel*

Lampiran 3: Komponen Ejector

Gambar 6: komponen unit *ejection & clamping*

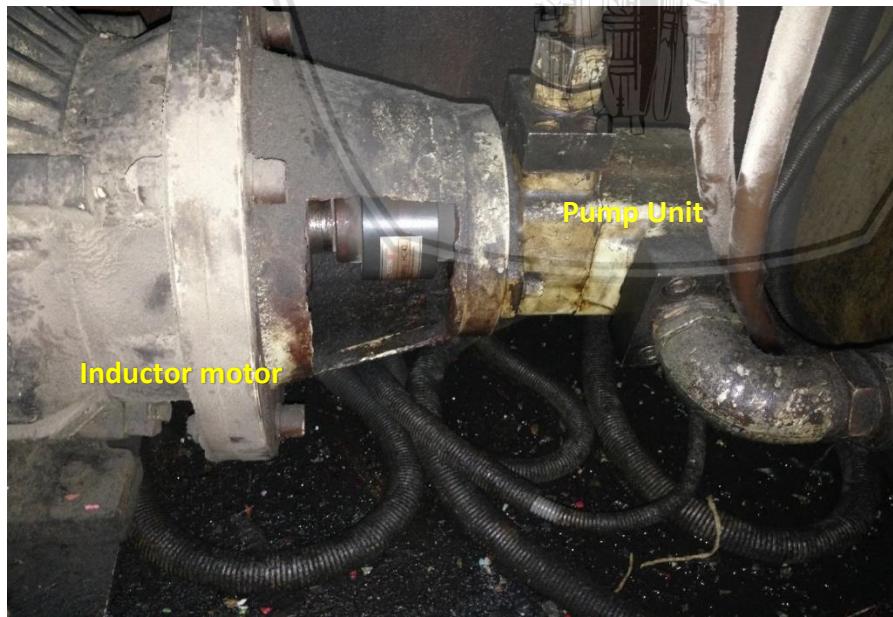


Gambar 7: penampang unit *driver ejection & clamping*



Gambar 8: Penampang *clamping zone*

Lampiran 4: Komponen penggerak



Gambar 9: Penampang unit penggerak