



PROYEK AKHIR - VE 180626

**PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK
MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA
MESIN *PRESS* 30 TON**

Winni Djohar Pinasti
NRP 10311600000036

Pembimbing
Imam Arifin, S.T., M.T.
Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, S.T., M.T.
Abu Hanifah, S.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



PROYEK AKHIR - VE 180626

**PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK
MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU 12 PADA
MESIN *PRESS* 30 TON**

Winni Djohar Pinasti
NRP 10311600000021

Pembimbing
Imam Arifin, S.T., M.T.
Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, S.T., M.T.
Abu Hanifah, S.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - VE 180626

***HYDRAULIC PISTON CONTROL SYSTEM ASSEMBLY
USING CJ2M-CPU12 ANALOG PLC IN 30 TON PRESS
MACHINE***

Winni Djohar Pinasti
NRP 10311600000021

Supervisor
Imam Arifin, S.T., M.T.
Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, S.T., M.T.
Abu Hanifah, S.T.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AUTOMATION ENGINEERING
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN PROYEK AKHIR

Dengan ini penulis menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir dengan judul :

“PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA MESIN *PRESS 30 TON*”

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain.

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

Surabaya, 24 Juni 2019

Winni Djohar Pinasti
NRP. 10311600000021

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA MESIN PRESS 30 TON

PROYEK AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Pembimbing 1

Imam Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19730222 2002121 001

Pembimbing 2

Dr. Eng. Imam Mahyudi Faid, S.T., M.T.
NPP. 1990201911086



**SURABAYA
AGUSTUS, 2019**

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

**PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK
MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA MESIN
PRESS 30 TON
DI
PT. ASTRA OTOPARTS, TBK. DIVISI WINTEQ**

PROYEK AKHIR

Disusun oleh:

Winni Djohar Pinasti

NRP. 10311600000021

Menyetujui,

Koordinator *Electrical Assembly*



Helmi Wibowo

NRP. 056

Pe=bimbing Perusahaan



Abu Hanifah, ST.

NRP. 081

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK BERBASIS ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA MESIN PRESS 30 TON

Winni Djohar Pinasti
10311600000021

Pembimbing I	: Imam Arifin, ST, MT
Pembimbing II	: Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, S.T, M.T
Pembimbing III	: Abu Hanifah, ST

ABSTRAK

Mesin *press* digunakan untuk melakukan proses *pressing* pada sebuah benda kerja. Mesin *press* pada pengoperasiannya masih dilakukan secara manual menggunakan fungsi *pushbutton*, hal tersebut menyebabkan proses produksi pada satu benda kerja membutuhkan waktu yang lama. Mesin *Press 30 Ton* dibuat untuk merubah sistem operasional mesin *press* yang lama menjadi otomatis untuk memangkas waktu produksi. Penambahan sensor *load cell* pada Mesin *Press 30 Ton* digunakan untuk dapat mendeteksi nilai tekanan *press* aktual yang telah dicapai, serta penambahan perangkat *touchscreen* pada panel antarmuka juga diberikan untuk memonitor nilai tekanan *press* aktual dan media bagi operator menentukan besar nilai batas tekanan *press*. Mesin *Press 30 Ton* menggunakan kontroler *PLC CJ2M-CPU12* untuk mengontrol semua perangkat *input* dan perangkat *output* pada mesin, serta melakukan proses pergerakan mesin secara berurutan (sekuensial). Analog *PLC AD041-V1* pada kontroler *PLC CJ2M-CPU12* digunakan untuk mengolah data tekanan yang dideteksi oleh sensor *load cell*. Hasil perubahan sistem kontrol operasional secara otomatis adalah terotomatisasinya proses *pressing* yang sebelumnya masih dilakukan secara manual, hal ini dapat memangkas waktu produksi dan tenaga operator, dengan tetap menjaga kualitas hasil *pressing* yang baik. Adanya penambahan perangkat *touchscreen* memudahkan operator dalam memonitor nilai tekanan *pressing*, dan operator dapat memasukkan batas tekanan *press* sebagai syarat untuk nilai tekanan *press* yang harus dicapai.

Kata Kunci : *HMI, PLC CJ2M-CPU12, Sistem Kontrol*

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

HYDRAULIC PISTON CONTROL SYSTEM ASSEMBLY USING CJ2M-CPU12 ANALOG PLC IN 30 TON PRESS MACHINE

Winni Djohar Pinasti
10311600000021

Advisor I	: Imam Arifin, ST, MT
Advisor II	: Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, S.T, M.T
Advisor III	: Abu Hanifah, ST

ABSTRACT

Press machine is a machine used to carry out the pressing process on a workpiece. Press machines in operation are still done manually using the pushbutton function, this causes the production process to take a long time. 30 Ton Press Machine is made to change the old press machine operational system to be automatic to cut production time. The addition of a load cell sensor on a 30 Ton Press Machine is used to be able to detect the actual press pressure value that has been achieved. The addition of a touchscreen device to the interface panel is also provided to monitor the value of the actual press pressure and the media for the operator to determine the value of the press pressure limit. The 30 Ton Press machine uses a CJ2M-CPU12 PLC controller to control all input and output devices on the machine, as well as carry out the sequential movement of machines. Analog PLC AD041-V1 on the PLC controller CJ2M-CPU12 is used to process pressure data detected by load cell sensors. The result of changes in the operational control system automatically is automation of the pressing process that was previously still done manually, this can cut production time and operator power, while maintaining good quality pressing results. The addition of a touchscreen device makes it easy for the operator to monitor pressing pressure values, and the operator can enter a press pressure limit as a condition for the value of press pressure to be achieved.

Keywords: HMI, PLC CJ2M-CPU12, Control System

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dimudahkan dalam pengerjaan Proyek Akhir ini dan dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul :

PERAKITAN SISTEM KONTROL PISTON HIDROLIK MENGUNAKAN ANALOG PLC CJ2M-CPU12 PADA MESIN PRESS 30 TON

Dalam Proyek Akhir ini dirancang mesin untuk melakukan proses *pressing* pada magnet yang terdapat di *rotor assy* dengan sistem operasionalnya dilakukan secara otomatis yaitu Mesin Press 30 Ton.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Imam Arifin, ST, MT, Bapak Dr. Eng. Imam Wahyudi Farid, ST, MT, dan Bapak Abu Hanifah, ST atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proyek Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Karenanya kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan pada Proyek Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat khususnya untuk penulis dalam penguasaan dan pemahaman penelitian, untuk para pembaca, serta dapat berguna untuk perkembangan ilmu di bidang elektronika dan manufaktur.

Surabaya, 24 Juni 2019

Penulis

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN	i
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.5.1 Tahap Persiapan.....	4
1.5.2 Tahap Perakitan Sistem.....	4
1.5.3 Tahap Pembuatan Alat.....	5
1.5.4 Tahap Pengujian dan Analisa.....	5
1.5.5 Tahap penyusunan laporan	5
1.5.6 Sistematika Laporan.....	6
BAB II TEORI DASAR	9
2.1 Sistem Kontrol.....	9
2.1.1 Sistem Kontrol Lingkaran Terbuka (<i>Open Loop Control System</i>).....	9
2.1.2 Sistem Kontrol Lingkaran Tertutup (<i>Close Loop Control System</i>).....	10
2.2 PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>)	11
2.2.1 Arsitektur PLC CJ2M-CPU12 pada Mesin Press 30 Ton.....	13
2.2.2 CPU (<i>Central Processing Unit</i>) SYSMAC CJ2M-CPU12	15
2.2.3 Power Supply Unit PA202 Omron	18
2.2.4 Digital Input Card ID211 – ID261 Omron	19
2.2.5 Analog Input Card AD041-V1 Omron	21
2.2.6 Digital Output Card OD211-OD261 Omron.....	22
2.3 Piranti Masukan (<i>Input</i>).....	25
2.3.1 Light Curtain Sensor.....	25
2.3.2 Proximity Sensor	27

2.3.3 <i>Reed Switch Sensor</i>	29
2.3.4 <i>Limit Switch</i>	30
2.3.5 <i>Load Cell Sensor</i>	31
2.3.6 <i>Pushbutton</i>	33
2.3.7 <i>Selector Switch</i>	35
2.3.8 <i>Emergency Stop Button</i>	36
2.4 <i>Piranti Keluaran (Output)</i>	37
2.4.1 <i>Buzzer</i>	37
2.4.2 <i>Pilot Lamp</i>	37
2.4.3 <i>Tower Light</i>	38
2.4.4 <i>Pneumatik</i>	39
2.4.5 <i>Hidrolik</i>	42
2.4.6 <i>Relay</i>	48
2.5 <i>Power Circuit</i>	49
2.5.1 <i>Transformator</i>	49
2.5.2 <i>Electromagnetic Compatibility</i>	50
2.5.3 <i>Magnetic Contactor</i>	51
2.5.4 <i>Circuit Protector</i>	51
2.5.5 <i>AC to DC Power Supply</i>	52
2.5 <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	52
2.6 <i>CX-Programmer OMRON ver 9.3</i>	54
2.7 <i>CX-Designer OMRON</i>	54
2.8 <i>Analog to Digital Converter (ADC)</i>	55
BAB III <i>PERANCANGAN SISTEM</i>	58
3.1 <i>Departement Machinery Assembly</i>	59
3.1.1 <i>Data Requirment</i>	60
3.1.2 <i>Perancangan Mesin</i>	63
3.1.3 <i>Perancangan Sistem Kontrol</i>	64
3.2 <i>Rancang Bangun Komponen Sistem Kontrol Elektrik</i>	67
3.3 <i>Pengkabelan Komponen Elektrik dan Daya Mesin</i>	67
3.3.1 <i>Pengkabelan Catu Daya AC</i>	67
3.3.2 <i>Pengkabelan Input dan Output</i>	69
3.4 <i>Pembuatan Sistem Pneumatik</i>	80
3.5 <i>Perakitan Sistem Hidrolik</i>	81
3.6 <i>Pembuatan Program PLC</i>	82
3.6.1 <i>Pergerakan Manual</i>	82
3.6.2 <i>Program Durasi Proses</i>	83
3.6.3 <i>Pergerakan Auto</i>	84
3.6.4 <i>Program Perhitungan Tekanan Press</i>	85
3.6.5 <i>Program Alarm</i>	91

3.7 Pembuatan Desain <i>Touchscreen</i>	93
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	102
4.1 Pengujian	103
4.1.1 Pengujian Perangkat Masukan dan Perangkat Keluaran	103
4.1.2 Pengujian Proses Kerja Mesin	103
4.1.3 Pengujian Durasi Proses Mesin.....	106
4.1.4 Pengujian Akurasi Nilai Tekanan <i>Pressing</i>	109
4.1.5 Pengujian Kulaitas Hasil <i>Pressing</i> pada Benda Kerja...	110
4.2 Evaluasi Hasil	111
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
5.1 Kesimpulan.....	117
5.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN	121
RIWAYAT HIDUP	129

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Blok Kontrol Lingkar Terbuka.....	9
Gambar 2. 2 Diagram Blok Kontrol Lingkar Tertutup	10
Gambar 2. 3 Diagram Blok Kontrol Mesin Press 30 Ton	10
Gambar 2. 4 Contoh <i>PLC Compact Omron CP1L</i>	12
Gambar 2. 5 Contoh <i>PLC Modular Omron CJ2M-CPU12</i>	12
Gambar 2. 6 Blok Diagram Prinsip Kerja <i>PLC</i>	13
Gambar 2. 7 <i>PLC Modular Omron CJ2M-CPU12</i> pada Mesin Press 30 Ton.....	14
Gambar 2. 8 Hubungan <i>PLC</i> dengan Perangkat Pendukungnya.....	14
Gambar 2. 9 Blok Diagram <i>CPU PLC</i>	16
Gambar 2. 10 Komponen pada <i>Omron CPU PLC CJ2M-CPU12</i>	16
Gambar 2. 11 <i>Dimensional Drawing Omron CPU PLC CJ2M-CPU12</i>	16
Gambar 2. 12 <i>Power Supply PA202 Omron</i>	18
Gambar 2. 13 <i>Dimensional Drawing Power Supply PA202 Omron</i>	19
Gambar 2. 14 <i>Digital Input Card ID211 dan ID261</i>	20
Gambar 2. 15 Grafik Nilai Sinyal Diskrit	20
Gambar 2. 16 Logika Masukan Positif	20
Gambar 2. 17 Logika Masukan Negatif	21
Gambar 2. 18 <i>Analog Input Card AD041-V1</i>	22
Gambar 2. 19 Grafik Nilai Sinyal Analog	22
Gambar 2. 20 <i>Digital Output Card OD211 dan OD261</i>	23
Gambar 2. 21 Logika Keluaran Positif	24
Gambar 2. 22 Logika Keluaran Negatif	24
Gambar 2. 23 Ilustrasi Sinar <i>Infrared</i> pada <i>Light Curtain</i> (Sensor Area)	25
Gambar 2. 24 Gambar <i>Safety Light Curtain</i>	26
Gambar 2. 25 <i>Proximity Sensor Symbol (a)optic sensor, (b)inductive, (c)capacitive</i>	27
Gambar 2. 26 Simbol Kontak <i>Sensor Proximity</i>	28
Gambar 2. 27 Gambar <i>Proximity Sensor</i>	28
Gambar 2. 28 Prinsip Kerja <i>Reed Switch</i>	29
Gambar 2. 29 Simbol Kontak <i>Reed Switch</i>	29
Gambar 2. 30 Gambar <i>Reed switch</i>	30
Gambar 2. 31 Simbol kontak <i>Limit Switch</i>	30
Gambar 2. 32 Gambar <i>Limit Switch Sensor</i>	31
Gambar 2. 33 <i>Load Cell</i>	31
Gambar 2. 34 Rangkaian <i>Strain Gauge</i>	32

Gambar 2. 35 Gambar <i>Digital Display Pressure</i>	33
Gambar 2. 36 Simbol <i>Push Button NO</i>	34
Gambar 2. 37 Simbol <i>Push Button</i>	34
Gambar 2. 38 Gambar <i>Pushbutton</i>	34
Gambar 2. 39 Gambar <i>Selector Switch</i>	35
Gambar 2. 40 Simbol kontak <i>Selector Switch</i>	35
Gambar 2. 41 Gambar <i>Emergency Stop Button</i>	36
Gambar 2. 42 Simbol kontak <i>Emergency Stop Button</i>	36
Gambar 2. 43 Simbol <i>Buzzer</i>	37
Gambar 2. 44 Simbol <i>Pilot Lamp</i>	37
Gambar 2. 45 Gambar <i>Pilot Lamp</i>	38
Gambar 2. 46 Simbol <i>Tower Lamp</i>	38
Gambar 2. 47 Simbol Elemen Pneumatik.....	39
Gambar 2. 48 (a) Simbol <i>Air Service Unit</i> Tanpa Pelumas dan (b) Simbol <i>Air Service Unit</i> disederhanakan.....	40
Gambar 2. 49 Detail Pembacaan Katup.....	40
Gambar 2. 50 Sistem Hidrolik	43
Gambar 2. 51 Simbol Pompa Hidrolik	45
Gambar 2. 52 Simbol <i>Pressure Relief Valves</i>	46
Gambar 2. 53 Simbol <i>Pressure Regulating Valves</i>	46
Gambar 2. 54 Simbol <i>Sequence Valve</i>	47
Gambar 2. 55 Simbol <i>Check Valve</i>	47
Gambar 2. 56 Simbol <i>Pilot Valve</i>	47
Gambar 2. 57 Gambar <i>Relay</i>	48
Gambar 2. 58 Simbol Kontak <i>Relay</i>	49
Gambar 2. 59 Rangkaian Trafo <i>Step-Down</i>	50
Gambar 2. 60 Simbol <i>Magnetic Contactor</i>	51
Gambar 2. 61 Gambar <i>Touchscreen</i>	53
Gambar 2. 62 Grafik <i>Sampling</i> Sinyal Analog	55
Gambar 2. 63 Kurva Kecepatan <i>Sampling</i> Sinyal Analog.....	56
Gambar 2. 64 Diagram Alir Pembacaan Sensor Anaalog.....	57
Gambar 3. 1 Stuktur organisasi <i>Departement Machinery Assembly</i>	59
Gambar 3. 2 Desain Konsep Kerja Mesin	60
Gambar 3. 3 Benda Kerja <i>Rotor Assy</i>	61
Gambar 3. 4 <i>Gambar Flow</i> Proses <i>Mesin Press 30 Ton</i>	62
Gambar 3. 5 Desain Mesin <i>Press 30 Ton</i>	63
Gambar 3. 6 Desain <i>HMI</i> pada <i>Mesin Press 30 Ton</i>	64
Gambar 3. 7 Diagram Sistem Pengendali Mesin <i>Press 30 Ton</i>	64
Gambar 3. 8 Diagram Pengkabelan Catu Daya 220 VAC	67
Gambar 3. 9 Pengkabelan Catu Daya 110 VAC	68

Gambar 3. 10 Pengkabelan Perangkat Masukan <i>PLC ID211</i> (1).....	70
Gambar 3. 11 Pengkabelan Perangkat Masukan <i>PLC ID211</i> (2).....	71
Gambar 3. 12 Pengkabelan Perangkat Masukan <i>PLC ID261</i> (1).....	72
Gambar 3. 13 Pengkabelan Perangkat Masukan <i>PLC ID211</i> (3).....	73
Gambar 3. 14 Pengkabelan Perangkat Masukan <i>PLC AD041-V1</i>	74
Gambar 3. 15 Pengkabelan Perangkat Keluaran <i>PLC OD211</i> (1).....	75
Gambar 3. 16 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran <i>PLC OD211</i> (2).....	76
Gambar 3. 17 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran <i>PLC OD261</i> (1).....	77
Gambar 3. 18 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran <i>PLC OD261</i> (2).....	78
Gambar 3. 19 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran <i>PLC OD261</i> (3).....	79
Gambar 3. 20 Diagram Pneumatik Silinder <i>Slide</i>	80
Gambar 3. 21 Diagram Hidrolik Silinder <i>Press</i>	81
Gambar 3. 22 <i>Flowchart</i> Pergerakan <i>Manual</i>	82
Gambar 3. 23 <i>Flowchart</i> Program Perhitungan Durasi Proses	83
Gambar 3. 24 <i>Flowchart</i> Pergerakan <i>Auto</i>	85
Gambar 3. 25 <i>Flowchart</i> Program Perhitungan Tekanan <i>Press</i>	86
Gambar 3. 26 <i>Datasheet</i> Spesifikasi Sensor <i>Load Cell VPRT</i>	87
Gambar 3. 27 Spesifikasi Modul Analog <i>PLC AD04-V1</i>	88
Gambar 3. 28 Grafik <i>Scalling</i> Modul Analog <i>AD041-V1</i>	89
Gambar 3. 29 <i>Flowchart</i> Program <i>Alarm</i>	92
Gambar 3. 30 Tampilan <i>Home Screen</i>	94
Gambar 3. 31 Tampilan <i>Preparation</i>	95
Gambar 3. 32 Tampilan <i>Auto Mode</i>	96
Gambar 3. 33 Tampilan <i>Manual Mode</i>	98
Gambar 3. 34 Tampilan <i>Alarm History</i>	99
Gambar 3. 35 Tampilan <i>Fault History</i>	100
Gambar 3. 36 Tampilan <i>Cycle Time</i>	101
Gambar 4. 1 Benda Kerja yang sudah di <i>Press</i>	111
Gambar 4. 2 Gambar Mesin <i>Press</i> 30 Ton Tampak Depan	112
Gambar 4. 3 <i>Main Panel</i> Mesin <i>Press</i> 30 Ton.....	112
Gambar 4. 4 <i>Operation Panel</i> Mesin <i>Press</i> 30 Ton.....	113
Gambar 4. 5 Pengujian Tampilan <i>Cycle Time</i>	113
Gambar 4. 6 Pengujian Tampilan <i>Auto Mode</i>	114
Gambar 4. 7 Pengujian Tampilan <i>Manual Mode</i>	114
Gambar 4. 8 Pengujian Tampilan <i>Alarm Mode</i>	115

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Modul pada <i>PLC CJ2M</i>	15
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>CPU PLC</i>	18
Tabel 2. 3 Spesifikasi <i>Power Supply PLC</i>	19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul <i>Input ID211</i>	21
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul <i>Input ID261</i>	21
Tabel 2. 6 Spesifikasi Modul <i>Input AD041-V1</i>	22
Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul <i>Output ID261</i>	24
Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul <i>Output OD211</i>	24
Tabel 2. 9 Spesifikasi <i>Safety Light Curtain</i>	27
Tabel 2. 10 Spesifikasi <i>Proximity Sensor</i>	29
Tabel 2. 11 Spesifikasi <i>Reed switch</i>	30
Tabel 2. 12 Spesifikasi <i>Limit Switch Sensor</i>	31
Tabel 2. 13 Spesifikasi <i>Load Cell</i>	32
Tabel 2. 14 Spesifikasi <i>Digital Display Pressure</i>	33
Tabel 2. 15 Spesifikasi <i>Pushbutton</i>	34
Tabel 2. 16 Spesifikasi <i>Selector Switch</i>	35
Tabel 2. 17 Spesifikasi <i>Emergency Stop Button</i>	36
Tabel 2. 18 Spesifikasi <i>Pilot Lamp</i>	38
Tabel 2. 19 Spesifikasi <i>Tower Lamp</i>	39
Tabel 2. 20 Jenis - jenis Katup Pneumatik.....	41
Tabel 2. 21 Simbol Metode Aktuasi	41
Tabel 2. 22 Jenis-Jenis Silinder Pneumatik	42
Tabel 2. 23 Spesifikasi <i>Relay</i>	49
Tabel 2. 24 Spesifikasi <i>Touchscreen</i>	53
Tabel 2. 25 Instruksi Dasar Pemrograman dengan <i>Ladder Diagram</i> ...	54
Tabel 3. 1 Perangkat Elektrik Sistem Kontrol Mesin	65
Tabel 3. 2 Perangkat Elektrik Sistem Kontrol Mesin (Lanjutan 1)	66
Tabel 3. 3 Data Memori	89
Tabel 3. 4 Nilai Gaya Tekan Dalam Satuan kN	90
Tabel 3. 5 Tampilan Nilai Dalam Satuan kN	90
Tabel 3. 6 Tampilan Nilai Dalam Satuan Ton	91
Tabel 4. 1 Pengujian Proses Kerja Mesin	103
Tabel 4. 2 Pengujian Proses Kerja Mesin (Lanjutan 1).....	104
Tabel 4. 3 Pengujian Proses Kerja Mesin (Lanjutan 2).....	105
Tabel 4. 4 Pengujian Proses Kerja Mesin (Lanjutan 3).....	106
Tabel 4. 5 Pengujian Durasi Proses Mesin	107
Tabel 4. 6 Pengujian Durasi Proses Mesin (Lanjutan 1)	108
Tabel 4. 7 Pengujian Durasi Proses Mesin (Lanjutan 2)	109

Tabel 4. 8 Pengujian Akurasi Nilai Tekanan *Pressing*110

Tabel 4. 9 Nilai Diameter Paku Rivet pada BK yang telah di *Press*..111

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ (*Workshop for Industrial Equipment*) adalah anak perusahaan dari PT. Astra Otoparts Tbk. yang bergerak di bidang manufaktur khususnya pengadaan permesinan, sistem integrasi, dan penerapan sistem otomatisasi pada pabrik industri. Kegiatan produksi PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ adalah pengadaan peralatan industri seperti mesin-mesin, peralatan pendukung industri, otomatisasi, sistem robotika, dan *training* industri.

Sebagai perusahaan *job order*, PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ menerima berbagai permintaan dari pelanggan dalam pembuatan mesin dan peralatan pendukung industri lainnya. Salah satunya adalah permintaan dari salah satu pelanggan dari perusahaan PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ.

Pelanggan tersebut merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang menghasilkan produk berupa suku cadang kendaraan (*spare parts*). Salah satu produk yang dihasilkan adalah *rotor assy*. Mesin *Press* 30 Ton yang dibuat akan digunakan untuk melakukan proses *pressing* pada magnet yang terdapat pada *rotor assy* dengan menggunakan penggerak piston hidrolik.

Latar belakang dari pelanggan untuk membuat Mesin *Press* 30 Ton ini yaitu adanya kendala yang ditemukan pada mesin *press* yang lama, yaitu sistem operasional mesin *press* masih dilakukan secara manual dengan menggunakan fungsi *pushbutton* dalam mengatur pergerakan aktuator ketika proses *pressing*, hal ini menyebabkan durasi proses *pressing* membutuhkan waktu yang lama hingga 12 sekon untuk setiap proses *pressing* pada satu benda kerja.

Kendala selanjutnya yaitu mesin *press* yang lama tidak dapat memonitor besar nilai tekanan *press* yang telah dicapai ketika proses *pressing* sedang berlangsung karena tidak ada media pada HMI yang dapat digunakan oleh operator untuk memonitor besar tekanan *press* secara aktual. Hal ini dapat menimbulkan masalah pada hasil *press* benda kerja yang disebabkan oleh tekanan *press* yang terlalu besar maupun terlalu kecil, atau tidak sesuai dengan tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator. Oleh karena itu, pelanggan memesan mesin *press* buatan PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ yaitu Mesin *Press* 30 Ton dengan perubahan sistem operasionalnya menjadi otomatis untuk memangkas durasi proses *pressing* dan tenaga operator. Lalu

penambahan perangkat *touchscreen* pada panel antarmuka mesin yang digunakan untuk memonitor besar tekanan aktual *pressing* yang telah dicapai dan juga sebagai media bagi operator untuk memasukkan batas nilai tekanan *press* yang berfungsi sebagai syarat tercapainya tekanan *press* yang telah ditentukan.

Mesin *Press 30 Ton* yang akan dibuat oleh PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ merupakan mesin yang akan digunakan untuk melakukan proses *press* menggunakan piston hidrolik yang digerakkan oleh motor induksi 3 fasa, dengan sistem operasional secara otomatis yang dikontrol oleh *PLC OMRON CJ2M CPU12*. Besar tekanan *press* yang telah dicapai ketika proses produksi berlangsung dikontrol oleh modul analog dari *PLC OMRON CJ2M CPU12*, modul analog tersebut digunakan untuk memonitor besar tekanan *press* dalam bentuk data memori, yang selanjutnya nilai data memori tersebut akan di proses oleh *CPU PLC CJ2M CPU12*

Penambahan sensor *load cell VPRT-20MP* pada mesin digunakan untuk mendeteksi besar tekanan *press* secara aktual yang akan ditampilkan dalam bentuk angka digital pada perangkat *digital display pressure* dengan tipe *VALCOM VPMC-A4*. *Digital display pressure* ini membantu operator untuk mengetahui besar tekanan *press* yang telah tercapai secara aktual, akan tetapi data besar tekanan *press* tersebut hanya akan muncul ketika proses *pressing* dilakukan, serta perangkat *digital display pressure* ini tidak dapat menyimpan atau menahan data tekanan yang ditampilkan. Hal ini menyulitkan operator dalam memantau besar tekanan *press* dikarenakan nilai tekanan *press* yang berubah sangat cepat. Penempatan perangkat *digital display pressure* ini juga menyulitkan operator untuk memonitor besar tekanan *press* karena peletetakannya yang berada diatas mesin. Dikarenakan operator juga masih harus memonitor durasi proses dan *alarm history* pada *touchscreen*, sehingga penempatan dari *digital display pressure* menyulitkan sudut pandang operator dalam memonitor tekanan *press*, durasi proses, dan *alarm history* secara bersamaan. Maka nilai tekanan *press* juga perlu ditampilkan pada layar *touchscreen* untuk memudahkan operator dalam memonitor nilai tekanan *press*, dan dapat menyimpan data nilai tekanan *press* tersebut.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir perakitan sistem kontrol Mesin *Press 30 Ton* yaitu mengotomatisasi proses *pressing* pada magnet yang terdapat di *rotor assy* untuk memangkas waktu produksi dan tenaga operator

dengan tetap menjaga kualitas hasil *pressing* yang baik, serta penambahan perangkat *touchscreen* pada antarmuka operator yang digunakan untuk memonitor besar tekanan *pressing* yang telah dicapai serta operator dapat memberikan batas tekanan *press* yang harus dicapai.

Manfaat dari tugas akhir sistem kontrol Mesin Press 30 Ton adalah terotomatisasinya proses *pressing* yang sebelumnya masih dilakukan secara manual, sebagai media untuk operator memberi batas tekanan *press* yang harus dicapai, dan kemudahan bagi operator mesin dalam memonitor besar tekanan *pressing* melalui *touchscreen*.

1.3 Rumusan Masalah

Mesin Press 30 Ton perlu dibuat sistem kontrolnya secara otomatis untuk memangkas waktu produksi dengan tetap dapat menjaga kualitas hasil *pressing* yang baik. Syarat berhasilnya proses *pressing* untuk mendapatkan kualitas hasil *pressing* yang baik adalah tercapainya nilai tekanan *press* aktual sesuai dengan nilai tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator. Untuk mengetahui tercapainya nilai tekanan tersebut, maka operator harus dapat memasukkan batas nilai tekanan *press* pada sistem dan dapat memonitor nilai tekanan *press* tersebut secara aktual.

Modul analog dari PLC CJ2M-CPU12 menerima nilai tekanan dari sensor *load cell* yang dipasang pada *main pressure hydraulic* dalam bentuk nilai data memori. *Main pressure hydraulic* merupakan tekanan utama pada hidrolik yang digunakan untuk melakukan proses *pressing*. Sensor *load cell* tersebut menerima besaran tekanan dalam satuan megapascal (MPa), sensor *load cell* tersebut akan mengonversikan besaran tekanan tersebut menjadi besaran tegangan dalam satuan volt (V). Nilai tegangan tersebut akan diterima oleh modul analog PLC dan diproses dalam bentuk nilai data memori. Sehingga timbul permasalahan bagaimana operator dapat memasukkan batas nilai tekanan *press* dan menampilkan nilai tekanan *press* aktual dalam bentuk besaran berat ton (kilonewton), padahal modul analog PLC mengolah data nilai tekanan *press* aktual yang diterima oleh sensor *load cell* dalam bentuk memori data.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Membahas *wiring* Mesin Press 30 Ton tanpa perhitungan arus secara matematik.

- b. Membahas pergerakan piston *press* pada sistem hidrolik pada Mesin *Press* 30 Ton tanpa perhitungan tekanan secara matematik.
- c. Membahas urutan langkah kerja Mesin *Press* 30 Ton.
- d. Tidak membahas program *PLC CJ2M CPU12* Mesin *Press* 30 Ton secara detail.
- e. Tidak membahas rancangan mekanik pada Mesin *Press* 30 Ton secara detail.
- f. Tidak membahas mekanisme perbedaan mesin lama dan mesin baru.
- g. Tidak membahas estimasi biaya pembuatan mesin secara detail.

Adanya pembatasan masalah tersebut disebabkan oleh adanya keterbatasan penulis untuk membahas mesin secara detail untuk keamanan data oleh PT. Astra Otoparts Divisi WINTeq dan pelanggan.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini yang berupa Perakitan Sistem Kontrol Piston Hidrolik Berbasis Analog *PLC CJ2M-CPU12* pada Mesin *Press* 30 Ton di PT. Astra Otoparts Divisi Winteq, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1.5.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan untuk memahami konsep Mesin *Press* 30 Ton, dilakukan studi literatur mengenai:

- a. Mempelajari cara menggunakan *software CX Programmer* yang digunakan untuk membuat program *PLC OMRON CJ2M-CPU12*.
- b. Mempelajari cara menggunakan *software CX Designer* yang digunakan untuk membuat tampilan *HMI (Human Machine Interface)* pada *touchscreen*.
- c. Mempelajari dan memahami *manual book* untuk mempermudah proses *wiring* dan *troubleshooting*.
- d. Mempelajari karakteristik setiap *electrical parts* atau komponen-komponen elektrik yang digunakan pada Mesin *Press* 30 Ton.

1.5.2 Tahap Perakitan Sistem

Pada tahap kedua ini akan dilakukan perakitan pada komponen-komponen elektrik atau *electrical parts assembly* yang akan digunakan sebagai sistem kontrol dari Mesin *Press* 30 Ton. Pada tahap ini akan melakukan *wiring* pada *main panel* yang merupakan panel utama yang berisikan perangkat kontrol mesin dan sumber tegangan terpusat pada

mesin. Lalu *wiring* juga dilakukan pada *operation panel* yaitu panel antarmuka operator dengan mesin yang berisikan perangkat kontrol seperti *pushbutton*, *selector switch*, *buzzer*, *emergency button*, *pilot lamp*, dan *touchscreen*. Setelah *wiring* pada *main pain* dan *operation panel* selesai, selanjutnya akan dilakukan *troubleshooting* yang berfungsi untuk mengecek apakah terdapat jalur kabel yang salah maupun tersambung (*short*) untuk menghindari adanya konsleting dan ledakan, serta untuk menghindari kerusakan pada perangkat-perangkat kontrol.

1.5.3 Tahap Pembuatan Alat

Perancangan *software* yang dilakukan dengan merancang *flowchart* yang dibutuhkan terlebih dahulu, untuk mengetahui pergerakan (*sequence*) dari Mesin Press 30 Ton. Pembuatan program juga meliputi program *HMI* dan membuat tampilan *HMI* pada *touchscreen*. *Software* yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi meliputi:

- a. Pembuatan Program *PLC*
- b. Pembuatan Program *HMI*
- c. Pembuatan Tampilan *HMI*

1.5.4 Tahap Pengujian dan Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian mesin, menganalisa kesalahan atau kegagalan pada mesin dan mengatasi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan mesin tidak dapat bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi *error*. Tahapan ini dilakukan berdasarkan urutan di bawah ini:

- a. Pengujian program *PLC*.
- b. Pengujian program *HM.I*
- c. Pengujian tampilan *HMI*.
- d. Pengujian mesin secara keseluruhan (*durability*).

1.5.5 Tahap penyusunan laporan

Setelah mesin berhasil dibuat dan berkerja dengan baik tanpa adanya *error*, pengambilan data dan analisa data telah terpenuhi, maka tahap selanjutnya yaitu penyusunan laporan untuk buku Tugas Akhir. Diharapkan buku Proyek Akhir ini bermanfaat bagi semua orang, dan dapat dijadikan pedoman dalam melanjutkan dan mengembangkan ide Proyek Akhir ini. Metode Penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Observasi Lapangan yaitu proses pengambilan data dengan ikut langsung dalam proses perakitan elektrik, pemrograman mesin, serta pengujian mesin untuk mendapatkan kinerja mesin yang sesuai dengan tujuan.
- b. Studi Kepustakaan yaitu proses pengambilan data dari *website*, buku manual dan literatur lainnya yang berhubungan dengan *PLC*, perangkat masukan dan perangkat keluaran yang digunakan, terutama pada mesin Mesin Press 30 Ton.
- c. Wawancara yaitu pengambilan data dengan melakukan tanya jawab ataupun diskusi dengan pihak yang berkontribusi pada pembuatan Mesin Press 30 Ton.
- d. Pembuatan dan Pengujian yaitu melakukan perakitan *hardware* Mesin Press 30 Ton, pembuatan program dan pengujian kerja mesin.

1.5.6 Sistematika Laporan

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan proyek Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- | | |
|----------------|---|
| Bab I | PENDAHULUAN
Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi Tugas Akhir yang dibuat. |
| Bab II | TEORI DASAR
Menjelaskan teori yang berisi teori-teori dasar yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan mesin yang dibuat. |
| Bab III | PERANCANGAN MESIN
Membahas perakitan sistem kontrol pada mesin secara <i>hardware</i> dan <i>software</i> yang meliputi perangkat kontrol dan program yang akan digunakan untuk menjalankan mesin tersebut. |
| Bab IV | PENGUKURAN DAN ANALISA
Membahas pengujian alat dan menganalisa data yang didapat dari pengujian tersebut serta membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap mesin. |
| Bab V | PENUTUP |

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini dan saran-saran yang dapat digunakan untuk pengembangan Mesin *Press* 30 Ton lebih lanjut.

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

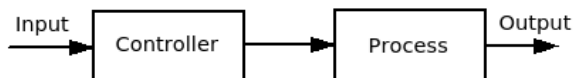
BAB II TEORI DASAR

2.1 Sistem Kontrol

Sistem kontrol atau sistem pengendalian atau sistem pengontrolan merupakan suatu sistem dengan komponen fisik yang terdiri atas sekumpulan perangkat-perangkat kontrol dan peralatan elektronik yang dirakit sedemikian rupa dan bekerja secara berkesinambungan sehingga mampu menangani kestabilan, akurasi dalam mengatur sistemnya sendiri ataupun sistem diluarnya untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Tujuan utama dari sistem kendali adalah untuk mendapatkan optimasi dimana dalam hal ini diperoleh berdasarkan fungsi sistem kendali itu sendiri, yaitu pengukuran (*measurement*), perbandingan (*comparison*), pencatatan (*recording*), perhitungan (*computation*) dan perbaikan (*correction*)[1].

Pada Mesin Press 30 Ton ini menggunakan kontroler PLC CJ2M-CPU12. Secara umum sistem kendali ini terdiri dari dua jenis yaitu sistem kontrol lingkaran terbuka (*Open Loop Control System*) dan sistem kontrol lingkaran tertutup (*Close Loop Control System*).

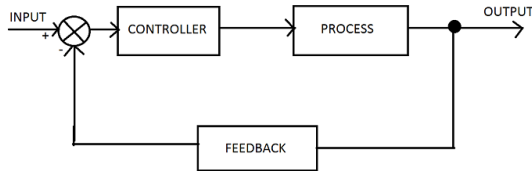
2.1.1 Sistem Kontrol Lingkaran Terbuka (*Open Loop Control System*)



Gambar 2. 1 Diagram Blok Kontrol Lingkaran Terbuka

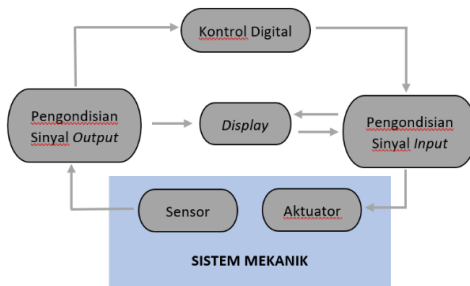
Gambar 2.1 merupakan diagram alir dari sistem kontrol lingkaran terbuka. Sistem kontrol lingkaran terbuka adalah sistem kontrol dimana keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga variabel yang dikontrol tidak dapat dibandingkan dengan harga yang diinginkan. Sistem kontrol lingkaran terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Jadi pada sistem kontrol lingkaran terbuka, keluaran tidak diukur atau diumpan balikan untuk dibandingkan dengan masukan[2].

2.1.2 Sistem Kontrol Lingkak Tertutup (*Close Loop Control System*)



Gambar 2. 2 Diagram Blok Kontrol Lingkak Tertutup

Gambar 2.2 merupakan diagram alir dari sistem kontrol lingkak tertutup. Sistem kontrol lingkak tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Sehingga sistem kontrol lingkak tertutup adalah sistem kontrol berumpan balik. Sistem kontrol lingkak tertutup adalah sistem pengontrolan dimana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan sehingga besaran yang di kontrol dapat dibandingkan terhadap besaran harga yang diinginkan melalui alat pencatat. Selanjutnya perbedaan harga yang terjadi antara besaran yang di kontrol dan penunjukan alat pencatatan digunakan sebagai koreksi terhadap sasaran pengontrolan[2].



Gambar 2. 3 Diagram Blok Kontrol Mesin Press 30 Ton

Blok kontrol atau *block diagram* adalah suatu pernyataan grafis yang ditujukan untuk menggambarkan sebuah sistem pengaturan. Salah satu komponen-komponen sistem kontrol pada Mesin Press 30 Ton

yang ditunjukkan dalam blok kontrol yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Gambar 2.3 merupakan blok kontrol dari sistem kontrol pada Mesin Press 30 Ton, fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

- a. Sensor digunakan untuk mendeteksi variabel pada suatu sistem. Contohnya (*load cell, limit switch, proximity sensor*, dan lain-lain). Juga disebut juga sebagai komponen *input* pada suatu sistem.
- b. Aktuator berfungsi untuk memberikan aksi pada sistem yang dikendalikan. Contohnya (*solenoid, motor*, pneumatik, hidrolis, dan lain-lain). Juga biasa disebut komponen *output* atau keluaran dalam suatu sistem karena aktuator merupakan realisasi perintah yang disalurkan oleh *input* dan diproses oleh suatu kontroler atau PLC sehingga menghasilkan variabel *on* pada *output* atau keluaran.
- c. Kontroler Digital diibaratkan otak pada manusia untuk memproses data dari sensor untuk kemudian memberi perintah pada aktuator. Contohnya (PLC, rangkaian *relay*, dan lain-lain).
- d. Pengkondisi sinyal digunakan untuk menghubungkan antara pengendali digital dengan sensor atau aktuator. Contohnya (pengkondisi sinyal *input: Op-Amp, Filter*, dan lain-lain).
- e. *Display* untuk memberi tampilan pada pengguna atau operator. Contohnya *LED, LCD, HMI* dan lain-lain.

2.2 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (*Programmable Logic Control*) memiliki definisi[3] sederhana sebagai berikut:

- a. *Programmable*, artinya dapat diprogram (*software based*).
- b. *Logic*, artinya dapat bekerja berdasarkan logika yang dibuat. Logika di sini biasanya menunjuk pada logika *boolean* yang hanya terdiri dari dua keadaan, *ON* dan *OFF*.
- c. *Controller*, artinya pengendali (otak) dari suatu sistem.

Atau dapat didefinisikan PLC (*Programmable Logic Control*) adalah salah satu komponen elektrik berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti fungsi logika, pengurutan (*sequencing*), pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika yang digunakan untuk mengontrol mesin-mesin atau proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman[4].

Terdapat 2 tipe *PLC* yang umum digunakan di industri saat ini, yaitu:

- a. Tipe *Compact*, *PLC compact* ini menggunakan sistem rak (*CPU* dan *I/O* jadi satu kesatuan), dengan kapasitas memori yang terbatas.



Gambar 2. 4 Contoh *PLC Compact Omron CP1L*

- b. Tipe *Modular*, bentuk *PLC modular* terdiri dari modul *CPU* dan modul *I/O* (merupakan bagian yang terpisah-pisah). Modul-modul pada *PLC* ini ditempatkan pada suatu perangkat mirip *board PC* yang dinamakan *backplane*. Contoh *PLC* tipe modular salah satunya yaitu *PLC Omron CJ2M-CPU12* yang digunakan pada Mesin Press 30 Ton.



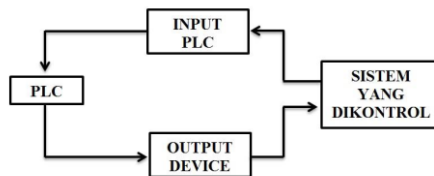
Gambar 2. 5 Contoh *PLC Modular Omron CJ2M-CPU12*

PLC menggunakan Bahasa *Ladder* yang cara kerjanya membaca *sequential programming* atau membaca sesuai dengan tahapan proses yang dibuat. Penggunaan *PLC* di industri dimaksudkan untuk menggantikan penggunaan rangkaian dasar *relay* dan *timer* dan tidak menutup kemungkinan untuk pengembangan sistem informasi dan pengolahan data[3]. Terdapat beberapa keuntungan pada penggunaan *PLC* antara lain:

- a. Pada *PLC compact* dimensinya relatif kecil dan fleksibel dan tidak memakan tempat.
- b. Daya yang digunakan *PLC* lebih kecil jika dibanding dengan *relay* yang membutuhkan daya tambahan untuk mengaktifkannya.

- c. Fleksibilitas yang sangat tinggi. *PLC* dapat digunakan untuk banyak penerapan dan perubahan urutan kerja/program dapat dilakukan dengan mudah tanpa perlu mengubah koneksi kabel.
- d. Pada *modular PLC*, modul *input/output* atau modul lain dapat diperbanyak sehingga dapat digunakan untuk aplikasi yang sangat kompleks.
- e. *PLC* dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan kebisingan sehingga sangat cocok digunakan pada mesin-mesin industri.
- f. Pemrograman *PLC* mudah dipahami oleh seseorang pemula, dan ketika terjadi problem pada sistem mesin, problem mudah di-*tracing* dengan melakukan *trouble shooting* pada program *PLC*.

Pada prinsipnya sebuah *PLC* bekerja dengan menerima sinyal dari peralatan perangkat masukan dari luar (*input device*) seperti yang ditunjukkan pada diagram alir kontrol *PLC* Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Blok Diagram Prinsip Kerja *PLC*

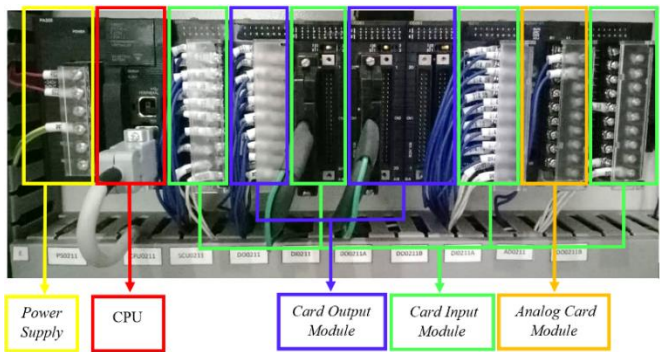
Peralatan *input* dapat berupa saklar, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk melalui peralatan *input* ini dapat berupa sinyal analog atau diskrit tergantung pada komponen *input* yang digunakan. Kemudian oleh unit proses pusat atau *CPU* yang ada di dalam *PLC* sinyal-sinyal tersebut akan diolah sesuai dengan program-program yang telah ditetapkan di dalam ingatan atau memori.

Selanjutnya, *CPU* akan mengambil keputusan yang akan dipindahkan ke modul *output*. Sinyal-sinyal inilah yang nantinya menggerakkan perangkat keluaran (*output device*) yang biasanya berupa kontaktor-kontaktur atau *relay-relay*. *Output device* inilah yang nantinya mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

2.2.1 Arsitektur *PLC CJ2M-CPU12* pada Mesin Press 30 Ton

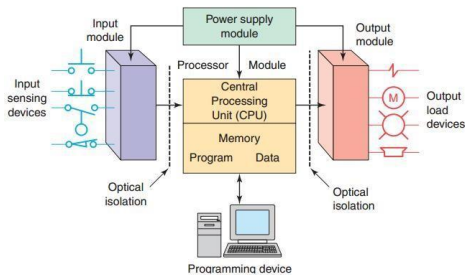
Setiap *PLC* memiliki komponen utama untuk mendukung cara kerja *PLC*. Termasuk *PLC Omron* dengan tipe *CJ2M CPU12* yang digunakan

pada Mesin *Press* 30 Ton juga memiliki komponen utama yang akan disebutkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 PLC Modular Omron CJ2M-CP12 pada Mesin Press 30 Ton

PLC memiliki komponen yang terhubung dengan perangkat masukan dan perangkat keluaran. PLC juga terhubung dengan komputer atau laptop untuk melakukan pemrograman dengan komunikasi umumnya menggunakan *Serial Port RS232* dan *USB*. seperti pada bagan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Hubungan PLC dengan Perangkat Pendukungnya

Pada Gambar 2.8 merupakan blok diagram hubungan antara PLC dan perangkat pendukungnya yang meliputi *power supply*, CPU, PC, dan I/O modul. Perangkat pendukung PLC ini harus terdapat pada PLC karena merupakan komponen penting pada PLC.

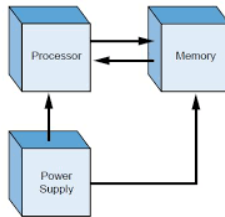
Pada Gambar 2.7 merupakan gambar *PLC CJ2M* yang sudah dirakit menjadi satu dengan komponen penting dari *PLC* yang meliputi *power supply*, *CPU*, dan *I/O module* ditunjukkan pada Tabel 2.1 Penggunaan komponen disesuaikan dengan kebutuhan perangkat masukan dan keluaran mesin.

Tabel 2. 1 Modul pada *PLC CJ2M*

No.	Nama Komponen	Type	Fungsi
1.	<i>Power Supply</i>	<i>PA202</i>	Distribusi tegangan DC ke rack <i>PLC</i>
2.	<i>CPU</i>	<i>CJ2M-CPU12</i>	Mengelola program sesuai dengan data yang ada di memori <i>PLC</i>
3.	<i>Discreate Input</i>	<i>ID211</i>	Mengeluarkan sinyal masukan digital yang dikirim oleh piranti masukan
		<i>ID261</i>	
		<i>OD261</i>	
4.	<i>Analog Input</i>	<i>AD041-V1</i>	Mengeluarkan sinyal masukan analog yang dikirim oleh piranti masukan
5.	<i>Discreate Output</i>	<i>OD211</i>	Menerima sinyal hasil olahan program dari <i>CPU</i> untuk memberikan tegangan pada piranti keluaran
		<i>OD261</i>	

2.2.2 CPU (Central Processing Unit) SYSMAC CJ2M-CPU12

Processor atau *Central Processing Unit (CPU)* adalah otak atau bagian utama dari *PLC* yang berisi mikroprosesor yang berfungsi untuk menginterpretasikan sinyal-sinyal *input* dan melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan, sesuai dengan program yang tersimpan di dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan – keputusan yang diambilnya sebagai sinyal – sinyal kontrol ke antarmuka *output*. Semua aktivitas atau proses data yang diambil dari sensor (data *Input*) terjadi pada *Central Processing Unit (CPU)*[3]. *CPU* ini memiliki tiga bagian utama, yaitu: *Processor*, *Memory System* dan *System Power Supply*. Diagram blok untuk *CPU PLC* ditunjukkan pada Gambar 2.9.

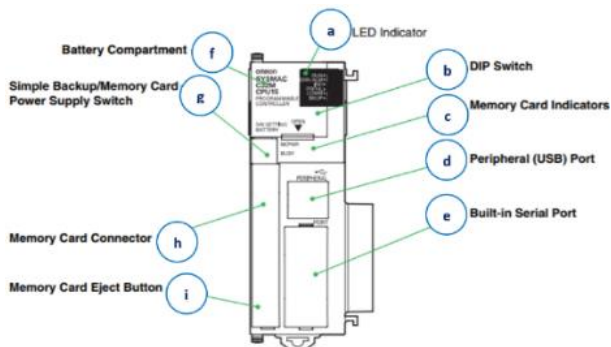


Gambar 2. 9 Blok Diagram *CPU PLC*

CPU berfungsi untuk melakukan komunikasi antara *PLC* dengan komputer atau laptop, interkoneksi pada setiap bagian *PLC*, mengeksekusi program-program, serta mengatur *Input* dan ouput sistem. Gambar 2.10 merupakan gambar bentuk dari *Omron CPU PLC CJ2M – CPU12*.



Gambar 2. 10 Komponen pada *Omron CPU PLC CJ2M-CPU12*



Gambar 2. 11 *Dimensional Drawing Omron CPU PLC CJ2M-CPU12*

Gambar 2.11 Merupakan gambar dari dimensi *Omron CPU PLC CJ2M – CPU12*[2]. *CPU* memiliki beberapa komponen yaitu:

- a. *LED indicator* yaitu *LED* sebagai indikator atau status dari setiap elemen *CPU*. Indikator ini menyala saat *CPU* sedang *run*, *error* atau terdapat *alarm*, saat menjalankan fungsi komunikasi dengan *peripheral port* atau *RS-232 port (serial port)*, dan saat *backup* memori pada *CPU*.
- b. *Dip switch* yaitu digunakan untuk mengatur elemen pada *CPU* seperti untuk mengatur memori program, penyimpanan program, *setting* komunikasi dengan *peripheral port* atau *RS-232 (serial port)* dan *setting* memori card.
- c. *Indicator memory card* yaitu indikator untuk keadaan pada memori card. *LED* hijau akan menyala ketika *power supply* aktif dan *power* tersambung ke memori card. *LED* kuning akan menyala ketika memori card sedang bekerja atau sedang di akses.
- d. *Port peripheral* yaitu *port* yang digunakan untuk koneksi komunikasi antara *PLC* dengan komputer atau laptop yang digunakan untuk menjalankan software atau pemrograman pada proses *upload* dan proses *download* program dari *PLC*.
- e. *Port RS-232* atau *built-in serial port* yang berbentuk *serial port* digunakan untuk komunikasi serial antara *PLC* dengan *HMI* atau *touchscreen*, dan juga *barcode*.
- f. *Battery Compartment* yaitu baterai cadangan yang berfungsi ketika terjadi *voltage=dropping* atau drop tegangan, data yang ada pada memori tidak hilang. Tujuan dari baterai cadangan *PLC* ini adalah untuk menyediakan daya yang diperlukan untuk mempertahankan isi memori pada *non- volatile memory* jika daya dikeluarkan dari *PLC*. Baterai *PLC* ini harus dirawat secara teratur untuk memastikan bahwa jika terjadi pemadaman listrik atau mesin dilepas dari sumber daya, untuk pemindahan atau pemeliharaan, agar logika perangkat lunak yang diprogram tidak hilang.
- g. *Power supply switch memory card* digunakan untuk mematikan *power supply* pada memori ketika memori akan dipindah atau dilepas.
- h. *Memory card connector* yaitu soket yang digunakan untuk koneksi antara memori card dengan *CPU* saat memori card hendak dimasukkan.
- i. *Memory card eject button* yaitu saat akan melepaskan memori card hendak menekan *button* tersebut.

Berikut merupakan spesifikasi CPU yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yang ditunjukkan Tabel 2.2 Berikut ini.

Tabel 2. 2 Spesifikasi CPU PLC

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan <i>Input</i>	20.4 – 26.4 VDC
2	Kapasitas <i>I/O</i>	2,560 Point/40 unit
3	Kapasitas Program	10K steps
4	Kapasitas Data Memory	160K words

2.2.3 Power Supply Unit PA202 Omron



Gambar 2. 12 Power Supply PA202 Omron

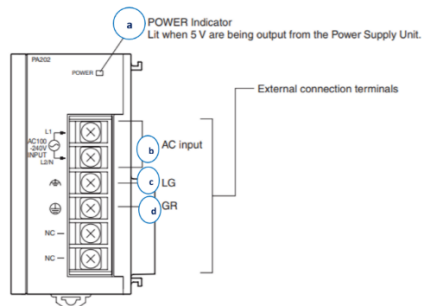
Gambar 2.12 merupakan gambar bentuk dari *Power Supply PA202 Omron*. *Power Supply* merupakan salah satu komponen yang dibutuhkan pada *PLC* yang digunakan untuk memberikan *power* pada *CPU*, *input card*, *output card*, dan *analog input card* dengan merubah tegangan masukan AC menjadi tegangan keluaran DC. Tegangan masukan pada *PLC* biasanya sekitar 24 VDC atau 100-240 VAC. *PLC*.

Pada Mesin Press 30 Ton menggunakan *modular power supply* dengan tipe *PA202 Omron*. *Power supply PA202* ini membutuhkan tegangan 100-240VAC yang akan dirubah menjadi tegangan 5VDC yang diperlukan *CPU* maupun modul masukan dan modul keluaran.

Power supply PA202 memiliki beberapa komponen yang ditunjukkan pada Gambar 2.13, yaitu:

- Power Indicator*, merupakan *LED* hijau yang berfungsi sebagai indikator *power*, *LED* hijau akan menyala ketika tegangan sudah masuk pada *power supply*.
- AC Input*, merupakan terminal untuk tegangan AC.
- LG*, tanah ke resistensi 100 Ω atau kurang untuk meningkatkan resistensi *noise* dan menghindari sengatan listrik.

- d. *GR*, tanah ke resistensi 100 Ω atau kurang untuk menghindari sengatan listrik.
- e. Berikut merupakan gambar dari *power supply* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan oleh Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2. 13 *Dimensional Drawing Power Supply PA202 Omron*

Berikut merupakan spesifikasi *power supply* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2. 3 *Spesifikasi Power Supply PLC*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Daya <i>Input</i>	100-240VAC
2.	Daya <i>Output</i>	5VDC, 2.8 A
		24VDC, 0.4 A
3.	<i>Power Consumption</i>	14 Watt

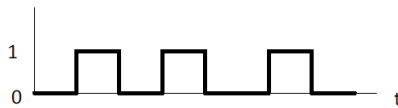
2.2.4 *Digital Input Card ID211 – ID261 Omron*

Digital Input Card merupakan salah satu komponen perangkat masukan pada PLC yang digunakan untuk menerima informasi atau data dari perangkat eksternal yang digunakan sebagai *input* dari seperti *limit switch sensor*, *proximity sensor*, dan *pushbutton* [4]. Pada Gambar 2.14 merupakan gambar bentuk dari *Digital Input Card ID211* dan *ID261*. Pada Mesin *Press 30 Ton* digunakan slot *input* digital dengan tipe *ID211* dan *ID261* dengan tipe *Omron*.



Gambar 2. 14 Digital Input Card ID211 dan ID261

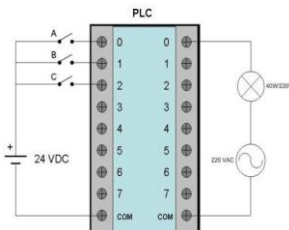
Tipe tersebut merupakan slot *input card* yang menerima sinyal digital saja. Sinyal digital hanya memiliki nilai diskrit 0 dan 1 seperti ditunjukkan pada grafik Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Grafik Nilai Sinyal Diskrit

Slot *input* pada *PLC* dihubungkan dengan piranti-piranti masukan yang digunakan dengan cara pengkabelan (*wiring*) dengan sumber tegangan. Logika slot *input* terbagi menjadi dua, yaitu:

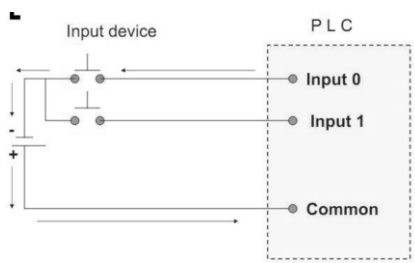
- a. Logika Masukan Positif, perangkat masukan dihubungkan dengan tegangan positif dari sumber tegangan ke terminal masukan *PLC*, sedangkan tegangan negatif dihubungkan ke terminal *common PLC* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16.



Gambar 2. 16 Logika Masukan Positif

- b. Logika Masukan Negatif, perangkat masukan dihubungkan dengan tegangan negatif dari sumber tegangan ke terminal masukan *PLC*,

sedangkan tegangan positif dihubungkan ke terminal *common* PLC seperti ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Logika Masukan Negatif

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan digital *ID211* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul *Input ID211*

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Daya <i>Input</i>	24 VDC, 7 mA
2	<i>I/O</i> point	32 <i>Input</i> , 2 <i>common</i>
3	Polaritas	PNP

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan digital *ID261* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul *Input ID261*

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Daya <i>Input</i>	24 VDC, 4.1mA
2	<i>I/O</i> point	64 <i>Input</i> , 1 <i>common</i>
3	Polaritas	PNP

2.2.5 Analog Input Card AD041-V1 Omron

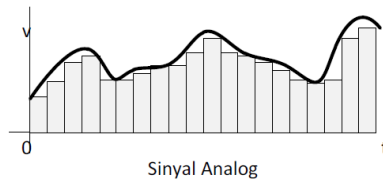
Input Card juga merupakan salah satu komponen perangkat masukan pada *PLC* yang digunakan untuk menerima informasi atau data dari perangkat eksternal yang digunakan sebagai *input* seperti sensor *transducer*. Gambar 2.18 merupakan gambar bentuk dari *Analog Input*

Card AD041-V1. Pada Mesin Press 30 Ton digunakan slot *input* analog dengan tipe *AD041-V1* dengan tipe *Omron*.



Gambar 2. 18 Analog Input Card *AD041-V1*

Tipe tersebut merupakan slot *input card* yang menerima sinyal analog saja. Sinyal analog merupakan sinyal yang menggunakan prinsip rentang suatu nilai antara nol hingga skala penuh seperti yang ditunjukkan pada grafik Gambar 2.19.



Gambar 2. 19 Grafik Nilai Sinyal Analog

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan analog *AD041-V1* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yang ditunjukkan Tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Modul *Input AD041-V1*

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	Daya <i>Input</i>	5 VDC, 420mA
2	<i>I/O</i> point	4 <i>Input</i>
3	Resolusi	4000/8000

2.2.6 Digital Output Card *OD211-OD261 Omron*

Digital Output Card atau perangkat keluaran digital diibaratkan sebagai sebuah saklar yang dapat menghubungkan dan memutuskan

jalur. Pada modul keluaran digital, terdapat dua macam penggerak arus yang bisa dipilih berdasarkan beban yang terkontrol, yaitu:

- a. Penggerak Tipe *Relay*. Sinyal dari *output PLC* digunakan untuk mengoperasikan sebuah *relay* dan oleh karenanya mampu menyambungkan arus dalam bilangan beberapa ampere ke rangkaian-rangkaian eksternal.
- b. Penggerak Tipe *Transistor*. Sinyal dari *output PLC* memiliki proses perubahan (*switching*) yang sangat cepat dibandingkan dengan *relay*, karena pada *relay* terdapat kontak mekanik yang membutuhkan waktu lebih lama dalam melakukan proses perubahan (*switching*). Keuntungan menggunakan *relay* adalah dapat melewati arus lebih besar dari pada *transistor*, namun hanya bisa digunakan untuk pensakelaran arus DC, mudah rusak apabila terjadi arus lebih serta tegangan balik yang tinggi.

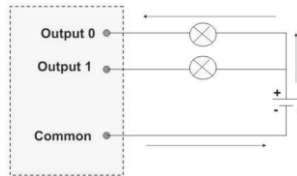


Gambar 2. 20 Digital Output Card OD211 dan OD261

Gambar 2.20 merupakan gambar bentuk dari *Digital Output Card* OD211 dan OD261. Pada Mesin Press 30 Ton digunakan slot *output* digital tipe Omron OD211 yang menggunakan penggerak tipe *relay* dan OD261 yang menggunakan penggerak tipe *transistor* dengan tipe tersebut merupakan slot *output card* yang menerima sinyal digital saja.

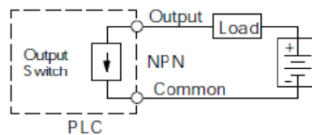
Slot *output* pada PLC dihubungkan dengan piranti-piranti masukan yang digunakan dengan cara pengkabelan (*wiring*) dengan sumber tegangan. Logika slot *output* terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Logika Keluaran Positif, perangkat keluaran dihubungkan dengan tegangan positif dari sumber tegangan ke terminal masukan PLC, sedangkan tegangan negatif dihubungkan ke terminal *common PLC* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.21.



Gambar 2. 21 Logika Keluaran Positif

- b. Logika Keluaran Negatif, perangkat keluaran dihubungkan dengan tegangan negatif dari sumber tegangan ke terminal masukan PLC, sedangkan tegangan positif dihubungkan ke terminal *common* PLC ditunjukkan pada Gambar 2.22.



Gambar 2. 22 Logika Keluaran Negatif

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan keluaran *OD261* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul *Output ID261*

NO	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Input</i> Daya	12 to 24 VDC, 0.3 A
2	<i>I/O</i> Point	64 <i>Output</i> , 1 Common
3	Polaritas	NPN

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan keluaran *OD211* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Modul *Output OD211*

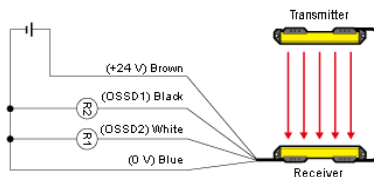
NO	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Input</i> Daya	12 to 24 VDC, 0.3 A
2	<i>I/O</i> Point	32 <i>Output</i> , 2 Common
3	Polaritas	NPN

2.3 Piranti Masukan (*Input*)

Piranti masukan berfungsi untuk memberikan sinyal kepada *PLC* sebagai salah satu syarat keamanan dan syarat dalam pergerakan (*sequence*) aktuator mesin. Piranti masukan yang digunakan pada Mesin Press 30 Ton yaitu:

- a. Sensor, sensor adalah komponen atau perangkat yang tujuannya mendeteksi kejadian atau perubahan lingkungan sekitarnya dan menghasilkan *output* sesuai fungsinya. Cara kerja sensor dipengaruhi oleh tujuan dari sensor tersebut tetapi tetap mempunyai kesamaan yaitu mendeteksi perubahan atau kejadian di lingkungan sekitarnya. Sensor sendiri dalam dunia rangkaian elektronika terdapat 2 jenis yaitu sensor analog dan sensor digital *pushbutton switch*, adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan
- b. atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu *NC (Normally Close)* dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak *NC* ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak *NC* digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (*Push Button Off*). Dan kontak *NO (Normally Open)* dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang *NO* ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik.

2.3.1 *Light Curtain Sensor*



Gambar 2. 23 Ilustrasi Sinar *Infrared* pada *Light Curtain* (Sensor Area)

Light Curtain (Sensor Area) adalah salah satu perangkat *safety* yang berfungsi untuk melindungi *operator* yang sedang mengoperasikan mesin ketika dalam keadaan *running*, serta juga berfungsi untuk mendeteksi adanya benda asing yang masuk ketika dalam keadaan *running*. Sensor area akan difungsikan untuk memutus pergerakan mesin ketika sensor tersebut mendeteksi adanya potensi bahaya seperti ada tangan atau benda asing yang masuk kedalam mesin ketika mesin sedang dalam keadaan *running*. Sensor area masuk ke dalam kategori peralatan yang dikenal sebagai alat deteksi kehadiran. Sensor ini menggunakan sinar *Infrared* sebagai media nya.

Pada gambar 2.23 terlihat bahwa didalam sensor ini ada yang berfungsi sebagai *transmitter* untuk memproyeksikan cahaya inframerah dan *receiver* yang terdiri dari sejumlah sel fotolistrik untuk menerima sinyal dari sinar *infrared*. Sensor ini mendeteksi semua objek yang ada baik *metal* maupun *non-metal*.



Gambar 2. 24 Gambar *Safety Light Curtain*

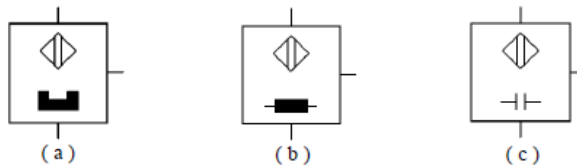
Sensor ini hanya akan mendeteksi dalam rentang panjang tubuh sensor yang dilewati sinar *infrared*, diluar panjang tubuh sensor yang tidak disinari sinar *infrared* maka merupakan area yang tidak terlindungi. *Safety Light Curtain* berfungsi sebagai pengaman untuk memastikan tidak ada benda asing atau tangan operator yang masuk mesin ketika mesin dalam keadaan *running*. Jika mesin tidak dalam keadaan *safety* maka sensor ini akan mengirimkan sinyal ke *PLC* untuk memutus pergerakan mesin dan mematikan motor.

Berikut merupakan spesifikasi *light curtain sensor* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yan ditunjukkan Tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 2. 9 Spesifikasi *Safety Light Curtain*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Panasonic</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>SF2B-A8-N</i>
3	<i>Max. Current</i>	34-75A
4.	<i>Max. Voltage</i>	24VDC

2.3.2 Proximity Sensor



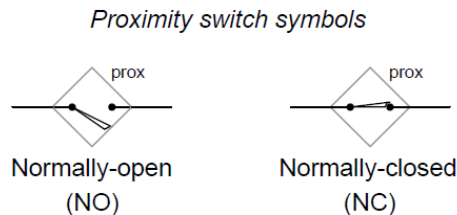
Gambar 2. 25 Proximity Sensor Symbol (a)optic sensor, (b)inductive, (c)capacitive

Proximity sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu obyek benda berdasarkan jarak benda tersebut terhadap sensor. *Proximity sensor* ini akan mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat berkisar 1 mm sampai beberapa centimeter dari sensor. Berdasarkan penggunaannya, *proximity sensor* merupakan sensor yang mampu mendeteksi keberadaan suatu obyek logam maupun non logam tanpa menggunakan kontak fisik[5]. Sensor proximity ini memiliki 3 jenis sensor sesuai dengan kebutuhan sebagai berikut:

- a. **Proximity Inductive**, jenis sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi. Dengan proses ini, apabila terdapat sebuah bahan logam yang terdeteksi oleh permukaan sensor maka medan magnet yang di hasilkan akan berubah dan perubahan ini yang akan membuat sensor memberikan sinyal[5]. Simbol dari *proximity inductive* ditunjukkan pada Gambar 2.25(b)

- b. **Proximity Capacitive**, sensor ini sedikit berbeda dengan sensor inductive, sensor ini tidak hanya dapat mendeteksi benda logam saja tetapi juga bisa mendeteksi benda non logam dengan mengukur perbedaan kapasitansi medan listrik pada kapasitor[5]. Simbol dari *proximity capacitive* ditunjukkan pada Gambar 2.25 (c)
- c. **Proximity Optic Sensor**, sensor ini mendeteksi keberadaan suatu obyek dengan cahaya biasanya atau pantulan cahaya(refleksi) yaitu *infrared*. Bila terdapat benda dengan jarak yang cukup dekat dengan sensor, maka cahaya yang terdapat pada sensor akan memantul kembali pada penerima(*receptor*) sehingga penerima akan menangkap sinyal tersebut sebagai tanda bahwa ada obyek yang melewati sensor[5]. Simbol dari *proximity optic sensor* ditunjukkan pada Gambar 2.25 (a)

Umumnya *Proximity Sensor* dapat bekerja dengan sensitifitas perubahan jarak yang sangat kecil. Berikut merupakan gambar dari simbol kontak dari *proximity switch* yang ditunjukkan pada Gambar 2.26.



Gambar 2. 26 Simbol Kontak *Sensor Proximity*

Proximity Sensor digunakan untuk mendeteksi apakah pintu koboi dan pintu samping mesin sudah dalam keadaan tertutup. Apabila belum maka sensor ini akan mengirimkan sinyal ke *PLC* untuk memutuskan pergerakan dan mematikan motor.



Gambar 2. 27 Gambar *Proximity Sensor*

Berikut merupakan spesifikasi *Proximity Sensor* yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yang ditunjukkan Tabel 2.10 berikut ini.

Tabel 2. 10 Spesifikasi *Proximity Sensor*

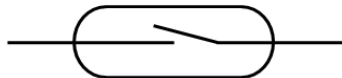
No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Omron</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>E2EX8MD1</i>
3	<i>Max. Current</i>	25mA
4.	<i>Max. Voltage</i>	24VDC

2.3.3 Reed Switch Sensor



Gambar 2. 28 Prinsip Kerja Reed Switch

Reed switch adalah sensor elektrik yang dioperasikan dengan memanfaatkan medan magnet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.28 tersusun atas lempengan metal yang terhubung dilindungi tabung gelas. Ketika pada bagian permukaan sensor terkena medan magnet, maka dua buah yang berada didalam sensor tersebut akan tarik-menarik sehingga arus listrik dapat mengalir. Ketika medan magnet hilang lempengan kembali ke posisi semula dan arus listrik terputus[5]. Simbol dari *reed switch sensor* ditunjukkan pada Gambar 2.29.



Gambar 2. 29 Simbol Kontak Reed Switch

Reed switch dalam mesin ini digunakan untuk mendeteksi apakah aktuator (dalam hal ini berupa silinder) berada di posisi *advance* atau *return*.



Gambar 2. 30 Gambar *Reed switch*

Berikut merupakan spesifikasi modul masukan keluaran OD261 yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yang ditunjukkan Tabel 2.11 berikut ini.

Tabel 2. 11 Spesifikasi *Reed switch*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>SMC</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>M9BWL</i>
3	<i>Max. Current</i>	40mA
4.	<i>Max. Voltage</i>	24 VDC

2.3.4 *Limit Switch*

Limit switch (saklar pembatas) dengan simbol yang ditunjukkan pada Gambar 2.31 adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal dari *Normally Open (NO)* ke *Normally Close (NC)* atau sebaliknya[10]

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*.



Gambar 2. 31 Simbol kontak *Limit Switch*



Gambar 2. 32 Gambar *Limit Switch Sensor*

Limit Switch Sensor dalam mesin ini digunakan untuk memulai proses auto mesin.

Tabel 2. 12 Spesifikasi *Limit Switch Sensor*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Omron</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>HL-5050</i>
3	<i>Max. Current</i>	2.5A
4.	<i>Max. Voltage</i>	24 VDC

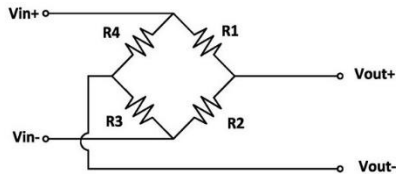
2.3.5 *Load Cell Sensor*



Gambar 2. 33 *Load Cell*

(Sumber: PT. Astra Otoparts, TBK. Divisi WINTEQ)

Load cell yang ditunjukkan pada Gambar 2.33 adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lain yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik.



Gambar 2. 34 Rangkaian *Strain Gauge*

Terdapat rangkaian *strain guage* yang ditunjukkan pada Gambar 2.34 didalam *load cell* atau biasa disebut dengan deformasi *strain gauge*. The *strain gauge* mengukur perubahan yang berepengaruh pada *strain* sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik. Sebuah sel/slot beban umumnya terdiri dari empat aspek pengukur regangan dalam sistem konfigurasi pada *Wheatstone Bridge*. Sel/slot beban dari satu *strain gauge* atau dua pengukur regangan.

Tabel 2. 13 Spesifikasi *Load Cell*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merk	Valcom
2.	Tipe	VPRT 20 MP
3	Rate Capacity	1~100 MPA

Perubahan dari satu sistem ke sistem lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan, dan energi dapat mendeteksi perubahan kondisi. *Output* dari pemantauan perubahan kondisi dapat ditingkatkan untuk menghitung gaya yang diterapkan untuk perbaikan dan pemantauan kondisinya. *Strain gauge* merupakan bagian terpenting dari sebuah *load cell*, dengan fungsi untuk mendeteksi besarnya perubahan tegangan *output* yang berubah disebabkan oleh suatu elemen gaya. *Strain gauge* secara umum digunakan dalam pengukuran presisi gaya, berat, tekanan, torsi, perpindahan dan kuantitas mekanis lainnya.

Setelahnya dikonversi menjadi energi tegangan kedalam anggota mekanis. *Strain gauge* menghasilkan perubahan pada nilai tahanan yang *proporsional* dengan perubahan jangka panjang atau perubahan melalui lamanya proses. *Load Cell* merupakan komponen elektrik yang

digunakan untuk merubah suatu bentuk energi menjadi bentuk energi lain, dimana pada load cell in merubah energi tekanan menjadi energi tegangan. Load cell dipasang dibagian *main pressure* hidrolik, untuk mendeteksi berapa tekanan yang telah dicapai hidrolik saat melakukan proses *pressing*.



Gambar 2. 35 Gambar *Digital Display Pressure*
(Sumber: PT. Astra Otoparts, TBK. Divisi WINTEQ)

Digital Display Pressure merupakan alat yang digunakan menampilkan besar tekanan aktual yang dideteksi oleh *load cell* dalam bentuk angka digital.

Tabel 2. 14 Spesifikasi *Digital Display Pressure*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merk	Valcom
2.	Tipe	VALCOM VPMC-A4
3	Rate Output	0-5 V

2.3.6 Pushbutton

Push button atau tombol tekan berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan (menghubungkan dan memutuskan) aliran arus listrik. Tombol tekan dioperasikan dengan cara menekan sebuah tombol. Digolongkan berdasarkan cara kerja yaitu *normally open* dan *normally close*:

- Kontak *NO (Normally Open)* adalah suatu kontak yang dalam keadaan normal terbuka atau tidak terhubung. Bila tombol ditekan maka kontak penggerak akan menekan kontak tetap sehingga saling terhubung dan arus listrik akan mengalir.



Gambar 2. 36 Simbol *Push Button NO*

- b. Kontak *NC (Normally Close)* adalah kebalikan dari kontak *NO* yaitu dalam keadaan normal kontak tersebut tertutup atau terhubung. Bila tombol ditekan maka kontak penggerak akan lepas dari kontak tetap sehingga kontak terpisah dan arus listrik akan terputus.



Gambar 2. 37 Simbol *Push Button*



Gambar 2. 38 Gambar *Pushbutton*

Push button pada mesin ini digunakan untuk tombol *reset actuator* yang berfungsi untuk mengembalikan posisi semua aktuator ke posisi *home*, tombol *cyclestop* yang berfungsi untuk menghentikan pergerakan aktuator ketika terjadi *error* proses pada mesin, dan tombol *reset alarm* untuk mematikan *buzzer alarm* ketika berbunyi.

Tabel 2. 15 Spesifikasi *Pushbutton*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Fuji</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>AH165-TGF</i>
3	<i>Max. Current</i>	10A
4.	<i>Max. Voltage</i>	24VDC

2.3.7 Selector Switch



Gambar 2. 39 Gambar *Selector Switch*

Selector Switch yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.39 adalah kontak/saklar yang digerakkan oleh tombol atau tuas putar untuk memilih satu dari dua atau lebih posisi dengan menggunakan tuas geser maupun tuas putar. *Selector switch* biasanya dipasang pada panel kontrol untuk memilih jenis operasi yang berbeda, dengan rangkaian yang berbeda pula. *Selector switch* memiliki beberapa kontak dan setiap kontak dihubungkan oleh kabel menuju rangkaian yang berbeda.



Gambar 2. 40 Simbol kontak *Selector Switch*

Selector switch pada mesin ini digunakan untuk memilih mode proses secara *auto* atau *manual* yang dimana terdapat satu kontak *NC* sebagai mode *auto* dan satu kontak *NO* sebagai mode *manual*.

Tabel 2. 16 Spesifikasi *Selector Switch*

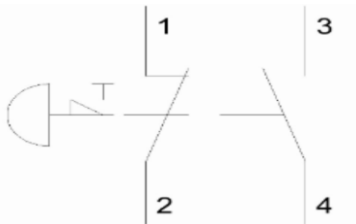
No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merk	Fuji
2.	Tipe	AH164-TX1BE
3	Max. Current	10A
4.	Max. Voltage	24VDC

2.3.8 *Emergency Stop Button*



Gambar 2. 41 Gambar *Emergency Stop Button*

Emergency Stop Button yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.41 merupakan jenis saklar yang apabila di tekan akan terkunci dan untuk melepaskannya harus di putar. Alat ini disebut *emergency stop* untuk memudahkan pengguna mengetahui fungsi sakelar ini yaitu untuk mematikan sistem secara darurat.



Gambar 2. 42 Simbol kontak *Emergency Stop Button*

Emergency Stop Button yang berfungsi untuk memberhentikan proses yang berlangsung pada mesin secara paksa, hal ini dilakukan untuk pencegahan bila terjadi hal yang tidak diinginkan atau masalah pada mesin.

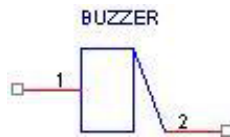
Tabel 2. 17 Spesifikasi *Emergency Stop Button*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Merk	Fuji
2.	Tipe	AR22V2R-11R
3	Max. Current	10A
4.	Max. Voltage	480V

2.4 Piranti Keluaran (*Output*)

Piranti keluaran merupakan perangkat-perangkat elektronik yang berfungsi untuk memberikan aksi pada sistem yang dikendalikan. Piranti keluaran biasanya dalam bentuk aktuator, lampu, *buzzer*, dan lain-lain.

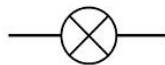
2.4.1 *Buzzer*



Gambar 2. 43 Simbol *Buzzer*

Buzzer yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.43 adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah gelombang listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).

2.4.2 *Pilot Lamp*



Gambar 2. 44 Simbol *Pilot Lamp*

Pilot lamp yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.44 adalah sinyal indikator berupa lampu atau cahaya dengan warna tertentu pada sebuah sistem kontrol. Perangkat ini berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memantau kondisi gangguan atau kerja dari suatu sistem yang diinginkan. Misalnya untuk menunjukkan komponen yang sedang bekerja, tegangan *input* aktif, indikasi fasa R,S,T dan *alarm* dan

sebagainya. Untuk membedakan fungsinya maka digunakan kode warna. Biasanya lampu warna merah menunjukkan rangkaian tersebut tidak aktif, lampu warna hijau menunjukkan rangkaian itu aktif.



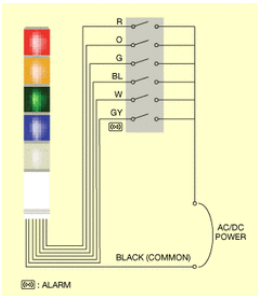
Gambar 2. 45 Gambar Pilot Lamp

Pilot Lamp yaitu lampu indikator yang digunakan sebagai indikator *power on* untuk mesin sudah menyala, dan *indikator auto start* untuk mode auto sudah aktif.

Tabel 2. 18 Spesifikasi *Pilot Lamp*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Fuji</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>AH165-TGL</i>
3.	<i>Max. Current</i>	10A
4.	<i>Max. Voltage</i>	24 VDC

2.4.3 Tower Light



Gambar 2. 46 Simbol Tower Lamp

Tower lamp yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.46 adalah sinyal indikator berupa lampu dengan warna pada umumnya berwarna merah, kuning, hijau, biru, dan putih pada sebuah sistem kontrol. *Tower lamp* memiliki cahaya yang berasal dari dioda *Light Emitting Diode*

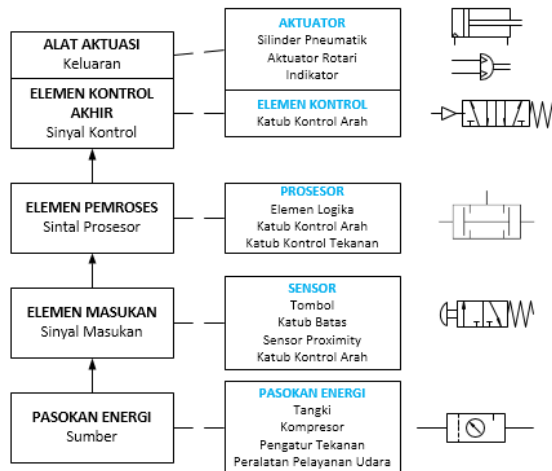
(LED). *Tower lamp* ini biasanya difungsikan sebagai indikator kondisi yang dialami oleh mesin. Seperti kondisi *error*, sedang beroperasi, dan kondisi normal.

Tabel 2. 19 Spesifikasi *Tower Lamp*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Merk</i>	<i>Patlite</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>LES-302A-PYG</i>
3	<i>Max. Current</i>	2A
4.	<i>Max. Voltage</i>	24 VDC

Pada mesin ini menggunakan *tower lamp* sebagai indikator proses yang sedang terjadi pada mesin, pada mesin sebagai indikator ketika mesin dalam proses *auto* maka lampu berwarna hijau akan menyala, ketika terjadi *error* pada mesin maka lampu berwarna merah akan menyala, dan ketika mesin sedang tidak digunakan maka lampu berwarna kuning akan menyala dan *emergency*.

2.4.4 Pneumatik



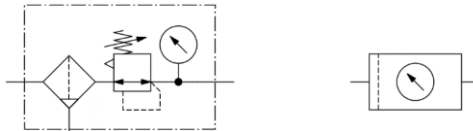
Gambar 2. 47 Simbol Elemen Pneumatik

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani yaitu *pneuma* yang berarti napas atau udara. Dengan kata lain, pneumatik adalah semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan. Pemakaian pneumatik di bidang produksi telah mengalami kemajuan yang pesat terutama pada proses perakitan (*manufacturing*), elektronika, obat – obatan, makanan, kimia dan lainnya[7].

Elemen pneumatik dalam sistem pneumatik diwakili oleh simbol-simbol yang menunjukkan fungsi dari elemen tersebut. Elemen pada sistem pneumatik dapat dilihat pada Gambar 2.47.

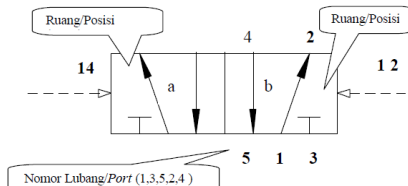
Berdasarkan Gambar 2.47 elemen atau komponen utama dari sistem pneumatik adalah :

- a. *Air Service Unit* yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.48 merupakan alat untuk mengatur tekanan udara yang akan disalurkan pada sistem pneumatik dan menyaring kotoran pada udara.



Gambar 2. 48 (a) Simbol *Air Service Unit* Tanpa Pelumas dan (b) Simbol *Air Service Unit* disederhanakan

- b. Katup – katup Pneumatik (*Valve Pneumatic*) yang ditunjukkan pada Gambar 2.49 katup berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara bertekanan yang digunakan untuk menggerakkan *actuator*, dengan kata lain katup ini berfungsi untuk mengendalikan arah gerakan *actuator*. Katup *pneumatic* diberi nama berdasarkan pada : a) jumlah lubang / saluran kerja (*port*), b) jumlah posisi kerja, c) jenis penggerak katup, dan d) nama tambahan dengan karakteristik katup.



Gambar 2. 49 Detail Pembacaan Katup

Bedasarkan Gambar 2.49 menunjukan jumlah lubang / *port* bawah ada tiga (1,3,5) sedangkan dibagian *output* ada dua *port* (2,4). Katup tersebut juga memiliki dua posisi / ruang yaitu a dan b. penggerak katup berupa udara bertekanan dari sisi 14 dan sisi 12. Sisi 14 artinya bila disisi tersebut terdapat tekanan udara, maka tekanan udara tersebut akan menggeser katup kekanan sehingga udara bertekanan akan mengalir melalui *port* 1 ke *port* 4 ditulis 14. Demikian pula sisi 12 akan mengaktifkan ruang b sehingga *port* 1 akan terhubung dengan *port* 2 ditulis 12. Berdasarkan penjelasan tersebut maka contoh katup pada Gambar 2.49 dapat disebut dengan katup 5/2 penggerak udara bertekanan. Berikut ini contoh penamaan katup yang pada umumnya disimbolkan pada Tabel 2.20

Tabel 2. 20 Jenis - jenis Katup Pneumatik

Nama	Simbol
Katup 2/2	
Katup 3/2	
Katup 4/2	
Katup 5/2	
Katup 4/3	
Katup 5/3	

Berikut beberapa simbol dan penamaan pada katup pneumatik ditunjukan pada Tabel 2.21.

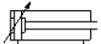
Tabel 2. 21 Simbol Metode Aktuasi

<u>Pneumatis</u>	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)
<u>Listrik</u>	
	Operasi dengan solenoid tunggal

c. Silinder Pneumatik

Silinder Pneumatik merupakan aktuator yang berfungsi untuk melakukan gerakan dengan menggunakan metode kompresi udara sebagai medianya[7]. Bila sumber angin dimasukkan melalui lubang dibagian belakang silinder, maka torak akan bergerak maju dan angin keluar melalui lubang bagian depan silinder. Kondisi ini biasa dikatakan dengan posisi *extend*. *Retend* adalah keadaan sebaliknya, jika sumber angin dimasukkan melalui lubang depan, maka torak akan bergerak mundur dan angin akan keluar melalui lubang bagian belakang silinder. Jenis-jenis silinder pneumatik dapat dilihat pada Tabel 2.22.

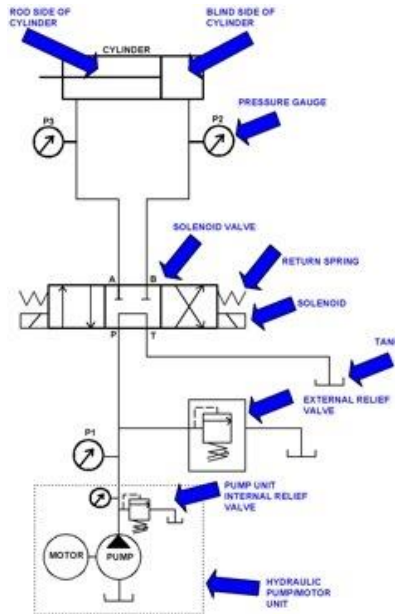
Tabel 2. 22 Jenis-Jenis Silinder Pneumatik

Nama	Keterangan	Simbol
Silinder kerja tunggal (<i>Single acting cylinder</i>)	Dilengkapi dengan pegas	
Silinder kerja ganda (<i>Double acting single rod cylinder</i>)	Silinder dengan tekanan dari dua arah	
Silinder kerja ganda (<i>Double acting double rod cylinder</i>)	Dilengkapi dengan batang piston sisi ganda	
Silinder kerja ganda	Dilengkapi dengan bantalan udara tetap dalam satu arah, tak mampu diatur	
Silinder kerja ganda (<i>Double acting single rod cylinder with cushioned both ends</i>)	Dilengkapi dengan bantalan sisi ganda mampu diatur	

2.4.5 Hidrolik

Prinsip dasar dari sistem hidrolik yaitu dimana mesin hidrolik, mensupply fluida hidrolik bertekanan, ke suatu motor hidrolik atau silinder hidrolik untuk melakukan kerja tertentu. Motor hidrolik menghasilkan gerakan berputar yang dapat digunakan untuk memompa fluida yang disalurkan ke silinder hidrolik melalui katup kontrol (*control valve*)[8]. Silinder hidrolik menghasilkan gerakan maju mundur yang banyak diaplikasikan pada alat-alat berat. Fluida hidrolik dikontrol alirannya oleh *control valve* dan dialirkan melalui selang atau *tubing-tubing* hidrolik menuju silinder hidrolik. Sebuah sistem hidrolik terdiri atas pompa hidrolik, saluran pipa, katub pengatur (*control valve*), tangki fluida hidrolik, filter, aktuator yang digerakkan (silinder atau motor

hidrolik), dan alat lain sebagai pelengkap seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.50.



Gambar 2. 50 Sistem Hidrolik

Gambar 2.50 menjelaskan sebuah sistem hidrolik yang bekerja untuk menggerakkan silinder hidrolik. Fluida kerja yang terkumpul didalam tangki dipompa oleh pompa hidrolik sehingga memiliki tekanan spesifik tertentu. Fluida mengalir menuju katub solenoid, katub inilah yang mengatur pergerakan silinder hidrolik. Apabila menginginkan posisi silinder memanjang (*advance*) maka katub solenoid akan menuju ke kiri, sehingga fluida dapat mendorong piston ke arah maju. Apabila katub solenoid diarahkan ke kanan, maka silinder hidrolik akan mundur (*retract*). Pada saat terjadi pergerakan di silinder, maka ada sebagian fluida hidrolik yang terbuang. Fluida ini kembali ke tangki melalui jalur pipa khusus.

- a. Motor Hidrolik adalah sebuah aktuator mekanik yang mengkonversi aliran dan tekanan hidrolik menjadi torsi atau tenaga putaran. Alat ini menjadi satu bagian dari sebuah sistem hidrolik

selain silinder hidrolik. Motor hidrolik berkebalikan fungsi dengan pompa hidrolik. Jika pompa hidrolik berfungsi untuk menghasilkan tekanan dan aliran tertentu pada suatu sistem hidrolik, maka motor hidrolik bertugas mengkonversi kembali tekanan hidrolik menjadi tenaga putar. Motor hidrolik dapat berkerja pada dua arah putaran motor sesuai dengan kebutuhan penggunaan.

- b. Silinder hidrolik adalah sebuah aktuator mekanik yang menghasilkan gaya searah melalui gerakan *stroke* yang searah. Alat ini menjadi salah satu bagian dari sistem hidrolik selain pompa dan motor hidrolik. Jika motor hidrolik mengubah tekanan fluida hidrolik menjadi gerakan putar, maka silinder hidrolik menghasilkan gerakan *stroke* yang searah. Silinder hidrolik mendapatkan gaya dari fluida hidrolik bertekanan. Di dalam silinder hidrolik terdapat piston yang terhubung dengan *rod* yang dapat bergerak maju dan mundur bergantung pada sisi mana yang diisi oleh fluida hidrolik bertekanan. Besar tekanan yang digunakan berbeda pada kedua sisi silinder, bergantung pada beban, luas penampang silinder dan sisi *rod*-nya. Berikut adalah bagian-bagian dari silinder hidrolik:

- Silinder Barel, bagian ini menjadi sisi terluar dari silinder hidrolik yang posisinya didesain diam. Proses permesinan pada sisi dalamnya didesain presisi sesuai dengan komponen yang lain.
- Piston, bagian ini berada pada sisi dalam barel yang berfungsi untuk memisahkan antara kedua sisi ruang silinder. Berkontak langsung dengan fluida hidrolik dan memiliki luas penampang tertentu. Luas penampang inilah yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya tertentu yang besarnya sesuai dengan rumus umum

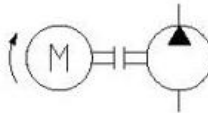
$$F = P \cdot A$$

Dimana F adalah gaya, P adalah besar tekanan fluida hidrolik, dan A adalah luas penampang piston.

- *Piston Rod*, bagian yang berbentuk silinder memanjang ini salah satu ujungnya terkoneksi langsung dengan piston, dan sisi lainnya terkoneksi dengan peralatan lain yang digerakkan. Bagian inilah yang meneruskan gaya yang timbul akibat tekanan fluida hidrolik ke alat lain yang terhubung.
- Sistem *Seal/Gland*, beberapa bagian dari silinder hidrolik terpasang sistem *seal* yang umumnya berbahan karet, untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik. Pada sisi piston

terpasang *seal* untuk mencegah fluida kerja berpindah dari sisi satu ke yang lainnya, sehingga dapat mengganggu kerja silinder hidrolik. Pada sisi *piston rod* terpasang sistem *seal* yang *fix* pada sisi barel sebelah dalam untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik yang berada pada ruang sisi *piston rod*.

- c. Pompa hidrolik yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.51 berfungsi untuk mensupply fluida hidrolik pada tekanan tertentu kepada sistem hidrolik. Pompa ini digerakkan oleh motor listrik atau sebuah mesin yang dihubungkan dengan sebuah sistem kopling. Sistem kopling yang digunakan dapat berupa belt, roda gigi, atau juga sistem *flexible elastomeric*.



Gambar 2. 51 Simbol Pompa Hidrolik

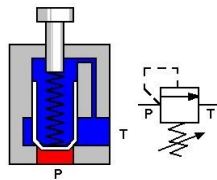
Pompa hidrolik ada beberapa tipe yang digunakan, yaitu:

- *Gear pump*: bersifat murah, memiliki ketahanan yang lama (awet), sederhana pengoperasiannya. Tetapi kelemahannya adalah memiliki efisiensi yang rendah, karena sifat pompa yang ber-*displacement* tetap, dan lebih cocok untuk digunakan pada tekanan di bawah 20 MPa (3000 psi).
- *Vane pump*: murah dan sederhana, biaya perawatan yang rendah, dan baik untuk menghasilkan aliran tinggi dengan tekanan yang rendah.
- *Axial piston pump* yaitu satu jenis pompa hidrolik yang menarik. Pompa ini dapat berjenis *swashplate* atau juga *checkball*. Jenis pompa ini didesain untuk dapat bekerja pada *displacement* yang bervariasi, sehingga dapat menghasilkan aliran dan tekanan fluida hidrolik yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Jenis yang paling banyak digunakan adalah *swashplate pump*. Pompa ini dapat kita ubah sudut *swashplate*-nya untuk menghasilkan langkah piston yang bervariasi tiap putaran. Jika sudut semakin besar, akan menghasilkan debit aliran yang besar dengan besar tekanan yang lebih kecil, dan begitu pula sebaliknya.

- *Radial Piston Pump*: digunakan untuk menghasilkan tekanan fluida hidrolik yang tinggi dengan debit aliran yang rendah.

Pompa piston memang memiliki harga yang lebih mahal jika dibandingkan dengan pompa *gear* atau *vane*. Akan tetapi pada pengoperasian tekanan tinggi memiliki ketahanan yang jauh lebih lama jika dibandingkan jenis pompa yang lain.

- d. *Control Valve* pada sebuah sistem hidrolik, selain berfungsi untuk mengatur besar tekanan yang digunakan, juga berfungsi untuk mengatur arah aliran dari fluida hidrolik. Arah aliran yang dimaksud adalah berhubungan dengan sistem aktuator. Arah gerakan yang diinginkan pada aktuator dikontrol oleh arah aliran dari fluida hidrolik, arah aliran inilah yang diatur oleh *valve* kontrol. *Valve* kontrol yang berfungsi untuk mengatur arah aliran biasa disebut dengan *solenoid valve*, sedangkan yang untuk mengatur besar tekanan biasa disebut *pressure regulating valve*.
- *Pressure Relief Valves* yang ditunjukkan pada simbol Gambar 2.52, berfungsi untuk membuang fluida hidrolik ke tangki penyimpan fluida, apabila tekanan fluida lebih tinggi daripada nilai yang ditentukan.



Gambar 2. 52 Simbol *Pressure Relief Valves*

- *Pressure Regulating Valves* berfungsi untuk mengatur besar tekanan fluida hidrolik agar stabil di nilai tertentu.

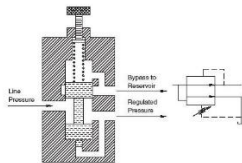
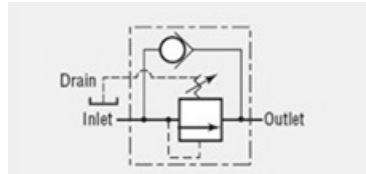


FIGURE 5.24
Schematic of pressure-regulating valve.

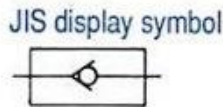
Gambar 2. 53 Simbol *Pressure Regulating Valves*

- *Sequence Valve* berfungsi untuk mengatur sekuen pada sirkuit hidrolik, seperti contohnya pada saat menggunakan beberapa silinder hidrolik, yaitu untuk memastikan satu silinder hidrolik telah maju penuh sebelum silinder lainnya mulai maju.



Gambar 2. 54 Simbol *Sequence Valve*

- *Check Valve* berfungsi untuk mengatur arah aliran fluida hidrolik agar searah dan tidak ada aliran yang terbalik



Gambar 2. 55 Simbol *Check Valve*

- *Pilot Valve* sebagai kontrol sistem hidrolik. Digunakan untuk mengatur output aktuatur sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 2. 56 Simbol *Pilot Valve*

- e. **Reservoir**, sebagai tempat penyimpanan fluida hidrolik untuk mengakumulasi perubahan volume fluida pada saat sistem bekerja. Pada tangki hidrolik juga didesain adanya suatu sistem untuk memisahkan udara dari fluida hidrolik, karena adanya udara di dalam fluida dapat mengganggu kerja sistem.
- f. **Fluida Hidrolik**, fluida yang digunakan pada sistem hidrolik biasanya berbahan dasar minyak bumi dengan tambahan zat-zat aditif. Spesifikasi penggunaannya berdasarkan kebutuhan yang diinginkan, misalnya ketahanan terhadap api jika digunakan pada

industri dengan lingkungan yang panas, atau juga pada industri makanan digunakan fluida yang *food grade* (biasanya minyak tumbuhan) atau juga air. Fluida hidrolik selain sebagai fluida kerja, ia juga berfungsi sebagai pelumas pada komponen-komponen sistem hidrolik.

- g. **Filter**, komponen ini berfungsi untuk mengumpulkan kotoran (biasanya berupa metal) pada fluida hidrolik, agar kotoran-kotoran tersebut tidak ikut bersirkulasi. Komponen ini sangat penting karena kotoran metal selalu diproduksi pada setiap sistem hidrolik. Biasanya filter diposisikan pada sisi *suction* pompa hidrolik. Namun kebersihan filter ini harus tetap terjaga, karena apabila terlalu kotor dan menyebabkan aliran fluida terhambat, dapat menyebabkan kavitasi pada pompa hidrolik yang sangat berbahaya apabila itu terjadi.
- h. **Pipa Aliran**, pipa yang digunakan untuk aliran fluida hidrolik dapat berupa pipa standard, *tube*, atau juga berupa hose. *Tube* berdiameter sampai dengan 100mm, diproduksi oleh pabrik secara memanjang tanpa sambungan. Digunakan untuk tekanan hidrolik tinggi yang presisi. Sedangkan pada pipa standard, biasanya digunakan pada operasional tekanan rendah. Dapat menggunakan sambungan, biasanya berupa sambungan las. Untuk *hose* dalam Bahasa Indonesia dikenal dengan selang. Namun selang yang dapat beroperasi pada tekanan yang tinggi, dan biasanya juga pada temperatur yang tinggi.

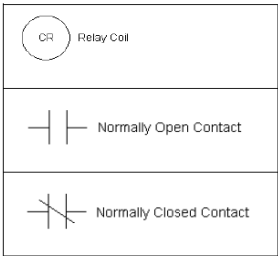
2.4.6 Relay



Gambar 2. 57 Gambar Relay

Contact relay pada Gambar 2.57 dengan simbol yang ditunjukkan pada Gambar 2.58 adalah sakelar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari dua bagian utama yakni

elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak sakelar atau *switch*).



Gambar 2. 58 Simbol Kontak Relay

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak sakelar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi[2].

Relay disini berfungsi sebagai kontaktor untuk menyalakan Output lain contohnya untuk mengaktifkan *solenoid valve* pada silinder hidrolik dan silinder pneumatic.

Tabel 2. 23 Spesifikasi *Relay*

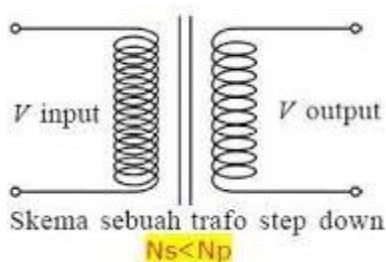
No.	Spesifikasi	Keterangan	Keterangan	Keterangan	Keterangan
1.	<i>Brand</i>	<i>Omron</i>	<i>Omron</i>	<i>Omron</i>	<i>Omron</i>
2.	<i>Tipe</i>	<i>MY2N (DC)</i>	<i>MY4N (DC)</i>	<i>LY4N (DC)</i>	<i>MY2N (AC)</i>
3.	Tegangan Koil	24 VDC	24 VDC	24 VDC	110 VAC
4.	Arus Maksimal Kontak	5.3 mA	36.3 mA	53.8 mA	10 mA
5.	Arus Maksimal Koil	10 A	10 A	10	5A

2.5 Power Circuit

2.5.1 Transformer

Transformer (Transformer) dengan simbol yang ditunjukkan pada Gambar 2.59 atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk

AC *power circuit* adalah Transformer jenis *step-down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan mesin dari 380V. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan Sekunder. Lilitan primer merupakan *input* dari pada Transformator sedangkan *output*-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, *output* dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya jika ingin dirubah menjadi tegangan DC[9].



Gambar 2. 59 Rangkaian Trafo Step-Down

2.5.2 *Electromagnetic Compatibility*

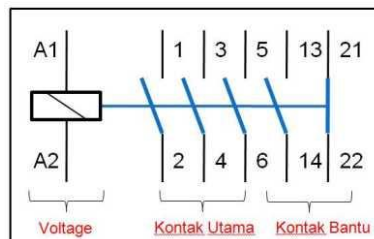
Electromagnetic Compatibility yang sering disingkat *EMC* adalah kemampuan suatu peralatan atau sistem untuk beroperasi secara normal dilingkungan elektromagnetik tanpa terpengaruh maupun menghasilkan interferensi terhadap lingkungannya. *EMC* berarti menghindari gangguan ke peralatan lain akibat interferensi melalui konduksi, radiasi atau induksi. Dengan kata lain, tidak terpengaruh dan menyebabkan interferensi pada sistem yang lain maupun menyebabkan interferensi pada dirinya sendiri. Untuk memenuhi sasaran tersebut, maka *EMC* dibagi menjadi dua bagian. *EMI (Electromagnetic Interference)* berhubungan dengan energi elektromagnetik yang dibangkitkan dan menghindari gangguan kelingkungan sekitar. *EMS (Electromagnetic Susceptibility)* berhubungan dengan kemampuan peralatan beroperasi normal apabila terkena gangguan-gangguan elektromagnetik dari lingkungan. *EMC* selain berkaitan dengan mutu dan kualitas suatu produk, juga erat kaitannya dengan tingkat keamanan dan keselamatan bagi pemakainya. *Magnetic Contactor* dalam pembuatan mesin ini berfungsi sebagai saklar dimana magnetic contactor mengaktifkan atau mematikan motor hidrolik menggunakan kontak yang dikontrol oleh

PLC. Magnetic Contactor dalam pembuatan mesin ini berfungsi sebagai saklar dimana magnetic contactor mengaktifkan atau mematikan motor hidrolik menggunakan kontak yang dikontrol oleh *PLC*[9].

2.5.3 Magnetic Contactor

Magnetic Contactor (MC) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya minimal. Dapat dibayangkan *MC* adalah *relay* dengan kapasitas yang besar. Umumnya *MC* terdiri dari 3 *pole* kontak utama dan kontak bantu (*aux. contact*). Untuk menghubungkan kontak utama hanya dengan cara memberikan tegangan pada koil *MC* sesuai spesifikasinya[9].

Komponen utama sebuah *MC* adalah koil dan kontak utama. Koil dipergunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama sehingga terhubung pada masing-masing *pole*. Untuk aplikasi yang lebih, *MC* mempunyai beberapa tambahan. Dan yang paling banyak dipergunakan adalah kontak bantu. Jika kontak bantu yang telah tersedia kurang bisa dilakukan penambahan di samping atau depan. Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak *Normally Open (NO)* dan beberapa *Normally Close (NC)*. Pada saat satu kontaktor normal, *NO* akan membuka dan *NC* akan terhubung, dan pada saat kontaktor bekerja, *NO* akan terhubung dan *NC* akan terbuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak-kontaknya sehingga kontak akan saling terhubung. Kontaktor termasuk jenis saklar motor yang digerakkan oleh magnet.



Gambar 2. 60 Simbol *Magnetic Contactor*

2.5.4 Circuit Protector

Circuit Protector adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban

lebih dan juga dilengkapi *relay* elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. *Circuit Protector* banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa. Keuntungan menggunakan *circuit protector*[9], yaitu :

- a. Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.
- b. Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
- c. Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

2.5.5 AC to DC Power Supply

AC to DC Power Supply, yaitu *DC Power Supply* yang mengubah sumber tegangan listrik AC menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh peralatan Elektronika. *AC to DC Power Supply* pada umumnya memiliki sebuah Transformator yang menurunkan tegangan, Dioda sebagai Penyearah dan Kapasitor sebagai Penyaring (*Filter*)[9].

2.5 Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) adalah sebuah perangkat atau sistem yang menghubungkan mesin dengan manusia. Umumnya *HMI* berupa komputer dengan *display monitor LCD*, sehingga kita bisa melihat keadaan mesin ataupun sistem dari layar tersebut[10]. Layaknya sebuah komputer, *HMI* biasanya dilengkapi dengan *keyboard*, *mouse* maupun *touchscreen*. Tujuan dari *HMI* adalah memudahkan interaksi antara mesin dan manusia serta memenuhi kebutuhan akan informasi dari sistem yang sedang berjalan. *HMI touchscreen* banyak digunakan dalam industri manufaktur. Kebutuhan operator akan informasi dari mesin atau sistem yang sedang berjalan akan disediakan oleh *panel touchscreen* berupa lampu, grafik, gambar, video ataupun alarm yang akan ditampilkan jika terjadi kondisi abnormal dalam sistem, dapat berisi gambar-gambar yang akan ditampilkan, data-data yang akan dimonitor atau dikontrol dan didaftar, *alarm*, *trending*, *report* dan sebagainya. dan lain lain[11]. Kita juga dapat membuat visualisasi pengendali mesin berupa tombol pada *HMI touchscreen*. Sistem *HMI* bekerja secara *online* dan *real time* (data yang dikirim sama dengan data yang diterima) dengan membaca data yang dikirimkan melalui *I/O port* yang digunakan oleh sistem *controller*-nya. *Port* yang biasanya

digunakan untuk kontroler pada *HMI* antara lain *port USB*, *port RS232* dan *port serial*.

Dalam dunia otomasi industri, *HMI* ditanamkan pada komputer, sebelum menggunakannya harus membuat aplikasi (*project*) terlebih dahulu sesuai dengan fungsi yang diinginkan. *Project* ini dibuat dengan *software HMI* versi ‘*development*’, dan setelah selesai dapat dijalankan dengan *software HMI* versi ‘*run time*’ untuk pemakaian sehari-hari oleh operator. *Software HMI* umumnya memiliki kemampuan sebagai berikut:

- Menampilkan gambaran suatu mesin atau proses yang sedang berlangsung.
- Memonitor dan mengontrol data-data secara *real time*.
- Fungsi-fungsi *alarm*, *trending*, *logging data*.
- Dapat menerapkan sistem kode akses atau *password user*.



Gambar 2. 61 Gambar *Touchscreen*

Perangkat *touchscreen* merupakan perangkat tambahan pada Mesin *Press 30 Ton* yang digunakan untuk memonitor tekanan *press*, menampilkan durasi proses saat produksi, dan menampilkan riwayat *alarm* ketika terjadi *error* pada mesin.

Tabel 2. 24 Spesifikasi *Touchscreen*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Brand</i>	<i>Omron</i>
2.	<i>Merk</i>	<i>NS8-TV00B-ECV2</i>
3.	Resolusi Warna	32,768
4.	Resolusi Layar	640x480 pixels
5.	Tegangan masukan	24 VDC

2.6 CX-Programmer OMRON ver 9.3

CX-Programmer merupakan software khusus untuk memprogram *PLC* buatan *Omron*. *CX Programmer* ini sendiri merupakan salah satu *software* bagian dari *CX-One*. Dengan *CX-Programmer* ini kita bisa memprogram aneka *PLC* buatan *omron* dan salah satu fitur yang saya suka yaitu adanya fitur simulasi tanpa harus terhubung dengan *PLC*, sehingga kita bisa mensimulasikan ladder yang kita buat, dan simulasi ini juga bisa kita hubungkan dengan *HMI PLC Omron* yang telah kita buat dengan menggunakan *CX-Designer* (bagian dari *CX-One*). Bahasa pemrograman *PLC* yang digunakan yaitu *ladder diagram*. *Ladder diagram* adalah bahasa pemrograman yang dibuat dari persamaan fungsi logika dan fungsi-fungsi lain berupa pemrosesan data atau fungsi waktu dan pencacahan.

Tabel 2. 25 Instruksi Dasar Pemrograman dengan *Ladder Diagram*

No	Simbol	Nama	Fungsi
1		Kontak <i>input</i> NO	Pengujian untuk kondisi <i>ON</i> pada alamat yang dituju
2		Kontak <i>input</i> NC	Pengujian untuk kondisi <i>OFF</i> pada alamat yang dituju
3		<i>Output</i>	Menyalakan perangkat atau internal <i>output</i> ketika logika bernilai 1 (<i>high</i>)
4		Instruksi khusus	Untuk instruksi dengan fungsi tertentu seperti <i>timer</i> , <i>counter</i> , <i>set</i> , <i>reset</i> , <i>interlock</i> , <i>end</i>

Ladder diagram terdiri dari susunan kontak-kontak dalam satu grup perintah secara *horisontal* dari kiri ke kanan dan terdiri dari banyak grup perintah secara *vertikal*. Di dalam *ladder diagram*, semua bentuk instruksi kerja disimbolkan dengan simbol-simbol tertentu. Pada Tabel 2.25 beberapa instruksi dasar dalam membuat program *PLC*:

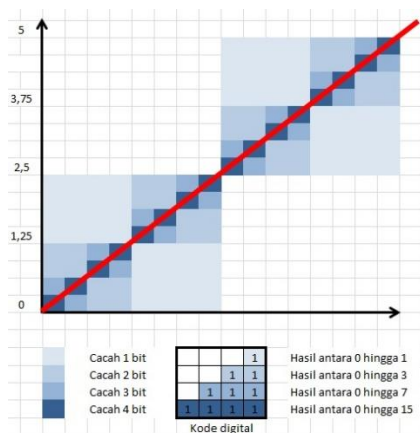
2.7 CX-Designer OMRON

CX-Designer adalah sebuah *software HMI* buatan *Omron* yang berfungsi untuk membuat *design* tampilan *HMI* pada mesin yang terhubung langsung dengan *PLC*. Biasanya *CX-Designer* digunakan untuk membuat tampilan *HMI* pada *touchscreen* atau komputer, yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitor sistem pada mesin,

digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, dan memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi.

2.8 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah konversi sinyal analog menjadi sinyal digital pada *PLC Omron*. Adanya sensor analog mampu menangkap fenomena fisik dan kimia yang ada di sekitar kita dan mengubahnya menjadi bentuk besaran listrik, yaitu tegangan dan arus. Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh sensor analog tentu saja masih dalam sinyal analog. Sayangnya, sistem kendali terprogram yang ada seperti *microcontroller*, *personal computer* dan tentu saja *PLC* tidak dapat memproses secara langsung sinyal analog tersebut karena semua perangkat itu bekerja secara digital. Oleh karena itu, ada perangkat yang berfungsi untuk merubah sinyal-sinyal analog untuk dirubah menjadi digital, dan sebaliknya ada juga perangkat yang berfungsi merubah sinyal-sinyal digital menjadi sinyal analog, yaitu *Converter*.

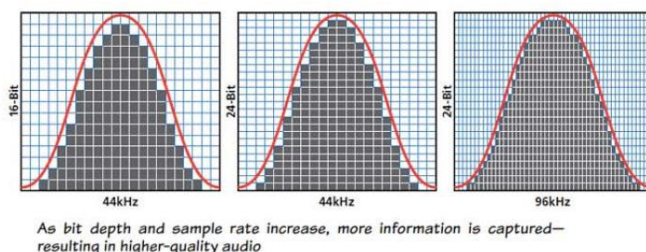


Gambar 2. 62 Grafik Sampling Sinyal Analog

Analog to Digital Converter (ADC) adalah perangkat pengubah sinyal input analog menjadi kode-kode digital. Umumnya *Analog Digital Converter* digunakan sebagai antarmuka sensor-sensor analog seperti sensor jarak, sensor suhu, tekanan/berat, cahaya, kecepatan aliran dan lain sebagainya untuk dapat diproses dengan sistem komputer kemudian ditampilkan dengan menggunakan sistem digital (komputer). *Analog to Digital Converter* juga banyak digunakan sebagai membantu

mengatur proses industri, komunikasi digital, dan rangkaian pengukuran/ pengujian. *Analog Digital Converter* memiliki 2 bagian mendasar yang perlu dipahami, yaitu resolusi dan kecepatan sampling. *Resolusi Analog to Digital Converter* menentukan kerapatan dan ketelitian nilai hasil konversi. Perhatikan Gambar 2.62 adalah ilustrasi nilai analog yang dicacah atau disampling dengan kode digital. Garis merah sebagai nilai analog, yaitu 0 hingga 5. Saat dicacah dengan 1 bit, nilai analog hanya punya 2 kelompok kondisi, sehingga hanya akan ada 2 titik yang dapat dicuplik yaitu 0 dan 1 sehingga nilai yang dapat terwakili hasil cuplikan adalah 2,5V ($5/2$). Kerapatan nilainya akan semakin tinggi dan teliti saat jumlah bit digital yang digunakan semakin tinggi. Misalnya pada pencacah 4 bit, nilai analog 0 – 5 volt akan dibagi menjadi 16 bagian sehingga cuplikan nilainya akan semakin banyak yaitu 0 hingga 15. Dengan demikian 1 nilai digital akan dapat mewakili 0,3125V ($5/16$) dari nilai analog. Contoh sebagai berikut:

- ADC 8 bit, maka akan memiliki *output* 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dicuplik dalam 256 nilai diskrit.
- ADC 12 bit, maka akan memiliki *output* 12 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dicuplik dalam 4096 nilai diskrit.

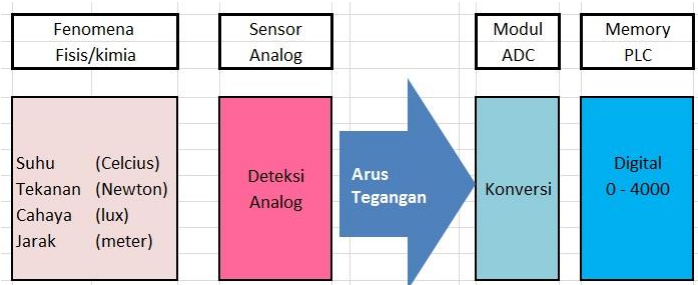


Gambar 2. 63 Kurva Kecepatan Sampling Sinyal Analog

Sehingga dari contoh tersebut dapat ditarik kesimpulan semakin tinggi nilai bit ADC yang digunakan, maka jumlah kotak-kotak kecil (seperti pada Gambar 2.63 akan semakin banyak, sehingga memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik. Kecepatan sampling suatu ADC adalah seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second (SPS)* atau Hz. Gambar 2.63 menunjukkan semakin cepat sampling maka nilai yang akan terwakili semakin rapat dan teliti.

PLC memiliki beberapa jenis ADC, pada Mesin Press 30 Ton menggunakan ADC Modular yang dipasang pada *Omron CJ Series*, yaitu Modul *CJ1W AD041-V1*. Modul tersebut memiliki 4 buah channel input yang memungkinkan kita menyambung 4 buah sensor analog. Nilai referensi analog yang dapat disambung pada modul ADC umumnya memiliki standar, yaitu untuk tegangan 0 – 5 V, 1 – 5 V, 0 – 10 V, -10 – +10 V sedangkan untuk arus adalah 4 mA hingga 20 mA. Jika resolusi dari modul adalah 4000, artinya nilai referensi analog yang masuk akan dikonversi menjadi nilai digital 0 – 4000. Nilai ini masih dapat ditingkatkan menjadi 8000, dapat diatur saat *setting* parameter.

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan perbandingan perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, modul di atas disambung pada sensor dengan tegangan referensi 5 volt, kemudian sensor mendeteksi objek sehingga mengeluarkan tegangan sinyal 3 volt, maka nilai yang akan diubah menjadi digital adalah $\frac{3}{5}$ dikali 4000, yaitu 2400. Atau dalam bentuk tampilan binernya adalah 1001 0110 0000.



Gambar 2. 64 Diagram Alir Pembacaan Sensor Anaalog

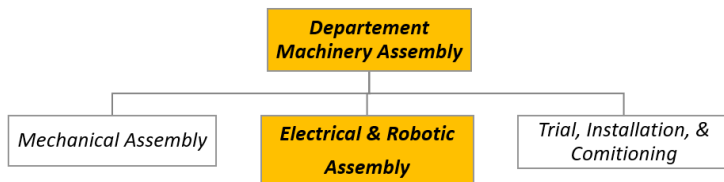
---Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan *hardware* dan pembuatan program *PLC* pada Mesin Press 30 Ton. Pada bab 3 ini membahas mengenai tahapan perancangan sistem meliputi blok fungsional sistem yang menjelaskan mengenai cara kerja mesin secara keseluruhan, perancangan program *PLC* menggunakan *software CX Programmer* dan pembuatan desain *HMI* menggunakan *CX Designer*. Perancangan *hardware* yang akan membahas mengenai perancangan peletakan beserta wiring part-part elektrik.

3.1 *Departement Machinery Assembly*

Departement Machinery Assembly adalah salah satu departemen yang ada pada PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ, yang bertugas untuk memenuhi kebutuhan *assembly* atau perakitan pada mesin dari segi mekanik dan elektrik. Gambar 3.1 menunjukkan struktur organisasi dari departemen *Machinery Assembly* di PT. Astra Otoparts Divisi WINTEQ



Gambar 3. 1 Struktur organisasi *Departement Machinery Assembly*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

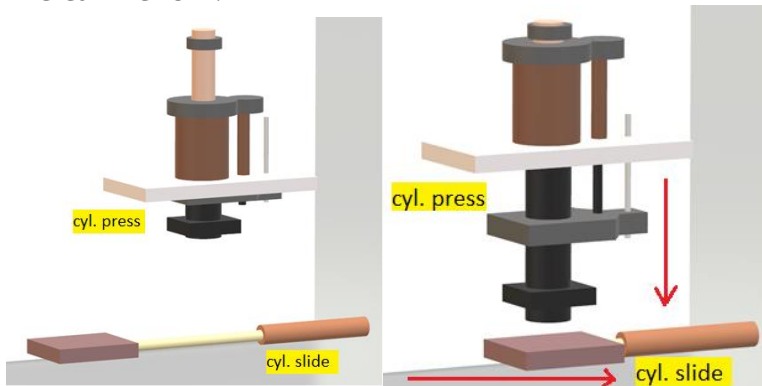
PT Astra Otoparts Tbk. Divisi Winteq (*Workshop for Industrial Equipment*), dengan fokus pada *Electrical & Robotic Assembly*, dan bidang usaha lainnya untuk mendukung penerapan sistem otomatisasi pada mesin industri. Salah satunya adalah pengadaan Mesin Press 30 Ton dimana melakukan proses *pressing* magnet pada *rotor assy* menggunakan piston hidrolik dengan *goal pressure* yang dimonitor dengan analog pada *PLC CJ2M-CPU12*.

Sistem *pressing* berbasis analog dengan pengendali *PLC* yang diharapkan dapat sesuai dengan kebutuhan dan permintaan konsumen, yang meliputi hal-hal berikut :

1. Otomatisasi proses *pressing* dengan penggerak hidrolik.
2. Dapat memonitor besar tekanan yang telah dicapai secara aktual melalui *touchscreen*.
3. Hidrolik dapat di *setting* secara *manual* melalui *touchscreen*.
4. Operator dapat memasukkan batas tekanan *press* yang harus dicapai melalui *touchscreen*.
5. Terdapat alarm untuk indikasi *error* pada saat proses berlangsung dan dapat dimonitor melalui *touchscreen*.
6. *Cycle time* yang dibutuhkan dalam 1 kali *sequence* maksimal 9s.
7. Terdapat *counter product* di *touchscreen* untuk menghitung jumlah produk yang sudah di *pressing*.

3.1.1 Data Requirement

Maka berdasarkan *requirement* konsume, dimana membutuhkan mesin *pressing* yang dapat berjalan secara otomatis dengan menggunakan penggerak hidrolik, yang dimana *goal pressure* sebesar 90 kN – 100 kN yang dapat di monitor dengan berbasis pada analog dari PLC CJ2M-CPU12.



Gambar 3. 2 Desain Konsep Kerja Mesin
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

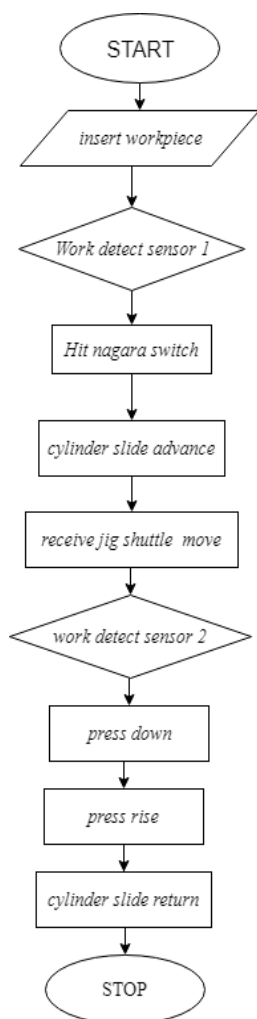
Dari Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa pergerakan *cylinder press* bergerak secara linear, yaitu keatas dan kebawah. Dan pada *cylinder slide* juga bergerak secara linear, sesuai arah panah yang ditunjukan diatas pada Gambar 3.2 yaitu kedepan dan juga kebelakang yang dilihat pada mesin tampak samping. Gambar 3.2 menunjukkan desain konsep dari Mesin *Press* 30 Ton, dimana terdapat beberapa bagian yaitu:

- a. *Base* adalah bagian yang berfungsi menopang *jig*.
- b. *Jig* adalah bagian yang berfungsi untuk tempat meletakkan benda kerja
- c. *Cylinder press* adalah silinder yang digunakan untuk melakukan proses *pressing* benda kerja.
- d. *Cylinder slide* adalah silinder yang digunakan untuk proses transfer *jig* dari titik operator ke titik *pressing*.
- e. Benda Kerja adalah objek yang akan di *pressing* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3. Benda kerja yang akan dilakukan proses *pressing* pada Mesin *Press 30 Ton* yaitu *rotor assy*.



Gambar 3. 3 Benda Kerja *Rotor Assy*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Berikut ini merupakan konsep dasar kerja mesin, yang digambarkan dalam bentuk *flow* proses kerja mesin yang ditunjukan pada Gambar 3.4.



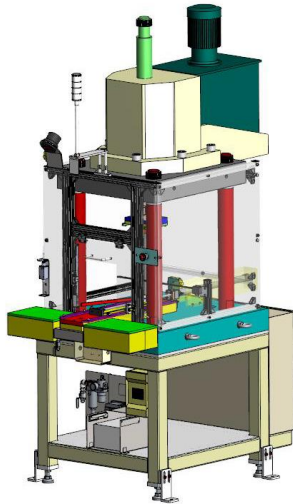
Gambar 3. 4 *Gambar Flow Proses Mesin Press 30 Ton*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Dari gambar *flow* proses pada Gambar 3.4 diatas dapat diketahui konsep untuk langkah kerja mesin sebagai berikut:

1. Pertama, operator meletakkan benda kerja pada *jig*.

2. Lalu, sensor benda kerja 1 akan mendeteksi posisi benda kerja sudah berada pada *jig* diluar mesin.
3. *Nagara switch* tertekan, kemudian silinder *slide* akan masuk kedalam mesin.
4. Sensor benda kerja 2 akan mendeteksi posisi benda kerja sudah berada didalam mesin.
5. Piston hidrolik aktif dan akan melakukan proses *pressing*.
6. Ketika *goal pressure* sudah tercapai, piston hidrolik akan rilis.
7. Silinder *slide* akan keluar mesin.
8. Operator akan mengambil benda kerja dan proses dapat diulang kembali.

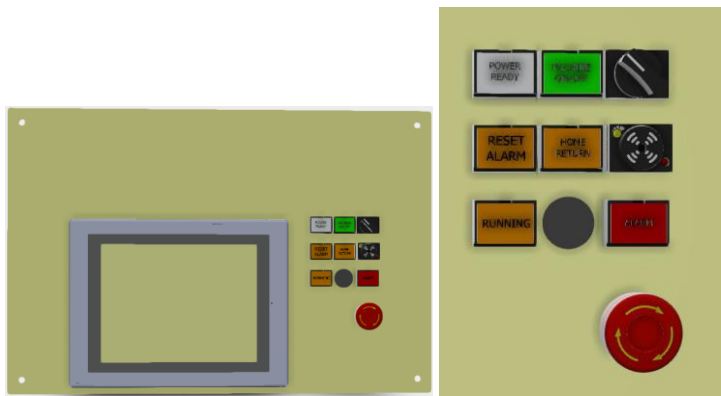
3.1.2 Perancangan Mesin



Gambar 3. 5 Desain Mesin *Press* 30 Ton
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Gambar 3.5 menunjukkan gambar desain dari Mesin *Press* 30 Ton secara mekanik tidak melakukan banyak perubahan pada bentuk tubuh mesin dengan ukuran dimensi 2m x1,5m. Tetapi secara elektrik terdapat perubahan yaitu penambahan *touchscreen* pada panel antarmuka yang dapat dilihat pada Gambar 3.6, dimana terlihat terdapat panel

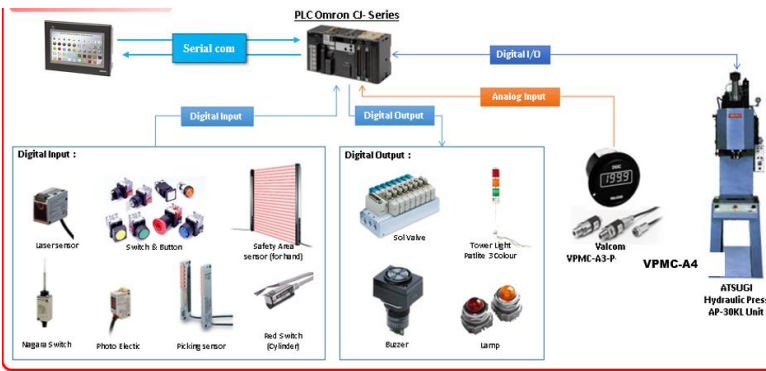
touchscreen dan masih menggunakan beberapa tombol untuk melakukan pengoperasian secara *manual*.



Gambar 3. 6 Desain HMI pada Mesin Press 30 Ton
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

3.1.3 Perancangan Sistem Kontrol

Untuk memenuhi *requirement* konsumen yang menginginkan adanya pengendalian sistem *pressing* yang presisi maka dibuatlah sistem kontrol seperti pada Gambar 3.7 yang merupakan diagram blok sistem pengendali pada Mesin Press 30 Ton



Gambar 3. 7 Diagram Sistem Pengendali Mesin Press 30 Ton
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Berikut adalah perangkat-perangkat yang digunakan untuk sistem kontrol Mesin Press 30 Ton akan dirincikan pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Perangkat Elektrik Sistem Kontrol Mesin

No	Nama	Merk	Tipe	Keterangan
1.	<i>Trafo 220V-110V</i>	<i>Centrado</i>	-	<i>Trafo step down 220V to 110V</i>
2.	<i>Magnetic Contactor</i>	<i>Fuji</i>	<i>SC-4-0/G</i>	<i>Power Motor</i>
3.	<i>Load Cell</i>	<i>Fuji</i>	<i>TR-5-1N</i>	<i>Load Cell</i>
4.	<i>Power Supply</i>	<i>Omron</i>	<i>S8VS-12024</i>	<i>Power Supply AC to DC</i>
5.	<i>Circuit Protector</i>	<i>Fuji</i>	<i>CP30FM</i>	-
6.	<i>Relay VDC</i>	<i>Omron</i>	<i>MY2N-GS 24 VDC</i>	<i>Sol. Press down, Sol. Press High Speed, Main Pressure, CR. Shuttle slide RTN ended, CR. Door close detect, Cr. Air pressure normal,</i>
8.	<i>Relay VAC</i>	<i>Omron</i>	<i>MY4N-SC 110 VAC</i>	<i>Emergency stop normal, master ON</i>
9.	<i>Tower Lamp</i>	<i>Patlite</i>	<i>LES-302A-RYG</i>	<i>Tower lamp machine</i>
10.	<i>Pushbutton</i>	<i>Fuji</i>	<i>AH165-TGF</i>	<i>Cycle Stop, Alarm Reset, Home Position, Master ON.</i>
12.	<i>Buzzer</i>	<i>Fuji</i>	<i>AH164-TX1BE</i>	<i>Buzzer error</i>
13.	<i>Selector Switch</i>	<i>Fuji</i>	<i>AH165-PK3B22</i>	<i>Manual mode/auto mode</i>
14.	<i>Nagara Switch</i>	<i>Omron</i>	<i>HL-5050</i>	<i>LS. Auto start cycle</i>
15.	<i>Sensor Area</i>	<i>Panasonic</i>	<i>SF2B-A8-N</i>	<i>Safety sensor area</i>
16.	<i>Proximity sensor</i>	<i>Keyence</i>	<i>LR-TB2000</i>	<i>Work detect 1</i>

Tabel 3. 2 Perangkat Elektrik Sistem Kontrol Mesin (Lanjutan 1)

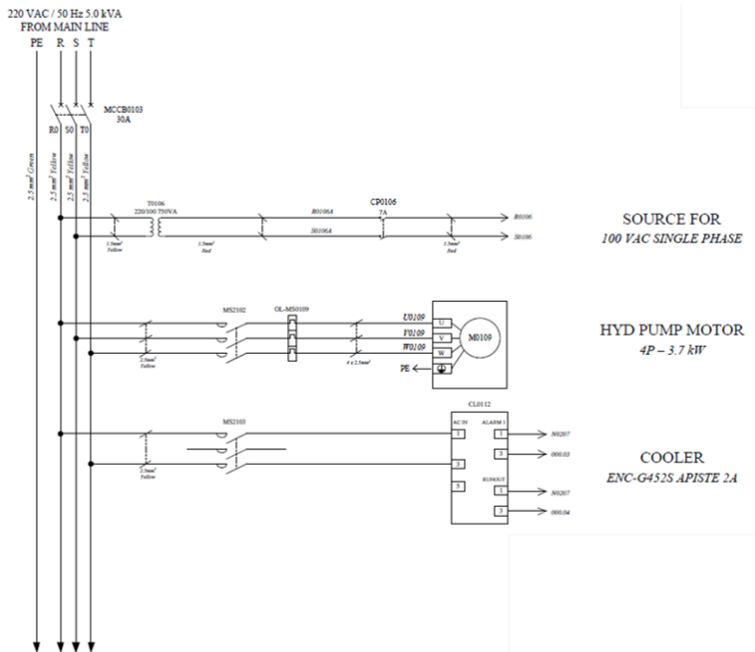
No	Nama	Merk	Tipe	Keterangan
17.	<i>Proximity sensor</i>	<i>Keyence</i>	<i>PR-G41N</i>	<i>Work detect 2</i>
18.	<i>Digital Pressure Display</i>	<i>Valcom</i>	<i>VPMC-A3-P-294KN-4</i>	<i>Display pressure actual</i>
19.	<i>Pressure transducer</i>	<i>Valcom</i>	<i>VPRT-20MP</i>	<i>Sensor pressure actual</i>
20.	<i>Touchscreen</i>	<i>Omron</i>	<i>NS8-TV00B-ECV2</i>	<i>HMI</i>
21.	<i>Motor Induksi 3 Phase</i>	<i>NACHI</i>	<i>UPV-1A-16N2-3,7-4-30</i>	<i>Hydraulic motor pump</i>
22.	<i>Proximity Sensor</i>	<i>Omron</i>	<i>F3W-D052A</i>	<i>NG. Box Sensor</i>
23.	<i>Reed Switch Sensor</i>	<i>SMC</i>	<i>M9BWL</i>	<i>Press down point, press up ended, shuttle slide advance ended, shuttle slide return ended</i>
24.	<i>Cooler</i>	<i>Omron</i>	<i>SC-0GT 24VDC</i>	<i>Cooler tank hydraulic</i>
25.	<i>Relay</i>	<i>Omron</i>	<i>LY2N 24VDC</i>	<i>Press up, press down, high speed, press down</i>
26.	<i>Service Air Unit</i>	<i>SMC</i>	<i>AC30B-03CM5A</i>	<i>Main air pressure</i>
27.	<i>Solenoid valve (pneumatic)</i>	<i>SMC</i>	<i>SY3300-5Z1</i>	<i>Cyl. shuttle slide advance, Cyl. shuttle slide return</i>
28.	<i>Solenoid valve (pneumatic)</i>	<i>SMC</i>	<i>SY3A00H-5Z1</i>	<i>Main air pressure</i>
29.	<i>Solenoid valve (hydraulic)</i>	<i>NACHI</i>	<i>SS-G03-C5-R-C1-J22</i>	<i>Cyl. press up, Cyl. press down</i>
30.	<i>Solenoid valve (hydraulic)</i>	<i>NACHI</i>	<i>SS-G01-A3X-R-C1-31</i>	<i>Main pressure, high speed</i>
31.	<i>Pneumatic Cylinder</i>	<i>SMC</i>		<i>Cylinder shuttle slide</i>
32.	<i>Hydraulic Cylinder</i>	<i>PANDU</i>	-	<i>Cylinder press</i>
33.	<i>Fan cooler</i>	<i>GOOLBIT</i>	<i>AN-0608LT-CA2</i>	<i>Cooler tank</i>

3.2 Rancang Bangun Komponen Sistem Kontrol Elektrik

Dalam perancangan mesin ini terdapat beberapa perangkat masukan yang digunakan untuk mengontrol kerja mesin. Berikut ini spesifikasi perangkat-perangkat elektrik yang digunakan.

3.3 Pengkabelan Komponen Elektrik dan Daya Mesin

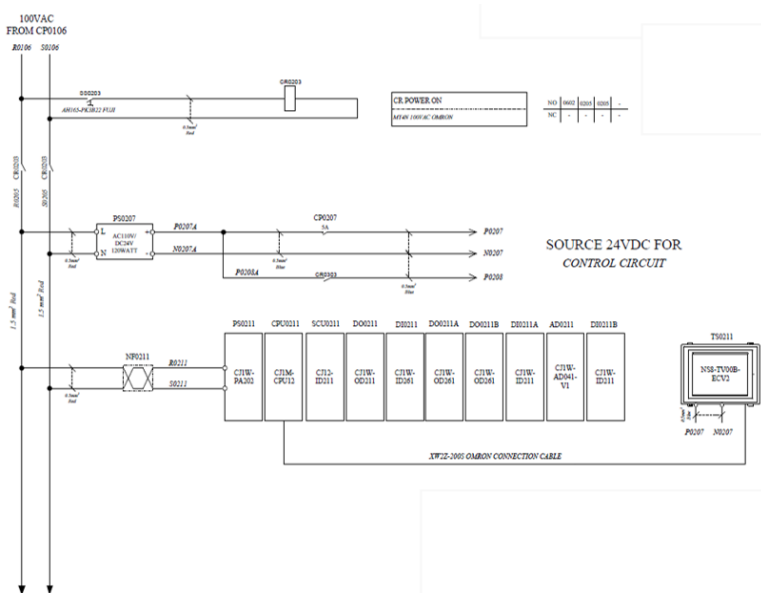
3.3.1 Pengkabelan Catu Daya AC



Gambar 3. 8 Diagram Pengkabelan Catu Daya 220 VAC
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pengkabelan diagram daya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pada masing-masing perangkat kontrol yang digunakan. Sistem kontrol Mesin Press 30 Ton terdiri dari *main panel* dan *operation panel*. *Main panel* atau panel utama yaitu merupakan panel yang berisi perangkat kontrol dasar dan sumber tegangan terpusat pada Mesin Press 30 Ton. Penjelasan pengkabelan catu daya pada sub-bab ini akan disertakan gambar diagram pengkabelan dari panel Mesin Press 30 Ton.

Setelah perancangan peletakan komponen sudah selesai, maka selanjutnya yaitu melakukan pengkabelan pada catu daya yang nantinya digunakan untuk sumber tegangan oleh mesin.



Gambar 3. 9 Pengkabelan Catu Daya 110 VAC
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pengkabelan daya bertujuan untuk mendistribusikan sumber tegangan AC 380VAC maupun 220 VAC. Sumber tegangan ini digunakan untuk mengaktifkan beberapa komponen elektrik yang membutuhkan daya AC pada mesin. Pada Gambar 3.9 menunjukkan diagram pengkabelan catu daya AC untuk motor pompa hidrolik (200 VAC 3 fasa), pendingin *main panel* (200 VAC 2 fasa), dan daya masukan untuk trafo *step-down* 220-110 VAC (200 VAC 2 fasa). Dapat terlihat pada Gambar 3.9, motor pompa hidrolik tidak langsung tersambung dengan daya tegangan, tetapi masih melewati *magnetic contactor*, dimana *magnetic contactor* berfungsi untuk mengaktifkan motor pompa hidrolik melalui PLC dengan memicu kontak yang terhubung pada motor pompa hidrolik. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya arus pendek yang dapat menyebabkan kerusakan pada motor pompa hidrolik secara langsung. *Magnetic*

contactor ini akan memutus arus kontak rangkaian ketika terjadi arus pendek.

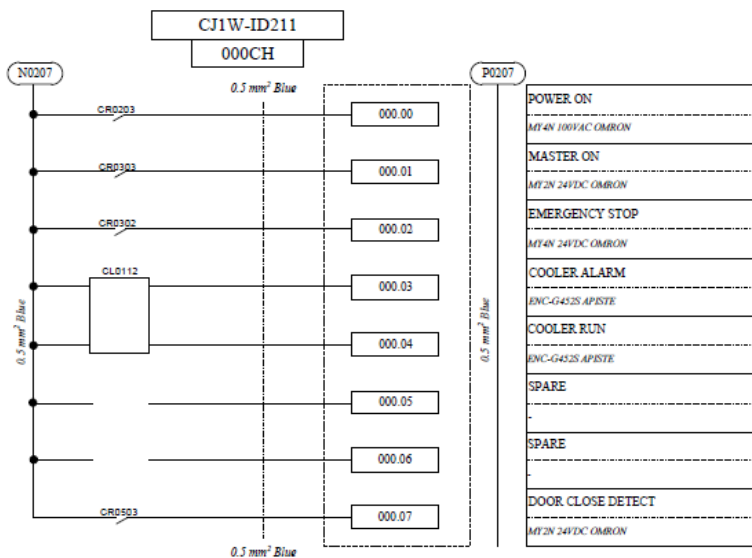
Pada Gambar 3.9 menunjukkan diagram pengkabelan catu daya AC dengan besar tegangan 110 VAC 2 fasa yang dihasilkan dari tegangan keluaran trafo *step-down* 220-110VAC. Tegangan 110 VAC ini digunakan untuk mengaktifkan relay VAC, daya masukan pada *power supply AC to DC*, dan *PLC*. Pada *power supply AC to DC*, daya 110 VAC dirubah menjadi tegangan DC sebesar 24VDC untuk mengaktifkan beberapa komponen elektrik pada mesin yang membutuhkan daya 24VDC seperti lampu, *relay* VDC, dan komponen DC yang lainnya. Pengkabelan daya DC pada komponen elektrik DC terlebih dahulu melalui *circuit protector*, yaitu komponen elektrik yang digunakan untuk membatasi arus berlebih agar tidak terjadi kerusakan pada komponen secara langsung. Ketika terjadi arus pendek maka *circuit protector* akan memutus kontak rangkaian.

3.3.2 Pengkabelan *Input* dan *Output*

Perangkat masukan dan keluaran harus dihubungkan harus dihubungkan ke modul masukan dan keluaran *PLC* agar perangkat dapat dikendalikan oleh *PLC* sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pengalamatan berfungsi untuk memudahkan proses penghubungan perangkat masukan dan keluaran dengan modul masukan dan keluaran dari *PLC*. Berikut akan dijelaskan beberapa pengalamatan yang telah dibuat.

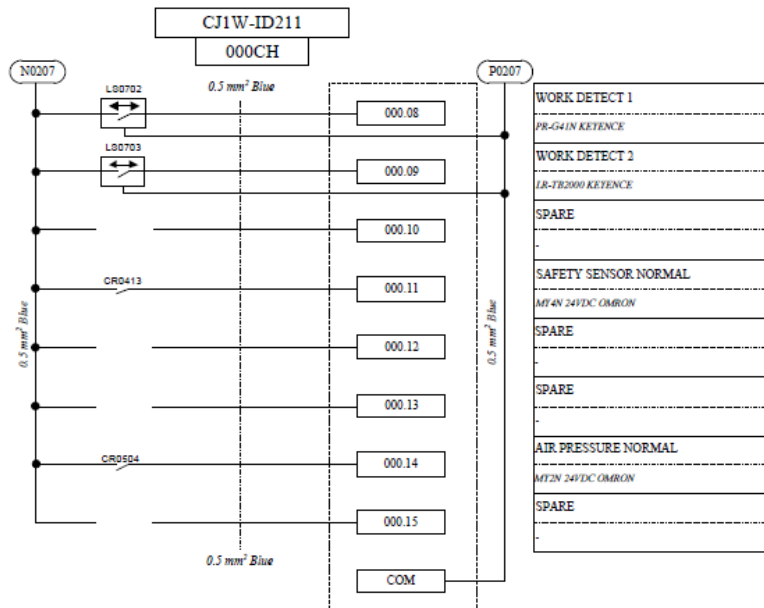
a. Pengkabelan Perangkat Masukan

Perangkat komponen masukan yang dihubungkan dengan modul masukan *PLC* yaitu: *pushbutton*, *selector switch*, *sensor*, *relay* dan *touchscreen* yang terhubung menggunakan kabel *serial communication*. Pengalamatan perangkat masukan dibuat berdasarkan modul masukan *PLC* yaitu *CJ1W-ID211* dan *CJ1W-ID261*, sedangkan sebagian komponen masukan ke *PLC* yang tidak langsung ke modul input tetapi melalui *terminal block* *HYBT-25* yang tersambung ke modul input *CJ1W-ID211* dan *CJ1W-261*. Diagram pengkabelan perangkat masukan yang akan dijelaskan merupakan pengkabelan pada *main panel* pada Mesin Press 30 Ton.



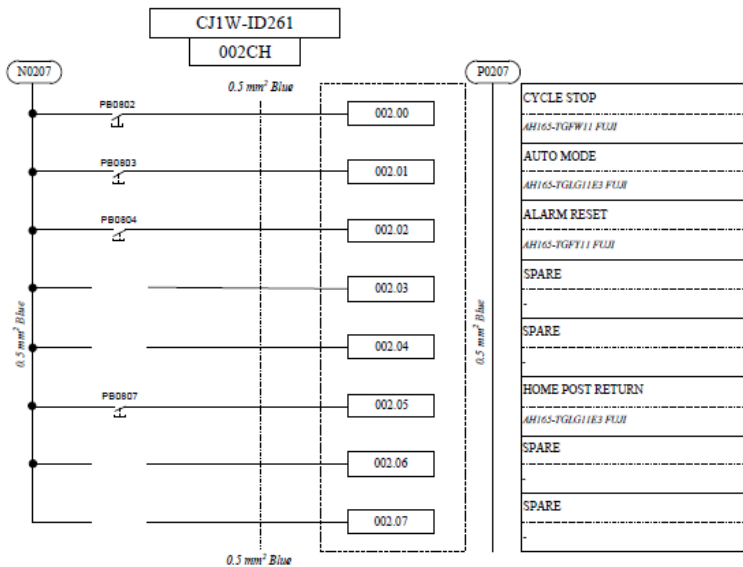
Gambar 3. 10 Pengkabelan Perangkat Masukan PLC ID211 (1)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.10 ditunjukkan pengkabelan daya perangkat masukan digital yang dikendalikan oleh PLC, dimana PLC mengolah data dari perangkat masukan kemudian di proses untuk mengaktifkan perangkat keluaran. Pengkabelan pada PLC dengan masukan daya sebesar 24 VDC. Perangkat masukan berupa *Omron Relay MY4N 24VDC* untuk mengontrol *pushbutton* sebagai fungsi *master ON*, *power ON*, dan *emergency stop* pada mesin. *Relay* tersebut juga berfungsi untuk mengontrol *proximity sensor* yang terpasang pada pintu mesin sebagai fungsi *door close detect* untuk memastikan pintu pada mesin sudah tertutup untuk mengoperasikan mesin. Pada Gambar 3.10 juga ditunjukkan perangkat masukan berupa *Cooler ENC-G452S APSITE* sebagai pendingin pada *main panel*.



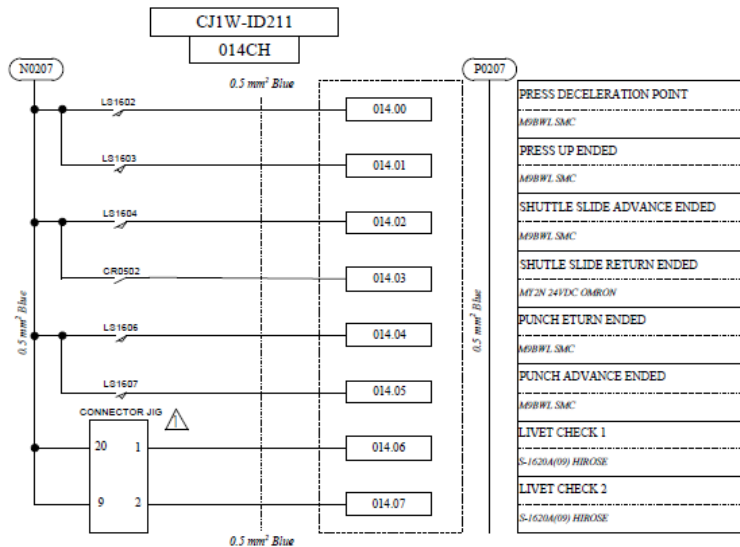
Gambar 3. 11 Pengkabelan Perangkat Masukan PLC ID211 (2)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.11 ditunjukkan pengkabelan daya perangkat masukan digital yang dikendalikan oleh PLC, dimana PLC mengolah data dari perangkat masukan kemudian di proses untuk mengaktifkan perangkat keluaran. Pada Gambar 3.11 merupakan pengkabelan pada PLC dengan masukan daya sebesar 24 VDC. Perangkat masukan berupa *Proximity Sensor KEYENCE PR-G41N* untuk fungsi *work detect 1* untuk mendeteksi posisi benda kerja diluar mesin yang sudah diletakkan pada *jig* dan *Proximity Sensor KEYENCE LR-TR2000* sebagai fungsi *work detect 2* untuk mnendeteksi posisi benda kerja didalam mesin. Lalu perangkat masukan lainnya berupa *Relay OMRON MY4N 24VDC* untuk mengontrol sensor pada fungsi *safety sensor normal* dan *air pressure normal*. Pada alamat masukan dengan nomor 000.05 dan 000.07 tidak digunakan.



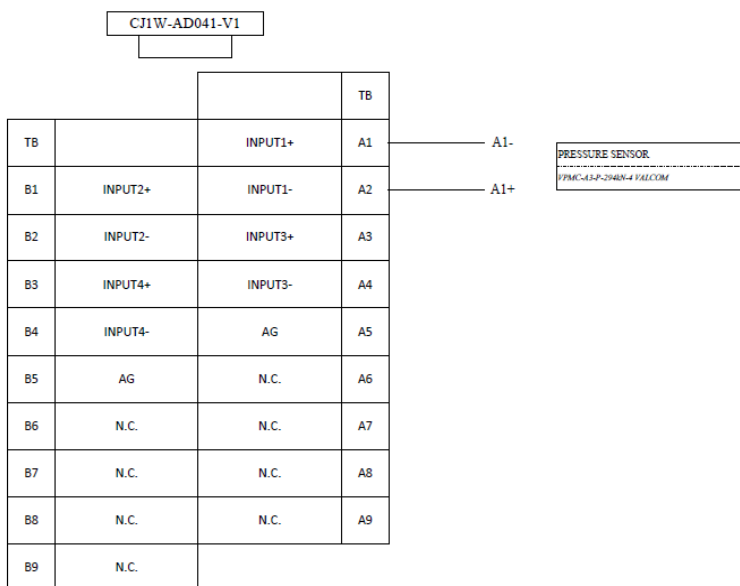
Gambar 3. 12 Pengkabelan Perangkat Masukan PLC ID261 (1)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.12 ditunjukkan pengkabelan daya perangkat masukan digital yang dikendalikan oleh PLC, dimana PLC mengolah data dari perangkat masukan kemudian di proses untuk mengaktifkan perangkat keluaran. Pada Gambar 3.12 merupakan pengkabelan pada PLC dengan masukan daya sebesar 24 VDC. Perangkat masukan berupa Pushbutton FUJI AH165-TGFW11, AH165-TGLG11E3, AH165-TGFW11 sebagai fungsi *cycle stop* untuk menghentikan pergerakan mesin, *auto mode* untuk mengatur mode *auto* mesin, dan *alarm reset* untuk mematikan *buzzer* yang menyala ketika terjadi *error* pada mesin, dan *home post return* untuk mengembalikan posisi silinder pneumatik dan hidrolik ke posisi awal. Pada alamat masukan PLC dengan nomor 000.10, 000.12, 000.13, dan 000.15 tidak digunakan



Gambar 3. 13 Pengkabelan Perangkat Masukan PLC ID211 (3)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.13 ditunjukkan pengkabelan daya perangkat masukan digital yang dikendalikan oleh PLC, dimana PLC mengolah data dari perangkat masukan kemudian di proses untuk mengaktifkan perangkat keluaran. Pada Gambar 3.13 merupakan pengkabelan pada PLC dengan masukan daya sebesar 24 VDC. Perangkat masukan berupa Reed Switch Sensor SMC M9BWL yang terpasang pada silinder hidrolik sebagai fungsi *press deceleration point* untuk mendeteksi posisi turun silinder hidrolik fungsi *press up ended* untuk mendeteksi posisi naik silinder hidrolik. Reed Switch Sensor SMC M9BWL juga terpasang pada silinder pneumatik sebagai fungsi *shuttle slide advance ended* untuk mendeteksi posisi masuk silinder peneumatik dan fungsi *shuttle slide return ended* untuk mendeteksi posisi keluar silinder pneumatik. Pada perangkat masukan PLC dengan nomor masukan 014.04 sampai dengan 014.07 tidak digunakan.



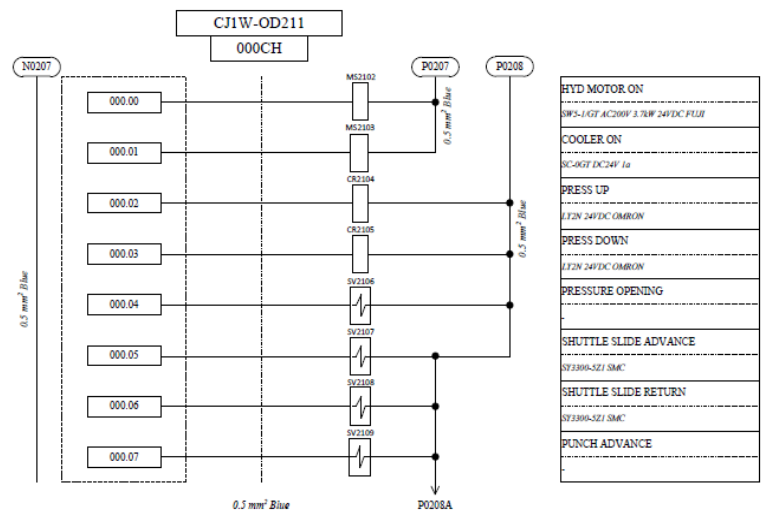
Gambar 3. 14 Pengkabelan Perangkat Masukan *PLC AD041-V1*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.14 Ditunjukkan pengkabelan daya perangkat masukan analog yang dikendalikan oleh *PLC*. Pada Gambar 3.14 modul analog *PLC* disambungkan dengan perangkat masukan berupa *Pressure Sensor VALCOM* yang merupakan sensor *load cell* yang dipasang di *solenoid valve pressure down* atau tekanan utama pada sistem hidrolik, dimana sensor *load cell* tersebut akan mendeteksi tekanan pada *solenoid valve* pada saat silinder dalam keadaan sedang melakukan proses *pressing*. Sensor akan menerima data tekanan dalam besaran MPA, lalu sensor ini akan merubah besaran tersebut menjadi tegangan. *PLC* akan menerima data tegangan dari sensor *load cell* memonitor besar tekanan yang dideteksi oleh sensor dalam bentuk data memori, yang selanjutnya data memori ini akan diproses sebagai syarat *pressure goal* atau tekanan yang telah tercapai dalam proses *pressing*.

b. Pengkabelan Perangkat Keluaran

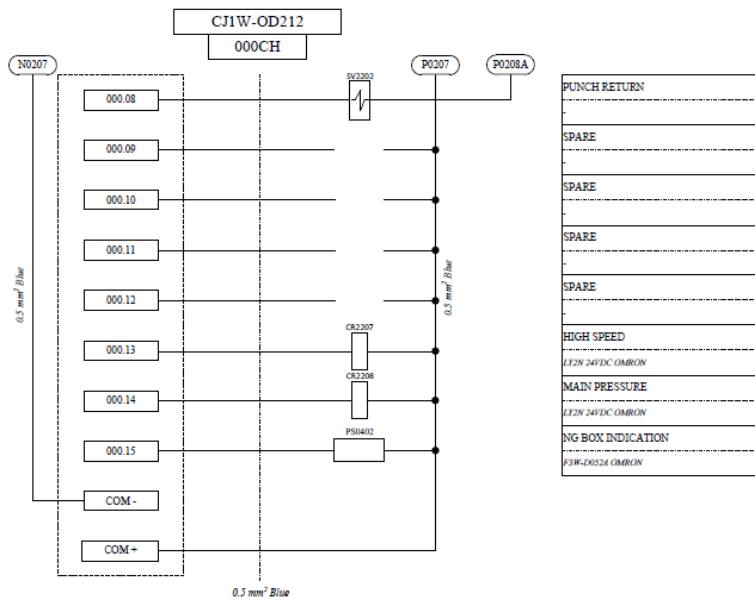
Pada Mesin *Press 30 Ton* terdapat beberapa perangkat keluaran berupa aktuator seperti motor induksi 3 fasa, solenoid pneumatik, solenoid hidrolik, *pilot light*, *buzzer* dan perangkat keluaran lainnya.

Pengkabelan pada perangkat keluaran tidak langsung terhubung pada modul *output PLC*, tetapi melewati *relay* terlebih dahulu yang bertujuan sebagai pengaman *PLC* apabila perangkat keluaran terjadi hubungan arus pendek. Pengkabelan perangkat keluaran terhadap *PLC* akan dijelaskan melalui diagram pengkabelan.



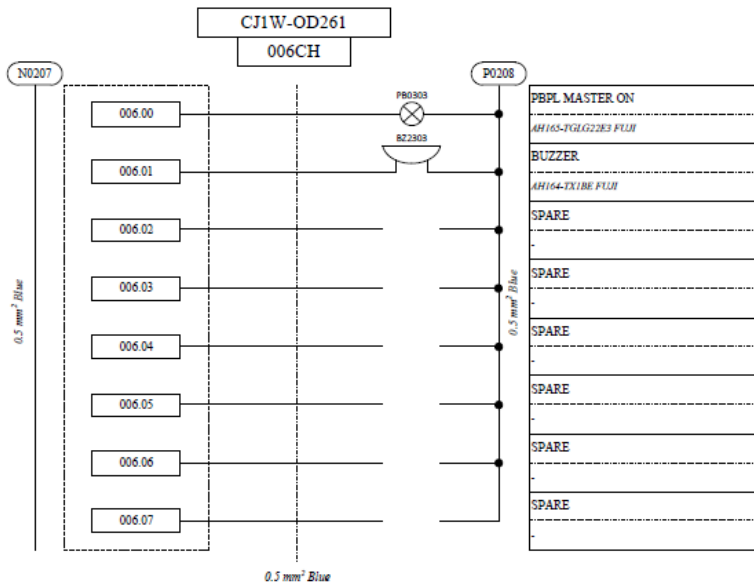
Gambar 3. 15 Pengkabelan Perangkat Keluaran PLC OD211 (1)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.15 ditunjukkan perangkat keluaran yang dikendalikan oleh *PLC* berupa *Hydraulic Motor Pump FUJI SW5-1/GT* yaitu motor induksi 3 fasa yang berfungsi memompa fluida untuk menggerakkan silinder hidrolik, *Cooler Tank SC-OGT* yaitu alat pendingin untuk tangki, *Relay LY2N OMRON 24VDC* untuk mengontrol *solenoid valve* sebagai penggerak silinder hidrolik untuk fungsi *press up* dan *press down*. Perangkat keluaran lainnya yaitu *Solenoid Valve SMC SY3300-5Z1* sebagai penggerak silinder pneumatik untuk fungsi *shuttle slide return* dan *shuttle slide advance*



Gambar 3. 16 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran PLC
OD211 (2)
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

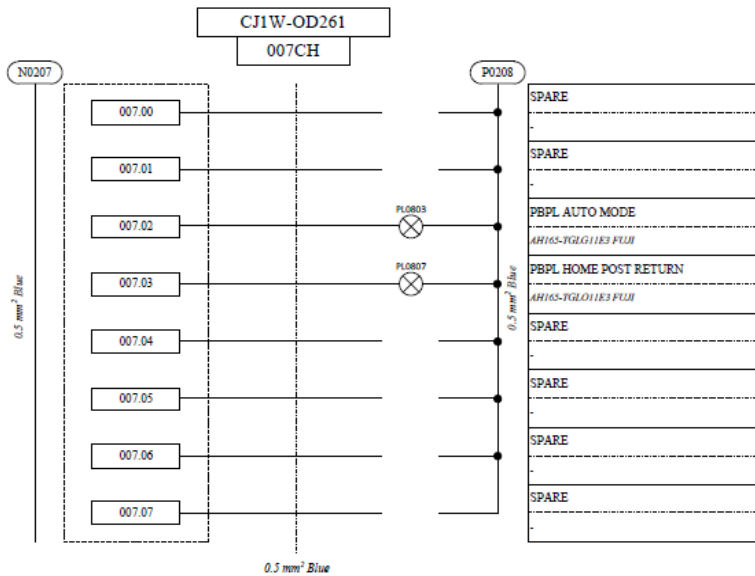
Pada gambar 3.16 ditunjukkan perangkat keluaran yang dikendalikan oleh PLC berupa *Relay OMRON LY2N-24VDC* untuk mengontrol *solenoid valve* sebagai penggerak silinder hidrolik untuk fungsi *high speed* dan *main pressure*. Fungsi *high speed* digunakan apabila ingin menggerakkan hidrolik dengan kecepatan lebih cepat , sedangkan fungsi *main pressure* digunakan untuk membuka *solenoid valve* yang merupakan tekanan utama pada hidrolik, dan harus aktif apabila ingin menggerakkan piston hidrolik. Perangkat keluaran lainnya yaitu *Sensor OMRON F3W-D052A* untuk fungsi *NG Box Indication* yang digunakan untuk menghitung jumlah benda kerja yang dihasilkan dengan kualitas buruk. Alamat keluaran PLC 000.09 sampai dengan 000.15 tidak digunakan.



Gambar 3. 17 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran PLC OD261 (1)

(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

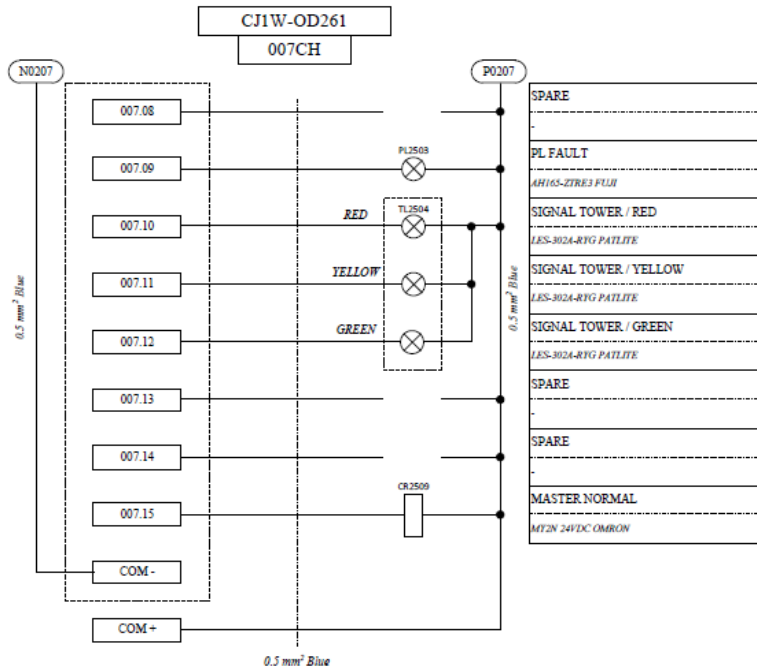
Pada Gambar 3.17 ditunjukkan perangkat keluaran yang dikendalikan oleh PLC berupa *Pushbutton Pilot Lamp FUJI AH165-TGLG22E3* untuk fungsi *master ON*, dimana lampu akan menyala ketika fungsi *master ON* dalam keadaan aktif. Dan perangkat keluaran lainnya yaitu *Buzzer FUJI AH164TX1BE* yang digunakan sebagai indikator suara yang akan aktif ketika terjadi *error* pada mesin. Untuk alamat keluaran PLC 000.02 sampai dengan 000.07



Gambar 3. 18 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran PLC OD261 (2)

(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.18 Ditunjukkan perangkat keluaran yang dikendalikan oleh PLC berupa *Pushbutton Pilot Lamp AH165-TGLG11E3* sebagai indikator *auto mode*, dimana lampu akan aktif ketika mesin sudah dalam mode *auto*. Dan *Pushbutton Pilot Lamp AH165-TGLO11E3* sebagai indikator *home post return*, dimana lampu akan aktif ketika semua aktuator mesin sudah kembali di posisi semula. Alamat keluaran PLC 007.00 sampai dengan 007.01 dan 007.04 sampai dengan 007.07 tidak digunakan.

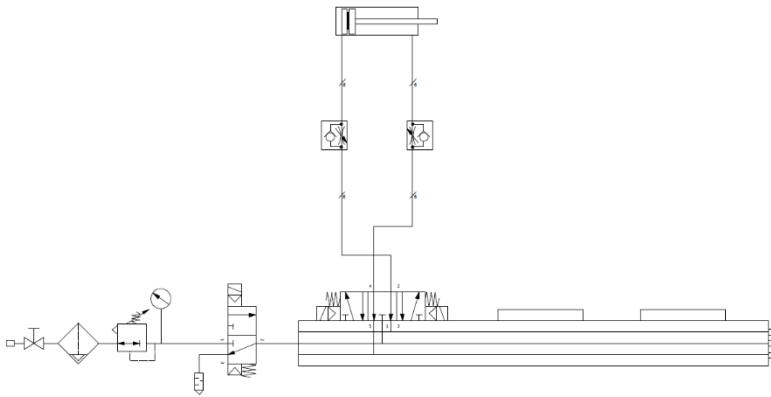


Gambar 3. 19 Pengkabelan Perangkat Perangkat Keluaran PLC OD261 (3)

(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada Gambar 3.19 ditunjukkan perangkat keluaran yang dikendalikan oleh PLC berupa *Pilot Lamp FUJI AH165-ZTRE3* untuk fungsi sebagai indikator *fault*, dimana lampu akan aktif ketika terjadi *error* pada mesin. Perangkat keluaran lainnya yaitu *Tower Lamp PATLITE LES-302A-RTG* untuk fungsi *signal tower red* yang akan menyala ketika terjadi *error* pada mesin, *signal tower yellow* yang akan menyala ketika mesin sedang tidak digunakan, dan *signal tower green* yang akan menyala ketika mesin dalam keadaan *running*. Perangkat keluaran lainnya yaitu *Relay OMRON MY2N-24VDC* untuk fungsi *master normal* untuk mengontrol *solenoid valve* pada silinder pneumatik. Pada alamat keluaran PLC 007.08 dan 007.13 sampai dengan 007.14 tidak digunakan.

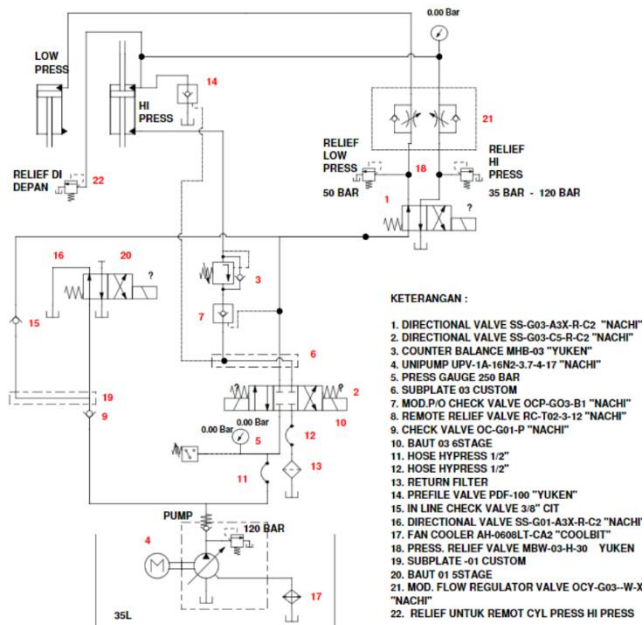
3.4 Pembuatan Sistem Pneumatik



Gambar 3. 20 Diagram Pneumatik Silinder *Slide*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada pembuatan Mesin *Press* 30 Ton terdapat perakitan sistem pneumatik, dimana sistem ini berfungsi sebagai penggerak untuk *cylinder slide (advance/return)*. *Cylinder slide (advance/return)* merupakan silinder yang membawa *jig* yang merupakan tempat untuk menaruh benda kerja. Pada Gambar 3.20 merupakan *diagram* untuk sistem pneumatik. Pada silinder *slide* yang berfungsi untuk membawa *jig*. *Jig* merupakan sebuah tempat yang digunakan untuk menaruh benda kerja. Silinder Ketika kompresor udara telah aktif, dan tekanan udara telah diatur sebesar 8 bar, maka udara akan masuk ke *solenoid valve* utama yang bertipe *single acting solenoid*, lalu setelah *single acting solenoid* aktif, maka udara akan masuk ke *solenoid valve* yang digunakan sebagai penggerak silinder *slide* yang bertipe *double acting solenoid* yang dapat menggerakkan silinder maju dan mundur.

3.5 Perakitan Sistem Hidrolik

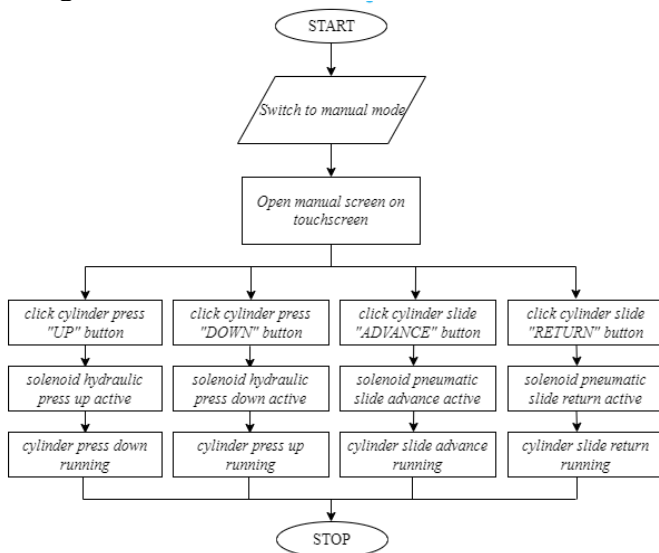


Gambar 3. 21 Diagram Hidrolik Silinder Press
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Pada pembuatan Mesin Press 30 Ton terdapat perakitan sistem hidrolik yang dilakukan oleh tim mekanik, dimana sistem ini berfungsi sebagai penggerak untuk *cylinder press (up/down)*. *Cylinder press (up/down)* merupakan silinder yang berfungsi sebagai penggerak untuk melakukan proses *pressing* pada benda kerja dengan tekanan yang sudah ditentukan. Pada Gambar 3.21 merupakan *diagram* untuk sistem hidrolik.

3.6 Pembuatan Program PLC

3.6.1 Pergerakan Manual



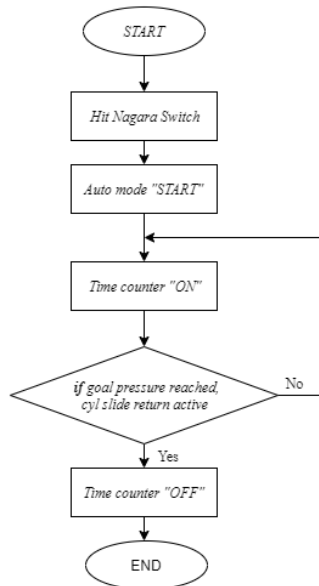
Gambar 3. 22 Flowchart Pergerakan Manual
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Flowchart program *maual* pada Gambar 3.22 merupakan proses mesin pada saat mode *manual*. Mode *manual* dilakukan operator untuk megatur pergerakan silinder hidrolik dan silinder pneumatik melalui HMI. Mode *manual* ini bertujuan untuk mengecek kesiapan mesin agar tidak terjadi masalah saat proses kerja mesin berlangsung. Flow chart program diatas terdiri dari beberapa proses untuk memulai mode *manual* yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

- Operator mengatur mode *manual* dengar memutar posisi *selector switch* ke arah kiri.
- Setelah itu, HMI akan menampilkan tampilan mode *manual* yang berisikan tombol-tombol perintah yang akan digunakan operator untuk mengatur pergerakan silinder pneumatik dan silinder hidrolik.
- Ketika tombol “UP” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem hidrolik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* bergerak ke atas.

- d. Ketika tombol “*DOWN*” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem hidrolik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* bergerak ke bawah.
- e. Ketika tombol “*ADVANCE*” pada bagian pengaturan silinder *slide* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem pneumatik akan aktif untuk menggerakkan silinder *slide* bergerak masuk ke dalam mesin.
- f. Ketika tombol “*RETURN*” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid slide* pada sistem pneumatik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* keluar mesin.

3.6.2 Program Durasi Proses



Gambar 3. 23 Flowchart Program Perhitungan Durasi Proses
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Flowchart program *cycle time* pada Gambar 3.23 merupakan proses mesin pada saat mode *auto* aktif. Program *cycle time* merupakan program yang berfungsi untuk menghitung durasi proses pada saat mesin melakukan proses *pressing* pada satu benda kerja. Operator dapat memonitor durasi proses mesin melalui *HMI*. *Flow chart* program

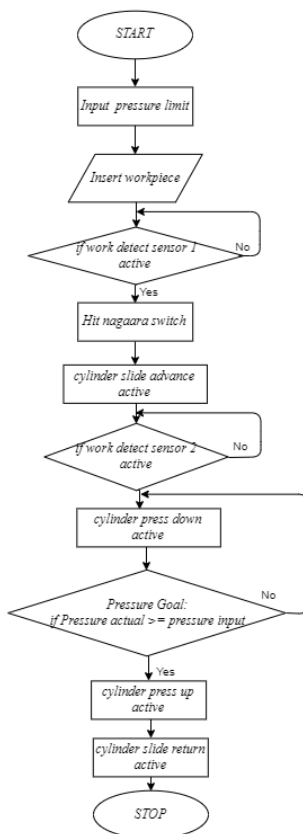
perhitungan durasi proses terdiri dari beberapa proses untuk memulai perhitungan durasi proses mesin yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

- a. Ketika proses *auto* dimulai dengan menekan *nagara swith*, *timer* akan aktif dan memulai perhitungan durasi proses mesin yang dimulai dari nol (0) sekon.
- b. Durasi proses mesin akan ditampilkan pada *HMI*, sehingga operator dapat memonitor melalui *HMI* tersebut.
- c. Ketika proses *auto* berakhir dengan ditandai dengan benda kerja yang telah di proses telah diantarkan keluar dari mesin oleh silinder *slide*, maka *timer* akan mati.
- d. *HMI* akan menampilkan durasi 30 kali proses *auto* pada benda kerja

3.6.3 Pergerakan Auto

Flowchart program *auto* pada Gambar 3.24 merupakan proses mesin pada saat mode *auto*. Mode *auto* dilakukan operator untuk memulai proses *pressing* pada benda kerja secara otomatis. Mode *auto* ini bertujuan untuk melakukan proses *pressing* pada benda kerja dengan tekanan *pressing* pada benda kerja dengan tekanan *pressing* yang telah ditentukan oleh operator melalui *HMI*. *Flow chart* program *auto* terdiri dari beberapa proses untuk memulai mode *manual* yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

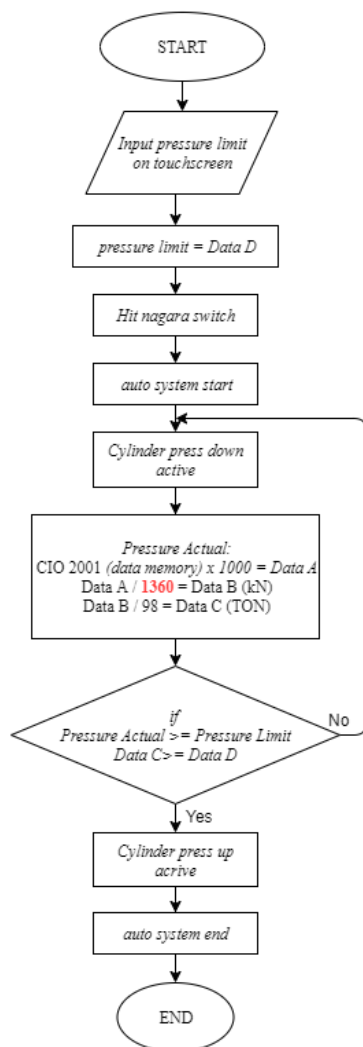
- a. Operator memasukkan batas tekanan *pressing* pada *HMI*.
- b. Operator mengatur mode *auto* dengan mengatur posisi *selector switch* ke arah kanan.
- c. Operator meletakkan benda kerja pada *jig*.
- d. Ketika sensor *work detect 1* mendeteksi adanya benda kerja pada *jig*, maka mode *auto* boleh dijalankan.
- e. Mode *auto* akan mulai dijalankan dengan menekan *naga switch*.
- f. Setelah *nagara switch* aktif, *solenoid valve* pneumatik akan aktif untuk membawa *jig* masuk ke dalam mesin.
- g. Ketika sensor *work detect 2* telah mendeteksi posisi benda kerja telah berada didalam mesin, maka silinder *press* akan bergerak turun untuk memulai proses *pressing*.
- h. Silinder *press* akan melakukan proses *pressing* hingga tekanan *press* yang tercapai sesuai dengan tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator dengan toleransi 0,3 kN.
- i. Ketika proses *pressing* tercapai, silinder *press* akan naik keatas.
- j. Silinder *slide* akan membawa *jig* keluar mesin dan operator dapat mengambil benda kerja.



Gambar 3. 24 Flowchart Pergerakan Auto
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

3.6.4 Program Perhitungan Tekanan Press

Flowchart program perhitungan tekanan *press* pada Gambar 3.25 merupakan proses perhitungan untuk menentukan tekanan *press* yang harus dicapai pada saat proses *pressing*. Program perhitungan tekanan *press* dilakukan sabagai salah satu syarat untuk berhasilnya proses *auto*. Ketika tekanan yang dicapai ketika proses *pressing* dilakukan tidak sesuai dengan tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator, maka akan mempengaruhi kualitas hasil *pressing* pada benda kerja. Program perhitungan tekanan *press* ini akan bekerja ketika proses *pressing* pada saat mode *auto* dilakukan.



Gambar 3. 25 Flowchart Program Perhitungan Tekanan Press
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Flow chart program Gambar 3.25 terdiri dari beberapa proses untuk memulai perhitungan tekanan *press* yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

- a. Ketika operator telah meletakkan benda kerja pada *jig* dan telah menentukan nilai batas tekanan *pressing* pada *HMI* (dengan satuan ton), maka proses *auto* dapat dilakukan dengan menekan *nagara switch*.
- b. Ketika proses *pressing* sedang berjalan, program perhitungan tekanan *press* akan mengolah data tekanan *press* aktual yang diterima dari *load cell* dalam bentuk data memori. Data tekanan *press* aktual akan dirubah kedalam bentuk satuan besaran berat ton dan kilonewton (kN).
- c. Hasil perubahan satuan berat dari data memori tekanan *press* aktual akan ditampilkan pada *HMI* agar dapat dimonitor oleh operator mesin.
- d. Ketika proses *pressing* dilakukan menghasilkan tekanan *press* yang kurang dari tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator, maka silinder *press* akan terus melakukan *pressing* hingga nilai tekanan *press* tercapai sesuai dengan batas tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator.
- e. Ketika proses *pressing* dilakukan menghasilkan tekanan *press* aktual lebih besar sama dengan batas tekanan *press* yang telah ditentukan operator, maka silinder *press* akan naik dan *jig* akan bergerak keluar mesin dan benda kerja dapat diambil oleh operator mesin. Proses *auto* dapat dikatakan berhasil/sukses.

VPRT(F) series		
●高精度 (非直線性±0.2%R.C.) ●圧力導入口はφ9.5と広く、スラッジ、液が溜まりにくい構造 ●センサ部は切削加工によるダイアフラム一体構造のため、頑丈・長寿命		
測定媒体 Measured Media	水・油・ガス等15-5PH(析出硬化系ステンレス鋼)を腐食させない媒体	
測定種類 Pressure Type	加圧・連成圧の測定が可能	
定格容量 Rated Capacity (R.C.)	1~100MPa	

Gambar 3. 26 Datasheet Spesifikasi Sensor Load Cell VPRT
(Sumber: Datasheett OMRON CJ1W-AD041-V1)

Program perhitungan tekanan *press* juga berfungsi untuk menampilkan nilai tekanan *press* pada *touchscreen* dalam satuan ton dan kilonewton (kN). Seperti yang diketahui bahwa sensor *load cell* yang terpasang di *solenoid valve* mendeteksi besar tekanan *press* yang telah dicapai oleh piston hidrolik dalam satuan megapascal (MPa). Sesuai spesifikasi dari *load cell VPRT-20MP* yang ditunjukkan pada Gambar 3.26 akan merubah nilai tekanan *press* 1~100 Mpa ke dalam bentuk nilai tegangan (volt)

Data tegangan (volt) dari tekanan *press* yang telah dideteksi oleh sensor *load cell*, akan masuk kedalam modul analog *PLC AD04-V1*.

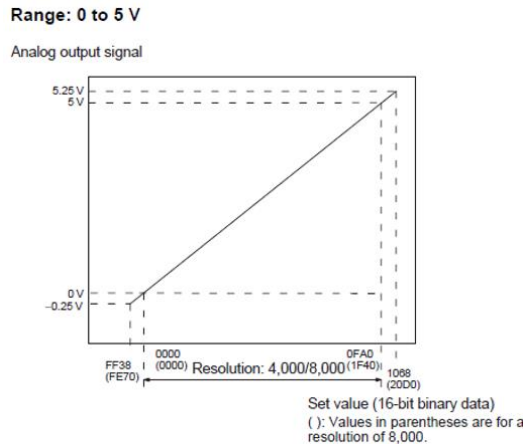
3-1-1 Specifications

Item		CJ1W-AD041-V1	CJ1W-AD081-V1	CJ1W-AD081
Unit type		CJ-series Special I/O Unit		
Isolation (See note 1.)		Between I/O and PLC signals: Photocoupler (No isolation between individual I/O signals.)		
External terminals		18-point detachable terminal block (M3 screws)		
Affect on CPU Unit cycle time		0.2 ms		
Power consumption		420 mA max. at 5 VDC		
Dimensions (mm) (See note 2.)		31 x 90 x 65 (W x H x D)		
Weight		140 g max.		
General specifications		Conforms to general specifications for SYSMAC CJ Series.		
Mounting position		CJ-series CPU Rack or CJ-series Expansion Rack		
Maximum number of Units (See note 3.)		Units per Rack (CPU Rack or Expansion Rack): 4 to 10 Units max. (See note 3.)		
Data exchange with CPU Units (See note 4.)		Special I/O Unit Area in CIO Area (CIO 2000 to CIO 2959): 10 words per Unit Special I/O Unit Area in DM Area (D20000 to D29599): 100 words per Unit		
Inputs specifications	Number of analog inputs	4	8	8
	Input signal range (See note 5.)	1 to 5 V 0 to 5 V -10 to 10 V 4 to 20 mA (See note 6.)		
	Maximum rated input (for 1 point) (See note 7.)	Voltage Input: ± 15 V Current Input: ± 30 mA		
	Input impedance	Voltage Input: 1 M Ω min. Current Input: 250 Ω (rated value)		
	Resolution (See note 8.)	4,000/8,000	4,000/8,000	4,000
	Converted output data	16-bit binary data		
	Accuracy (See note 9.)	23 $\pm$ 2°C		
		Voltage Input: $\pm 0.2\%$ of full scale Current Input: $\pm 0.4\%$ of full scale		
	A/D conversion time (See note 10.)	0°C to 55°C		
		Voltage Input: $\pm 0.4\%$ of full scale Current Input: $\pm 0.6\%$ of full scale		
Inputs functions	Mean value processing	1 ms/250 μ s (See note 8.)		
	Peak value holding	Stores the last "n" data conversions in the buffer, and stores the mean value of the conversion values. Buffer number: n = 2, 4, 8, 16, 32, 64		
	Input disconnection detection	Stores the maximum conversion value while the Peak Value Hold Bit is ON. Detects the disconnection and turns ON the Disconnection Detection Flag.		

Gambar 3. 27 Spesifikasi Modul Analog *PLC AD04-V1*
(Sumber: *Datasheett OMRON CJ1W-AD041-V1*)

Dari Gambar 3.27 dapat diketahui spesifikasi dari modul analog *PLC 041-V1*. Modul analog tersebut memiliki resolusi sebesar 4000/8000 data. Dimana besar rentang dari sinyal nilai masukan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Dikarenakan sensor pada sinyal *load cell* mengeluarkan konversi nilai tegangan dengan rentang 0-5 volt, maka sinyal masukan pada modul analog *PLC* juga diatur pada rentang nilai 0-5 volt. Modul ini akan melakukan *scaling* secara otomatis pada data tegangan 0-5 volt terhadap resolusi sebesar 4000/8000 data. Proses *scaling* ini ditunjukkan pada grafik Gambar 3.28. Pada grafik tersebut ditunjukkan semakin besar nilai tegangan, maka nilai data memori juga

akan semakin besar dengan rentang yang telah ditentukan oleh modul analog PLC. Modul analog PLC AD041-V1 dipilih karena memiliki rentang nilai tegangan yang sama dengan sensor *load cell*.



Gambar 3. 28 Grafik *Scalling* Modul Analog AD041-V1
(Sumber: *Datasheett OMRON CJ1W-AD041-V1*)

Langkah pertama yang dilakukan pada perhitungan tekanan *press* adalah mencari nilai data memori pada setiap 1 kN tekanan. Nilai data memori ini dicari pada nilai tekanan *press* 40 kN sampai dengan 120 kN. Hasil dari nilai data memori pada tekanan *press* 40 kN sampai dengan 120 kN dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3. 3 Data Memori

No.	Tekanan Hidrolik (MPa)	Gaya Tekan (kN)	Gaya Tekan (Ton)	Data Memory
1.	3,0 MPa	40,1 kN	4 Ton	552
2.	3,5 MPa	50,1 kN	5 Ton	688
3.	4,0 MPa	60,1 kN	6 Ton	828
4.	4,5 MPa	70,1 kN	7 Ton	964
5.	5,0 MPa	80,1 kN	8 Ton	1090
6.	5,5 MPa	90,1 kN	9 Ton	1238
7.	6,0 MPa	100,1 kN	10 Ton	1366
8.	6,5 MPa	110,1 kN	11 Ton	1510
9.	7,0 MPa	120,1 kN	12 Ton	1640

Dari Tabel 3.3 didapatkan rata-rata nilai data memori pada tekanan *press* 1 kN sebesar 13,70967. Nilai ini selanjutnya akan dimasukkan ke

dalam program dan diuji apakah nilai tekanan *press* pada program sesuai dengan tekanan *press* aktual yang ditampilkan oleh *digital display pressure VALCOM*. Nilai data memori yang digunakan dibulatkan menjadi 13,7000 agar memudahkan perhitungan. Hasil dari program perhitungan nilai tekanan *press* ditampilkan pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3. 4 Nilai Gaya Tekan Dalam Satuan kN

No.	Gaya Tekan (kN)	Data Memory 1 kN	Tampilan Gaya Tekan (kN)
1.	60 kN	13,70	61 kN
2.	60 kN	13,73	62 kN
3.	60 kN	13,65	60,5 kN
4.	60 kN	13,60	60 kN
5.	60 kN	13,57	59,8 kN
6.	60 kN	13,55	59,5 kN

Dari Tabel 3.4 ditunjukkan nilai data memori pada tekanan *press* 1 kN sebesar 13,70 menampilkan hasil tekanan *press* sebesar 61 kN. Hasil ini tidak sesuai dengan tekanan aktual yang ditampilkan oleh *digital display pressure*. Lalu dilakukan perhitungan tekanan *press* dengan metode *tunning* atau dengan cara memasukkan nilai data memori tersebut lebih besar atau lebih kecil dengan acuan dari nilai data memori 13,700. Apabila nilai data memori diuji dengan memasukkan nilai data memori yang lebih besar, maka hasilnya juga terlalu besar. Dan apabila diuji dengan nilai yang lebih kecil, maka hasil pada program perhitungan tekanan *press* mendekati dengan tekanan *press* aktual. Dalam hal ini, data memori sebesar 13,60 menghasilkan hasil perhitungan tekanan *press* yang sama dengan tekanan *press* aktual yaitu sebesar 60 kN. Untuk memastikan apakah nilai hasil dari program perhitungan tekanan *press* sudah sesuai, maka dilakukan pengujian pada rentang tekanan *press* 60 kN sampai dengan 110 kN yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Tampilan Nilai Dalam Satuan kN

No.	Gaya Tekan (kN)	Tampilan Gaya Tekan (kN)
1.	60 kN	60 kN
2.	70 kN	70 kN
3.	80 kN	80 kN
4.	90 kN	90 kN
5.	100 kN	100 kN
6.	110 kN	110 kN

Dari Tabel 3.5 dapat ditunjukkan hasil perhitungan program tekanan *press* menghasilkan nilai yang sama dengan nilai tekanan *press* aktual dalam satuan kilonewton (kN). Selanjutnya nilai tekanan *press* dalam satuan kilonewton (kN) dirubah kedalam bentuk Ton yang ditunjukkan pada Tabel 3.6. Nilai tekanan *press* dalam satuan Ton ini yang akan dibandingkan dengan nilai tekanan *press* yang telah ditentukan oleh operator sebagai syarat berhasilnya program pergerakan *auto*, yaitu nilai tekanan *press* aktual lebih besar sama dengan nilai batas tekanan *press*.

Tabel 3. 6 Tampilan Nilai Dalam Satuan Ton

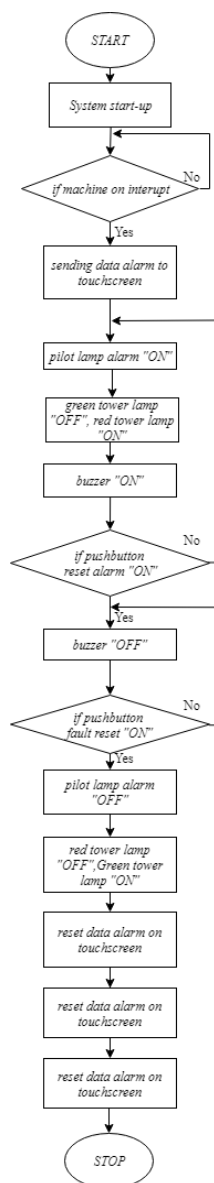
No.	Gaya Tekan (kN)	Tampilan Besar Massa (Ton)
1.	60 kN	6 Ton
2.	70 kN	7 Ton
3.	80 kN	8 Ton
4.	90 kN	9 Ton
5.	100 kN	10 on

3.6.5 Program Alarm

Flowchart program *alarm* pada Gambar 3.29 merupakan program untuk mematikan seluruh proses mesin ketika terjadi *error* pada mesin sedang dijalankan.

Gangguan-gangguan atau *error* yang terjadi pada mesin adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengoperasikan mesin, maka motor pompa hidrolik, *cooler* tangki fluida, *solenoid valve* pneumatik harus aktif. Apabila mati, maka *alarm* aktif.
2. Ketika pintu koboi dan pintu samping pada mesin dalam keadaan terbuka saat ingin mengoperasikan mesin ataupun saat mesin sedang dijalankan, maka *alarm* aktif.
3. Ketika saat mengoperasikan mesin, silinder hidrolik maupun silinder pneumatik tidak bergerak dikarenakan beberapa faktor seperti gangguan pada tekanan fluida pada sistem hidrolik maupun tekanan udara pada sistem pneumatik, maka *alarm* aktif.
4. Ketika *pushbutton* pada mesin dalam keadaan aktif, maka *alarm* aktif.



Gambar 3. 29 Flowchart Program Alarm
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Flow chart program *alarm* terdiri dari beberapa proses untuk memulai mode *manual* yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1. Ketika terjadi gangguan atau *error* pada mesin, maka indikator mode *alarm* akan aktif.
2. Ketika mode *alarm* dalam keadaan aktif, *buzzer* akan menyala, lampu *tower lamp* berwarna merah akan menyala, *pilot lamp* pada HMI sebagai indikator *fault* akan menyala.
3. Data *alarm* akan ditampilkan pada *touchscreen* sehingga operator dapat mengetahui kesalahan atau *error* yang terjadi pada mesin.
4. Ketika tombol *reset alarm* ditekan, maka *buzzer* akan mati.
5. Ketika tombol *fault reset* ditekan, maka seluruh indikator lampu akan mati, dan *tower lamp* berwarna hijau akan menyala, data *alarm* pada *touchscreen* akan di-*reset*, dan mode *alarm* tidak aktif.
6. Mesin dapat dioperasikan kembali

3.7 Pembuatan Desain *Touchscreen*

a. Tampilan *Home Screen*

Tampilan *home screen* yang ditunjukkan pada Gambar 3.30 merupakan tampilan utama pada *touchscreen*, dimana tampilan ini terdapat beberapa bagian yaitu:

1. Label "*Main Menu*" merupakan keterangan nama untuk halaman utama mesin ini.
2. Label "*NS8-*00B-V2*" merupakan keterangan tipe *touchscreen* yang digunakan.
3. Indikator "*Normal*" berwarna hijau merupakan indikator kondisi mesin apabila tidak terjadi *error*. Apabila terjadi *error* pada mesin, maka indikator tersebut akan berubah menjadi "*Fault*" berwarna merah.
4. Tombol "*Alarm Reset*" apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
5. Label angka "0" menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0000* pada program *CX Designer*.
6. Terdapat jam serta tanggal/bulan/tahun untuk memberikan informasi waktu pada operator.
7. Tombol "*Back*" untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
8. Tombol "*Master*" apabila ditekan akan menampilkan tampilan *preparation*
9. Tombol *individual operation* apabila ditekan akan menampilkan tampilan *manual screen* untuk menjalankan mode *manual*.

10. Tombol *auto run* apabila ditekan akan menampilkan tampilan *auto screen* untuk menjalankan mode auto.
11. Tombol “*Set Up Main*” apabila di tekan akan menampilkan tampilan *set-up*.
12. Tombol “*Fault Confirm*” apabila di tekan akan menampilkan tampilan *alarm history*.
13. Tombol 7 sampai dengan 13 tidak digunakan hanya sebagai *spare*.



Gambar 3. 30 Tampilan Home Screen
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

b. Tampilan Preparation

Tampilan *preparation screen* yang ditunjukkan pada Gambar 3. 31 merupakan mode persiapan untuk mesin apabila hendak dioperasikan, dimana pada tampilan ini terdapat beberapa bagian yaitu:

1. Label “*Master*” merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Label “*Condition OFF*” merupakan indikator untuk *solenoid valve* tekanan udara utama ketika dalam keadaan mati. Apabila dalam keadaan hidup, maka akan berubah menjadi “*Condition ON*” dan berwarna hijau.
3. Indikator “*Normal*” berwarna hijau merupakan indikator kondisi mesin apabila tidak terjadi *error*. Apabila terjadi *error* pada mesin, maka indikator tersebut akan berubah menjadi “*Fault*” berwarna merah.
4. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.

5. Label angka “8” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0008* pada program *CX Designer*.
6. Tombol “Menu” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
7. Tombol “Back” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
8. Tombol “Motor OFF” apabila ditekan, maka akan berubah menjadi “Motor ON” berwarna hijau, dan motor pompa hidrolik menyala.
9. Tombol “Press OFF” apabila ditekan, maka akan berubah menjadi “Press ON” berwarna hijau, dan *solenoid valve* untuk tekanan utama fluida pada sistem hidrolik akan aktif.
10. Tombol “Cooler OFF” apabila ditekan, maka akan berubah menjadi “Cooler ON” berwarna hijau, dan *cooler* pada tangka fluida akan aktif.
11. Tombol 4 sampai dengan 20 tidak digunakan hanya sebagai *spare*
12. Tombol “Back” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.

Untuk memulai pengoperasian mesin, maka motor pompa hidrolik, *solenoid valve* untuk tekanan utama fluida pada sistem hidrolik, dan *cooler* pada tangka fluida harus dalam keadaan aktif. Jika dalam keadaan mati, maka mode *alarm* akan aktif.



Gambar 3. 31 Tampilan *Preparation*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

c. Tampilan *Auto Mode*

Untuk menjalankan proses *auto* yang dimulai dengan menekan *nagara switch*, terlebih dahulu semua indikator yang dibutuhkan untuk proses *auto* seperti *master ON*, *machine home pos On*, *Auto start*

Condition On, dan tombol *auto start* harus dalam keadaan aktif dengan ditandai seluruh indikator berwarna hijau. Ketika seluruh syarat pada mode *auto* telah terpenuhi, maka proses *auto* dapat dijalankan.



Gambar 3. 32 Tampilan *Auto Mode*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Tampilan *Auto Mode* digunakan apabila operator ingin mengoperasikan mesin dalam mode *auto*, dimana pada tampilan ini terdapat beberapa bagian yaitu:

1. Label “*Auto Run*” merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Label “*Run. Stop*” merupakan indikator untuk mode *auto* dalam keadaan mati. Apabila dalam keadaan hidup, maka akan berubah menjadi “*Run. Start*” dan berwarna hijau.
3. Indikator “*Normal*” berwarna hijau merupakan indikator kondisi mesin apabila tidak terjadi *error*. Apabila terjadi *error* pada mesin, maka indikator tersebut akan berubah menjadi “*Fault*” berwarna merah.
4. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
5. Label angka “1” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0001* pada program *CX Designer*.
6. Tombol “*Menu*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
7. Tombol “*Back*” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
8. Label “*Master OFF*” merupakan indikator untuk *solenoid valve* tekanan fluida utama pada sistem hidrolik dan *solenoid valve*

- tekanan udara pada sistem pneumatik dalam keadaan mati. Apabila aktif, akan berubah menjadi "*Master ON*" berwarna hijau.
9. Label "*Machine Home Pos. OFF*" merupakan indikator posisi silinder pneumatik dan silinder hidrolik berada diluar posisi *home*. Apabila dalam posisi *home*, maka indikator akan berubah menjadi "*Machine Home Pos. ON*" berwarna hijau.
 10. Label "*Auto Start Cond. OFF*" merupakan indikator tombol *auto start* ketika mati. Apabila tombol *auto start* ditekan dalam keadaan aktif maka indikator akan berubah menjadi "*Auto Start Cond. ON*" berwarna hijau.
 11. Tombol "*Auto Start*" apabila ditekan akan berubah berwarna hijau dan proses *auto* dapat dijalankan
 12. Bagian "*Pressure Actual*" berisikan *textbox* yang menampilkan besar tekanan *press* aktual dalam satuan ton dan kilonewton (kN)
 13. Bagian "*Pressure Limit*" berisikan *textbox* sebagai media bagi operator untuk memasukkan nilai batas tekanan *press* yang harus dicapai dalam satuan Ton.
 14. Tombol "*Cycle Time*" apabila ditekan akan menampilkan tampilan *cycle time* yang berisikan data durasi proses mesin ketika melakukan proses *pressing*.
 15. Bagian "*Total Counter*" berisikan *textbox* yang menampilkan jumlah benda kerja yang telah diproses oleh mesin.
 16. Bagian "*NG Counter*" berisikan *textbox* yang menampilkan jumlah benda kerja yang telah diproses oleh mesin yang hasilnya tidak bagus atau dalam keadaan *NG (Not Good)*

d. Tampilan Manual Mode

Tampilan *Manual Mode Screen* digunakan apabila operator akan menyetting silinder hidrolik maupun silinder pneumatik secara manual. Tampilan ini merubah proses *setting* silinder hidrolik dan silinder pneumatik yang sebelumnya menggunakan fungsi tombol atau *pushbutton*. Pada tampilan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Label "*Magnet Assy*" merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Label "*Not. Home Pos*" merupakan indikator untuk posisi silinder hidrolik dan silinder slide tidak dalam keadaan *home*. Apabila dalam keadaan *home*, maka akan berubah menjadi "*Home Pos*" dan berwarna hijau.
3. Indikator "*Normal*" berwarna hijau merupakan indikator kondisi mesin apabila tidak terjadi *error*. Apabila terjadi *error* pada mesin,

maka indikator tersebut akan berubah menjadi “*Fault*” bewarna merah.

4. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
5. Label angka “2” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0002* pada program *CX Designer*.
6. Tombol “*Menu*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
7. Tombol “*Back*” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
8. Ketika tombol “*UP*” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem hidrolik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* bergerak ke atas.
9. Ketika tombol “*DOWN*” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem hidrolik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* bergerak ke bawah.
10. Ketika tombol “*ADVANCE*” pada bagian pengaturan silinder *slide* ditekan, maka *solenoid valve* pada sistem pneumatik akan aktif untuk menggerakkan silinder *slide* bergerak masuk ke dalam mesin.
11. Ketika tombol “*RETURN*” pada bagian pengaturan silinder *press* ditekan, maka *solenoid slide* pada sistem pneumatik akan aktif untuk menggerakkan silinder *press* keluar mesin.
12. Bagian 3,4, dan 5 tidak digunakan hanya sebagai *spare*



Gambar 3. 33 Tampilan *Manual Mode*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

e. Tampilan Alarm History

Pada tampilan *alarm history* operator dapat memonitor *fault* atau kesalahan yang terjadi pada mesin. Ketika *fault* terjadi, *buzzer* akan berbunyi dan *alarm history screen* akan menampilkan riwayat *fault* yang terjadi pada mesin dengan disertai waktu aktual terjadinya kesalahan. Tampilan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Label “*Fault Confirm*” merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Tombol “*Fault History*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *fault history*.
3. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
4. Ketika tombol “*Fault Reset*” ditekan, maka seluruh indikator lampu akan mati, dan *tower lamp* berwarna hijau akan menyala, data *alarm* pada *touchscreen* akan di-*reset*, dan mode *alarm* tidak aktif.
5. Label angka “5” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0005* pada program *CX Designer*.
6. Tombol “*Menu*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
7. Tombol “*Back*” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
8. Tabel riwayat *alarm* akan ditampilkan pada table yang disertai dengan waktu kejadian terjadinya *error* pada mesin berwarna merah, apabila *error* sudah diperbaiki maka akan berubah menjadi hijau.

FAULT CONFIRM.	FAULT HIST.	ALARM RESET	FAULT RESET	5	MENU	BACK
Occu.		Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				
05:26		Alarm Message				

Gambar 3. 34 Tampilan *Alarm History*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

f. Tampilan *Fault History*

Tampilan *fault history* berfungsi untuk menampilkan riwayat *fault* yang telah di *reset* pada *alarm history screen*. Tampilan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Label “*Fault History*” merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
3. Ketika tombol “*Fault Reset*” ditekan, maka seluruh indikator lampu akan mati, dan *tower lamp* berwarna hijau akan menyala, data *alarm* pada *touchscreen* akan di-*reset*, dan mode *alarm* tidak aktif.
4. Label angka “6” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 0006* pada program *CX Designer*.
5. Tombol “*Menu*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
6. Tombol “*Back*” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
7. Tabel riwayat *alarm* akan ditampilkan pada tabel yang disertai dengan waktu kejadian terjadinya *error* pada mesin berwarna merah, apabila *error* sudah diperbaiki maka akan berubah menjadi hijau. Riwayat *alarm* tidak akan hilang apabila tombol “*Clear All*” tidak ditekan.

FAULT HISTORY		ALARM RESET	FAULT RESET	6	MENU	BACK
DT Occur.		Message				▲
07/05/2019 05:28		Alarm Message				▲
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				
07/05/2019 05:28		Alarm Message				▼
07/05/2019 05:28		Alarm Message				▼

g. Tampilan Cycle Time

Pada tampilan *cycle time* berfungsi untuk memonitor durasi proses yang telah dicapai dalam 30 kali pergerakan. Pada tampilan ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Label “*Magnet Assy*” merupakan keterangan nama untuk tampilan ini.
2. Indikator “*Normal*” bewarna hijau merupakan indikator kondisi mesin apabila tidak terjadi *error*. Apabila terjadi *error* pada mesin, maka indikator tersebut akan berubah menjadi “*Fault*” bewarna merah.
3. Tombol “*Alarm Reset*” apabila ditekan akan mematikan *buzzer* yang berbunyi ketika mode *alarm* aktif.
4. Label angka “1” menunjukkan bahwa tampilan tersebut berada pada *screen page 00013* pada program *CX Designer*.
5. Tombol “*Menu*” apabila ditekan maka akan menampilkan tampilan *home screen*
6. Tombol “*Back*” untuk kembali ke tampilan sebelumnya.
7. Data durasi proses akan direkam hingga 30 kali proses *pressing*, ketika lebih dari 30 kali maka akan diulang dari nomor 1. Data durasi proses akan terhapus ketika tombol “*Reset*” ditekan.



Gambar 3. 36 Tampilan Cycle Time
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Setelah perancangan alat selesai, untuk mengetahui mesin dapat berjalan sesuai dengan tujuan pembuatan, maka dilakukan pengujian terhadap jalannya suatu mesin.

4.1 Pengujian

4.1.1 Pengujian Perangkat Masukan dan Perangkat Keluaran

Pengujian mesin ini dilakukan setelah pembuatan mesin yang terdiri dari pengujian perangkat masukan dan keluaran *PLC* serta pengujian terhadap proses kerja mesin. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah mesin yang dibuat berjalan sesuai dengan konsep yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan *troubleshooting* pada setiap jalur kabel, hal ini dilakukan untuk menghindari adanya *wirng* yang salah yang dapat menyebabkan arus pendek atau adanya komponen yang rusak

4.1.2 Pengujian Proses Kerja Mesin

Pengujian pada proses kerja mesin dilakukan untuk mengetahui apakah mesin sudah bekerja sesuai proses yang diinginkan. Pengujian proses kerja mesin meliputi kondisi normal (*OK*), kondisi tidak normal (*NG/not good*), mode *manual*, dan mode *auto*. Pengujian dapat dilakukan dengan melihat indikator pada *touchscreen* dan pergerakan langsung pada mesin saat proses. Berikut adalah hasil dari pengujian proses kerja yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Pengujian Proses Kerja Mesin

NO.	Check Point	Status	
		OK	NG
KONDISI NORMAL			
1.	Saat mesin (MCCB 3 Phase) dinyalakan lampu indikator <i>power on</i> menyala.	√	
2.	Saat <i>Circuit Protector ON</i> maka <i>PLC</i> aktif, lampu indikator <i>power on</i> menyala, <i>green tower lamp</i> menyala.	√	
3.	Saat <i>pushbutton master ON</i> ditekan, <i>hydraulic motor pump</i> aktif, <i>cooler tank</i> aktif, <i>SV. Main pressure</i> aktif, <i>SV. Air pressure</i> aktif, <i>green tower lamp</i> menyala.	√	

Tabel 4. 2 Pengujian Proses Kerja Mesin (Lanjutan 1)

NO.	Check Point	Status	
		OK	NG
4.	Saat <i>emergency stop button</i> ditekan, mesin berhenti, <i>red tower lamp</i> menyala dan <i>buzzer</i> berbunyi, indikator <i>pilot lamp alarm</i> menyala, dan <i>HMI</i> pada <i>screen emergency</i> aktif.	√	
5.	Saat <i>emergency stop button</i> dalam keadaan sudah <i>release</i> , maka mesin kembali menyala, indikator <i>power on</i> menyala, <i>green tower lamp</i> menyala.	√	
6.	Saat mode manual dijalankan, <i>green tower lamp</i> menyala, tampilan <i>manual setting</i> pada <i>touchscreen</i> aktif, tampilan <i>auto screen</i> pada <i>touchscreen</i> tidak aktif.	√	
7.	Saat mode auto dijalankan, <i>green tower lamp</i> menyala, tampilan <i>auto screen</i> pada <i>touchscreen</i> aktif, tampilan <i>manual setting</i> pada <i>touchscreen</i> tidak aktif.	√	
8.	Saat tombol <i>master</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka akan ditampilkan pengaturan untuk <i>motor</i> , <i>cooler</i> , dan <i>main press</i> .	√	
9.	Saat tombol <i>motor off</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>motor hydraulic pump</i> akan aktif.	√	
10.	Saat tombol <i>cooler off</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cooler tank</i> akan aktif	√	
11.	Saat tombol <i>press off</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>solenoid main press</i> akan aktif	√	
KONDISI TIDAK NORMAL			
12.	Saat terjadi <i>error</i> pada mesin, mesin berhenti, <i>red tower lamp</i> menyala dan <i>buzzer</i> berbunyi, indikator <i>pilot lamp alarm</i> menyala, dan <i>HMI</i> pada <i>screen emergency</i> aktif.	√	
13.	Saat tombol <i>alarm reset</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka <i>buzzer</i> akan mati.	√	
14.	Saat tombol <i>fault reset</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka <i>history error</i> direset, <i>red tower lamp</i> mati dan <i>green tower lamp</i> menyala, mesin siap dioperasikan ulang.	√	
15.	Saat tombol <i>fault history</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka akan ditampilkan riwayat <i>error</i> yang terjadi pada mesin disertai dengan waktu dan tanggal kejadian <i>error</i> .	√	

Tabel 4. 3 Pengujian Proses Kerja Mesin (Lanjutan 2)

NO.	Check Point	Status	
		OK	NG
16.	Pada saat proses <i>pressing</i> , apabila tekanan yang dihasilkan tidak tercapai, maka <i>alarm</i> akan aktif, <i>red tower lamp</i> menyala dan <i>buzzer</i> berbunyi, indikator <i>pilot lamp alarm</i> menyala, dan <i>HMI</i> pada <i>screen emergency</i> aktif.	√	
KONDISI MANUAL			
17.	Saat <i>selector switch</i> pada posisi manual maka mode manual siap dijalankan dan <i>manual screen</i> pada <i>HMI</i> aktif.	√	
18.	Saat tombol <i>up</i> pada pengaturan <i>cylinder press</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cylinder press</i> akan bergerak naik.	√	
19.	Saat tombol <i>down</i> pada pengaturan <i>cylinder press</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cylinder press</i> akan bergerak turun.	√	
20.	Saat tombol <i>high press</i> pada pengaturan <i>cylinder press</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cylinder press</i> akan bergerak naik dan turun dengan lebih cepat.	√	
21.	Saat tombol <i>advance</i> pada pengaturan <i>cylinder slide</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cylinder slide</i> akan bergerak masuk kedalam mesin.	√	
22.	Saat tombol <i>return</i> pada pengaturan <i>cylinder slide</i> pada <i>HMI</i> ditekan, maka tombol akan berubah menjadi bewarna hijau dan <i>cylinder slide</i> akan bergerak keluar mesin.	√	
23.	Saat <i>home position</i> pada <i>HMI pushbutton</i> ditekan, maka lampu <i>home position</i> akan menyala dan <i>cylinder slide</i> dan <i>cylinder press</i> akan bergerak kembali ke posisi semula.	√	
KONDISI AUTO			
24.	Saat <i>selector switch</i> pada posisi <i>auto</i> maka mode <i>auto</i> siap dijalankan.	√	
25.	Pada tampilan <i>pressure limit</i> , operator dapat memasukkan nilai tekanan yang harus dicapai dalam proses <i>pressing</i> yang akan dilakukan oleh mesin.	√	

Tabel 4. 4 Pengujian Proses Kerja Mesinn (Lanjutan 3)

NO.	Check Point	Status	
		OK	NG
26.	Saat tombol <i>auto start</i> pada HMI ditekan maka tombol akan berubah warna menjadi hijau.	√	
27.	Ketika seluruh aktuator sudah berada pada posisi <i>home</i> , maka indikator <i>machine home pos off</i> pada HMI akan berubah menjadi <i>machine home pos on</i> dan indikator berubah warna menjadi hijau.	√	
28.	Ketika <i>selector switch</i> pada posisi <i>auto</i> , maka indikator <i>auto start condition off</i> pada HMI akan berubah menjadi <i>auto start condition on</i> dan indikator berubah warna menjadi hijau	√	
29.	Ketika <i>pushbutton</i> untuk fungsi <i>master on</i> aktif, maka indikator <i>master off</i> pada HMI akan berubah menjadi <i>master on</i> dan indikator warna berubah menjadi hijau.	√	
30.	Ketika semua indikator yang meliputi <i>auto start</i> , <i>machine home pos</i> , <i>auto start condition</i> , dan <i>master on</i> sudah dalam keadaan aktif, maka proses auto mesin akan berjalan.	√	
31.	Saat <i>limit switch</i> untuk memulai <i>cycle start</i> ditekan, maka proses auto akan dimulai.	√	
32.	Ketika proses <i>pressing</i> pada mesin, tampilan <i>pressure actual</i> pada HMI akan menampilkan tekanan aktual yang telah dicapai oleh mesin.	√	
33.	Ketika proses <i>pressing</i> pada mesin, tampilan <i>pressure actual</i> pada VALCOM Digital Display Pressure akan menampilkan tekanan aktual yang telah dicapai oleh mesin.	√	
34.	Ketika proses <i>auto</i> pada mesin sedang berjalan, tampilan <i>cycle time</i> pada HMI akan menampilkan durasi proses yang telah dicapai oleh mesin dalam satuan <i>second</i> .	√	

4.1.3 Pengujian Durasi Proses Mesin

Pengujian durasi proses mesin atau *cycle time machine* dilakukan untuk mengetahui apakah durasi prsoses sudah memenuhi standar yang telah ditentukan oleh *customer* yaitu 9 sekon. Hasil pengujian durasi proses yang dilakukan pada 90 kali percobaan dengan menggunakan rentang gaya tekan dari 40 kN sampai dengan 120 kN menunjukkan proses *pressing* yang dilakukan membutuhkan durasi proses tidak lebih dari 9s, sehingga sudah sesuai dengan *requirement* yang telah

ditentukan oleh *customer*. Adanya variasi pada lamanya durasi proses yang tidak stabil di setiap percobaan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu adanya *delay* pada proses *pumping* yang dilakukan oleh motor untuk memompa fluida. *Delay* tersebut muncul bergantung pada banyaknya fluida yang harus dipompa untuk menggerakkan hidrolik. Hasil pengujian durasi proses pada mesin dapat dilihat di Tabel 4.4

Tabel 4. 5 Pengujian Durasi Proses Mesin

<i>Gaya Tekan(kN)</i>	<i>Durasi Proses (s)</i>
40 kN	7,1 s
41 kN	7,7 s
42 kN	7,1 s
43 kN	7,3 s
44 kN	7,4 s
45 kN	7,2 s
46 kN	7,1 s
47 kN	7, 3 s
48 kN	7,1 s
49 kN	7,5 s
50 kN	7,3 s
51 kN	7,3 s
52 kN	7,4 s
53 kN	7,2 s
54 kN	7,1 s
55 kN	7,3 s
56 kN	7, 3 s
57 kN	7,1 s
58 kN	7,5 s
59 kN	7,4 s
60 kN	7,6 s
61 kN	7, 3 s
62 kN	7,1 s
63 kN	7,5 s
64 kN	7,3 s

Tabel 4. 6 Pengujian Durasi Proses Mesin (Lanjutan 1)

<i>Gaya Tekan(kN)</i>	Durasi Proses (s)
65 kN	7,2 s
66 kN	7, 3 s
67 kN	7,1 s
68 kN	7,5 s
69 kN	7,4 s
70 kN	7,3 s
71 kN	7,1 s
72 kN	7,7 s
73 kN	7,1 s
74 kN	7,3 s
75 kN	7,4 s
76 kN	7,1 s
77 kN	7, 3 s
78 kN	7,1 s
79 kN	7,5 s
80 kN	7,4 s
81 kN	7, 3 s
82 kN	7,1 s
83 kN	7,5 s
84 kN	7,3 s
85 kN	7,3 s
86 kN	7, 3 s
87 kN	7,1 s
88 kN	7, 3 s
89 kN	7,1 s
90 kN	7,5 s
91 kN	7, 3 s
92 kN	7,1 s
93 kN	7,5 s
94 kN	7,4 s
95 kN	7,3 s
96 kN	7, 3 s

Tabel 4. 7 Pengujian Durasi Proses Mesin (Lanjutan 2)

<i>Gaya Tekan(kN)</i>	<i>Durasi Proses (s)</i>
97 kN	7,1 s
98 kN	7,5 s
99 kN	7,4 s
100 kN	7,4 s
101 kN	7,3 s
102 kN	7, 3 s
103 kN	7,1 s
104 kN	7,5 s
105 kN	7,4 s
106 kN	7,3 s
107 kN	7, 3 s
108 kN	7, 3 s
109 kN	7,1 s
110 kN	7,5 s
111 kN	7, 3 s
112 kN	7,1 s
113 kN	7,5 s
114 kN	7,4 s
115 kN	7,3 s
116 kN	7, 3 s
117 kN	7,1 s
118 kN	7,5 s
119 kN	7,4 s
120 kN	7,3 s

4.1.4 Pengujian Akurasi Nilai Tekanan *Pressing*

Pada Tabel 4.9 ditunjukkan data hasil pengujian akurasi nilai tekanan *pressing* yaitu dengan menguji besar nilai tekanan aktual yang telah dicapai apakah sudah sesuai dengan nilai batas tekanan yang telah ditentukan oleh operator dengan toleransi dari *customer* sebesar 0,1 kN.

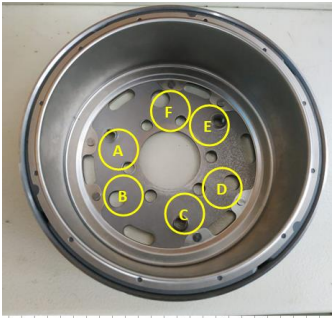
Tabel 4. 8 Pengujian Akurasi Nilai Tekanan *Pressing*

No.	Tekanan Hidrolik (MPA)	Masukan Massa (Ton)	Gaya Tekan (kN) yang dihasilkan	Massa (Ton) yang dihasilkan
1.	3 MPA	4 Ton	40.0 kN	4.0 Ton
2.	3 MPA	4 Ton	40.0 kN	4.0 Ton
3.	3 MPA	4 Ton	40.1 kN	4.0 Ton
4.	3.5 MPA	5 Ton	50.0 kN	5.0 Ton
5.	3.5 MPA	5 Ton	50.1 kN	5.0 Ton
6.	3.5 MPA	5 Ton	50.0 kN	5.0 Ton
7.	4 MPA	6 Ton	60.1 kN	6.0 Ton
8.	4 MPA	6 Ton	60.0 kN	6.0 Ton
9.	4 MPA	6 Ton	60.0 kN	6.0 Ton
10.	4.5 MPA	7 Ton	70.0 kN	7.0 Ton
11.	4.5 MPA	7 Ton	70.1 kN	7.0 Ton
12.	4.5 MPA	7 Ton	70.0 kN	7.0 Ton
13.	5 MPA	8 Ton	80.1 kN	8.0 Ton
14.	5 MPA	8 Ton	80.0 kN	8.0 Ton
15.	5 MPA	8 Ton	80.0 kN	8.0 Ton
16.	5.5 MPA	9 Ton	90.0 kN	9.0 Ton
17.	5.5 MPA	9 Ton	90.0 kN	9.0 Ton
18.	5.5 MPA	9 Ton	90.1 kN	9.0 Ton
19.	6 MPA	100 Ton	100.0 kN	100.0 Ton
20.	6 MPA	100 Ton	100.1 kN	100.0 Ton
21.	6 MPA	100 Ton	100.0 kN	100.0 Ton
22.	6.5 MPA	110 Ton	110.1 kN	110.0 Ton
23.	6.5 MPA	110 Ton	110.0 kN	110.0 Ton
24.	6.5 MPA	110 Ton	110.0 kN	110.0 Ton
25.	7 MPA	120 Ton	120.1 kN	120.0 Ton
26.	7 MPA	120 Ton	120.0 kN	120.0 Ton
27.	7 MPA	120 Ton	120.0 kN	120.0 Ton

4.1.5 Pengujian Kulaitas Hasil *Pressing* pada Benda Kerja

Pengujian kulaitas hasil *pressing* pada benda kerja dilakukan untuk mengetahui bagus tidaknya hasil *pressing* pada benda kerja. Benda kerja

dikatakan “OK” atau bagus yaitu apabila hasil *pressing* sesuai dengan keinginan *customer*. Dalam hal ini, *customer* telah menetapkan parameter untuk menentukan kualitas dari benda kerja (BK) yaitu dengan mengukur diameter dari 6 paku rivet yang terdapat pada *rotor assy* yang telah di *press* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Benda Kerja yang sudah di *Press*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Diameter pada paku rivet yang telah di *press* harus berukuran 4mm dengan toleransi 0.2 mm. Tabel 4.9 berisi pengujian pada 4 benda kerja yang telah di *press* pada tekanan 5,5 Ton menggunakan 111neumat elektrik. Pada BK 2 menghasilkan kualitas *press* “NG” atau *not good* yang disebabkan oleh beberapa factor penyebab seperti peletakan benda kerja yang kurang baik atau terjadi pergeseran pada posisi benda kerja saat proses *pressing* berlangsung.

Tabel 4. 9 Nilai Diameter Paku Rivet pada BK yang telah di *Press*

Massa (Ton)	BK	A	B	C	D	E	F	Hasil
5,5 Ton	BK 1	4.06	4.10	4.11	4.09	4.16	4.02	OK
5,5 Ton	BK 2	4.12	4.23	4.23	3.95	4.06	4.09	NG
5,5 Ton	BK 3	4.04	4.15	4.18	4.13	4.01	4.07	OK
5,5 Ton	BK 4	4.05	4.14	4.20	4.17	4.00	4.06	OK

4.2 Evaluasi Hasil

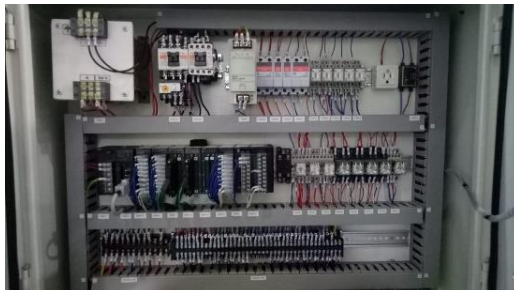
Analisa hasil yang penulis lakukan setelah terwujudnya target yang direncanakan yaitu membuat mesin baru Mesin *Press* 30 Ton dengan proses otomatis, yang berdampak pada penurunan *cycle time* Mesin

Press 30 Ton dikarenakan terdapat proses yang mulanya manual dan dirubah menjadi proses otomatis, gambar mesin Mesin *Press 30 Ton* yang baru ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Gambar Mesin *Press 30 Ton* Tampak Depan
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah gambar *main panel* yang menjadi tempat komponen elektrik terpasang meliputi *power supply*, *PLC unit*, *Relay*, *Noise filter* dan *Circuit protector* yang ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 *Main Panel* Mesin *Press 30 Ton*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah gambar *operation panel* sebagai panel anatarmuka operator dengan mesin sebagai media untuk mengoperasikan dan memonitor mesin. Komponen elektrik terpasang meliputi *touchscreen*, *puschbutton*, *selector switch*, *emergency button*, dan *buzzer* yang ditunjukkan pada Gambar 4. 4



Gambar 4. 4 *Operation Panel* Mesin Press 30 Ton
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah tampilan *cycle time* pada anatarmuka operator dengan mesin sebagai media bagi operator untuk memonitor durasi proses ketika dalam proses produksi yang ditunjukkan pada Gambar 4.5

MAGNET ASSY		RESET	ALARM RESET	13	MENU	BACK
MACHINE CT.		RESET		20		
1	7.2 SEC	11	7.7 SEC	21	7.2 SEC	
2	7.2 SEC	12	6.9 SEC	22	7.3 SEC	
3	7.1 SEC	13	7.3 SEC	23	7.2 SEC	
4	7.3 SEC	14	7.2 SEC	24	7.2 SEC	
5	7.3 SEC	15	7.1 SEC	25	7.5 SEC	
6	7.0 SEC	16	7.1 SEC	26	7.3 SEC	
7	7.2 SEC	17	7.1 SEC	27	7.2 SEC	
8	7.4 SEC	18	7.6 SEC	28	7.3 SEC	
9	7.1 SEC	19	7.2 SEC	29	7.2 SEC	
10	7.1 SEC	20	7.1 SEC	30	0.0 SEC	

Gambar 4. 5 Pengujian Tampilan *Cycle Time*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah tampilan *pressure actual* yang digunakan sebagai media bagi operator untuk memonitor besar tekanan yang telah dicapai, tampilan *pressure limit* yaitu tempat bagi operator untuk memasukkan batas nilai tekanan *press* yang harus dicapai saat proses *pressing*, serta indikator proses auto yang ditampilkan pada tampilan *auto screen*, ditunjukkan pada Gambar 4.6



Gambar 4. 6 Pengujian Tampilan *Auto Mode*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah tampilan *manual screen* yang digunakan untuk mengatur pergerakan silinder hidrolik maupun silinder 114neumatic secara manual oleh operator melalui *touchscreen* ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Pengujian Tampilan *Manual Mode*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

Selanjutnya adalah tampilan *alarm screen* yang digunakan sebagai antarmuka operator dengan mesin ketika terjadi *error*. Apabila mesin dalam keadaan *error*, maka mode *alarm* akan aktif, lampu merah dari *tower lamp* akan menyala, dan informasi *error* akan ditampilkan melalui *touchscreen*. Ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Pengujian Tampilan *Alarm Mode*
(Sumber: PT. Astra Otoparts Div. WINTEQ)

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, perakitan, dan pengujian diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal bahwa dalam pembuatan Mesin *Press* 30 Ton ini sesuai dengan konsep mesin yang dibutuhkan yang mampu memenuhi permintaan untuk mengotomatisasi proses *pressing* dengan tetap dapat menjaga kualitas hasil *press* yang baik dengan durasi proses tidak melebihi 9s. Lalu penambahan perangkat *touchscreen* pada panel antarmuka dapat membantu operator dalam mengatur pergerakan hidrolik secara *manual*, dapat memonitor durasi proses, tekanan *press* aktual, dan *alarm history* pada *touchscreen*, serta operator dapat memasukkan batas tekana *press* sebagai syarat berhasilnya proses *pressing*.

5.2 Saran

Berikut saran yang dapat diberikan sebagai bentuk pengembangan sistem ini, yaitu ditambahkan tuas kran untuk memudahkan pengaturan tekanan pada tekanan utama hidrolik.

----*Halaman ini sengaja dikosongkan*----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gii, S.C. Caeiro, J.C. "*Advances in Electrical Engineering and Electrical Machines*". Vol. 134, no.6. 2011
- [2] Ogata, Katsuhiko. "Teknik Kontrol Otomatik". Jakarta: Erlangga. 1985
- [3] Wicaksono, Handy. "*Programmable Logic Controller: Teori, Pemrograman, dan Aplikasinya Dalam Otomasi Sistem*". Yogyakarta: Graha Ilmu. 2009.
- [4] Bolton, W. *Programmable Logic Kontroller (PLC) Edisi 3"*. Jakarta: Erlangga. 2009
- [5] Setiawan, Iwan. "Buku Ajar Sensor dan Tranduser". Semarang: Universitas Diponegoro. 2009.
- [6] Astranto, Soni. "Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol". Jakarta: Erlangga. 2006.
- [7] Sugihartono. "Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik". Bandung:
- [8] Burdiarso, Harinalldi. "Prinsip Dasar Dan Penerapan Mesin-Mesin Fluida, Sistem Hidrolik, Dan Sistem Pneumatik". Jakarta : Erlangga. 2016.
- [9] *Excelpoint System (PTE) LTD. "A Tutorial in AC Induction and Synchronous Motors"*. Singapore. 1999.
- [10] Hidayat, R. Sumardi, S.M. "Perancangan *Human Machine Interface (HMI)* pada *HITCUT Machine* Dengan PLC OMRON SYSMAC CP1L". Semarang: Universitas Diponegoro. 2013
- [11] Yves, Fiset J. "*Human-Machine Interface Design for Process Control Application*". ISA, 2009

----Halaman ini sengaja dikosongkan--

LAMPIRAN

D1- Datasheet CPU PLC

Product name	Specifications						Current consumption (A)		Model
	I/O capacity/ Mountable Units (Expansion Racks)	Program capacity	Data memory capacity	LD instruction execution time	EtherNet/IP function	Option board slot	5 V	24 V	
CJ2M CPU Units 	2,560 points/ 40 Units (3 Expansion Racks max.)	60K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words x 4 banks)	0.04 µs	-	-	0.5 (See note.)	-	CJ2M-CPU15
		30K steps							CJ2M-CPU14
		20K steps							CJ2M-CPU13
		10K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words x 1 bank)						CJ2M-CPU12
		5K steps							CJ2M-CPU11

Items		CJ2M-				
		CPU11/31	CPU12/32	CPU13/33	CPU14/34	CPU15/35
User Memory		5K steps	10K steps	20K steps	30K steps	60K steps
I/O Bits		2,560 bits				
Processing Speed	Overhead Processing Time	Normal Mode: CJ2M-CPU3: 270 µs (If tag data links are used with EtherNet/IP, add the following to the above time: 100 µs + Number of transferred words x 1.8 µs) CJ2M-CPU1: 160 µs				
	Execution Time	Basic Instructions : 0.04 µs min. Special Instructions : 0.06 µs min.				
	Interrupts	I/O Interrupts and External Interrupts				
		Interrupt task startup time: 31 µs Return time to cyclic task : 10 µs				
Maximum Number of Connectable Units	Basic I/O Units	Minimum time interval : 0.4 ms (set in 0.1 ms increments)				
		Interrupt task startup time: 30 µs Return time to cyclic task : 11 µs				
	Special I/O Units	Total per CPU Rack or Expansion Rack: 10 Units max.; Total per PLC: 40 Units max.				
	CPU Bus Units	No limit However, a maximum of two CJ1W-INT01 Interrupt Input Units can be mounted.				
CIO Area	Slots for which interrupts can be used	Units for up to 96 unit numbers can be mounted. (Unit numbers run from 0 to 95. Units are allocated between 1 and 8 unit numbers.)				
	Maximum Number of Expansion Racks	CJ2M-CPU3: 15 Units max. CJ2M-CPU1: 16 Units max.				
	I/O Area	Slots 0 to 4 on CPU Rack				
	Link Area	3 max.				
	Synchronous Data Refresh Area	2,560 bits (160 words) : Words CIO 0000 to CIO 0159				
	CPU Bus Unit Area	3,200 bits (200 words) : Words CIO 1000 to CIO 1199				
	Special I/O Unit Area	-				
	Serial PLC Link Words	6,400 bits (400 words) : Words CIO 1500 to CIO 1699				
Internal I/O Area	DeviceNet Area	15,360 bits (960 words) : Words CIO 2000 to CIO 2959				
	Internal I/O Area	1,440 bits (90 words) : Words CIO 3100 to CIO 3189				
		9,600 bits (600 words) : Words CIO 3200 to CIO 3799				
		3,200 bits (200 words) : Words CIO 1300 to CIO 1499 37,504 bits (2,344 words) : Words CIO 3800 to CIO 6143 Cannot be used for external I/O.				

D2- Datasheet Power Supply PLC

Product name		Powersupply voltage	Output capacity			Options			Model
			5-VDC output capacity	24-VDC output capacity	Total power consumption	24-VDC service power supply	RUN output	Maintenance forecast monitor	
AC Power Supply Unit		100 to 240 VAC	5 A	0.8 A	25 W		No	Yes	CJ1W-PA205C
	Yes						No	CJ1W-PA205R	
				2.8 A	0.4 A		14 W	No	No

Item	Specifications				
Model	CJ1W-PA205R	CJ1W-PA205C	CJ1W-PA202	CJ1W-PD025	CJ1W-PD022
Supply voltage	100 to 240 V AC (wide-range), 50/60 Hz			24 VDC	
Operating voltage and frequency ranges	85 to 264 V AC, 47 to 63 Hz			19.2 to 28.8 V DC	21.6 to 26.4 V DC
Power consumption	100 VA max.		50 VA max.	50 W max.	35 W max.
Inrush current *1	At 100 to 120 V AC: 15 A/8 ms max. for cold start at room temperature At 200 to 240 V AC: 30 A/8 ms max. for cold start at room temperature		At 100 to 120 V AC: 20 A/8 ms max. for cold start at room temperature At 200 to 240 V AC: 40 A/8 ms max. for cold start at room temperature	At 24 V DC: 30 A/20 ms max. for cold start	
Output capacity *7	5.0 A, 5 V DC (including supply to CPU Unit) 0.8 A, 24 V DC Total: 25 W max.		2.8 A, 5 V DC (including supply to CPU Unit) 0.4 A, 24 V DC Total: 14 W max.	5.0 A, 5 V DC (including supply to CPU Unit) 0.8 A, 24 V DC Total: 25 W max.	2.0 A, 5 V DC (including supply to CPU Unit) 0.4 A, 24 V DC Total: 19.6 W max.
Output terminal (service supply)	Not provided.				
RUN output *2	Contact configuration: SPST-NO Switch capacity: 250 V AC, 2 A (resistive load) 120 V AC, 0.5 A (inductive load), 24 V DC, 2 A (resistive load) 24 V DC, 2 A (inductive load)	Not provided.			
Replacement notification function	Not provided.	With Alarm output (open-collector output) 30 V DC max., 50 mA max.	Not provided.		
Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 V DC) between AC external and GR terminals *3	• 20 MΩ min. (at 500 V DC) between all external terminals and GR terminal *3, and between all alarm output terminals. • 20 MΩ 1 min. (at 250 V DC) between all alarm output terminals and GR terminal *3.		20 MΩ min. (at 500 V DC) between DC external and GR terminals *3	— *6
Dielectric strength *4	2,300 V AC 50/60 Hz for 1 min between AC external and GR terminals *3 Leakage current: 10 mA max.	• 2,300 VAC, 50/60 Hz for 1 min between all external terminals and GR terminal *3 and between all alarm output terminals with a leakage current of 10 mA max. • 1,000 V AC, 50/60 Hz for 1 min between all alarm output terminals and GR terminal *3 with a leakage current of 10 mA max.		2,300 V AC 50/60 Hz for 1 min between AC external and GR terminals *3 Leakage current: 10 mA max.	1,000 V AC, 50/60 Hz for 1 min between DC external and GR terminals *3 Leakage current: 10 mA max. — *6
Noise immunity	1,000 V AC, 50/60 Hz for 1 minute between DC external and GR terminals *3 Leakage current: 10 mA max.				
	2 kV on power supply line (conforming to IEC61000-4-4)				

D3- Datasheet Digital Input Module PLC

CJ1W-ID211

Circuit configuration	Terminal arrangement

CJ1W-ID261

Circuit configuration	Terminal arrangement

Classification	Input voltage	Inputs	Connector type	Input current	Model
Basic I/O Module	12-24 VDC	8 pts	Removable terminal block	10 mA	CJ1W-ID201
	24 VDC	16 pts	Removable terminal block	7 mA	CJ1W-ID211
		32 pts	Fujitsu-compatible connector	4.1 mA	CJ1W-ID231
		32 pts	MIL connector	4.1 mA	CJ1W-ID232
		64 pts	Fujitsu-compatible connector	4.1 mA	CJ1W-ID261
		64 pts	MIL connector	4.1 mA	CJ1W-ID262

D4- Datasheet Digital Output Module PLC

CJ1W-OD211

Circuit configuration	Terminal arrangement

CJ1W-OD261

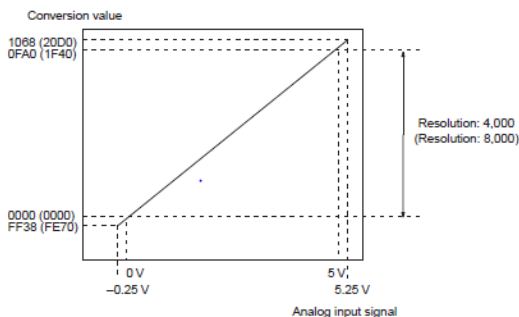
Circuit configuration	Terminal arrangement

Classification	Outputs	Maximum switching capacity	Connections	Model
Basic I/O Module	8 pts	12 to 24 VDC, 2 A/pt, 8 A/module, sinking	Removable terminal block	CJ1W-OD201
		24 VDC, 2 A/pt, 8 A/module, sourcing, load short protection, disconnection detection, alarm		CJ1W-OD202
		12 to 24 VDC, 0.5 A/pt, 4 A/module, sinking		CJ1W-OD203
		24 VDC, 0.5 A/pt, 4 A/module, sourcing		CJ1W-OD204
	16 pts	12 to 24 VDC, 0.5 A/pt, 5 A/module, sinking	Removable terminal block	CJ1W-OD211
		24 VDC, 0.5 A/pt, 5 A/module sourcing, load short protection, alarm		CJ1W-OD212
	32 pts	12 to 24 VDC, 0.5 A/pt, 4 A/module, sinking	Fujitsu-compatible connector	CJ1W-OD231
		24 VDC, 0.5 A/pt, 4 A/module, sourcing, load short protection, alarm	MIL connector	CJ1W-OD232
		12 to 24 VDC, 0.5 A/pt, 4 A/module, sinking		CJ1W-OD233
	64 pts	12 to 24 VDC, 0.3 A/pt, 6.4 A/module, sinking	Fujitsu-compatible connector	CJ1W-OD261
		12 to 24 VDC, 0.3 A/pt, 6.4 A/module, sinking	MIL connector	CJ1W-OD262
		12 to 24 VDC, 0.3 A/pt, 6.4 A/module, sinking		CJ1W-OD263

D5- Datasheet Analog Input Module PLC

Item	CJ1W-AD041-V1	CJ1W-AD081-V1	CJ1W-AD081
Unit type	CJ-series Special I/O Unit		
Isolation (See note 1.)	Between I/O and PLC signals: Photocoupler (No isolation between individual I/O signals.)		
External terminals	16-point detachable terminal block (M3 screws)		
Affect on CPU Unit cycle time	0.2 ms		
Power consumption	420 mA max. at 5 VDC		
Dimensions (mm) (See note 2.)	31 x 90 x 65 (W x H x D)		
Weight	140 g max.		
General specifications	Conforms to general specifications for SYSMAC CJ Series.		
Mounting position	CJ-series CPU Rack or CJ-series Expansion Rack		
Maximum number of Units (See note 3.)	Units per Rack (CPU Rack or Expansion Rack): 4 to 10 Units max. (See note 3.)		
Data exchange with CPU Units (See note 4.)	Special I/O Unit Area in CIO Area (CIO 2000 to CIO 2959): 10 words per Unit Special I/O Unit Area in DM Area (D20000 to D29599): 100 words per Unit		
Inputs specifications	Number of analog inputs	4	8
	Input signal range (See note 5.)	1 to 5 V 0 to 5 V 0 to 10 V -10 to 10 V 4 to 20 mA (See note 6.)	
	Maximum rated input (for 1 point) (See note 7.)	Voltage Input: ± 15 V Current Input: ± 30 mA	
	Input impedance	Voltage Input: 1 M Ω min. Current Input: 250 Ω (rated value)	
	Resolution (See note 8.)	4,000/8,000	4,000
	Converted output data	16-bit binary data	
	Accuracy (See note 9.)	23 $\pm$ 2°C 0°C to 55°C Voltage Input: $\pm 0.2\%$ of full scale Current Input: $\pm 0.4\%$ of full scale Voltage Input: $\pm 0.4\%$ of full scale Current Input: $\pm 0.6\%$ of full scale	
	A/D conversion time (See note 10.)	1 ms/250 μ s (See note 8.)	1 ms/250 μ s (See note 8.)
Inputs functions	Mean value processing	Stores the last "n" data conversions in the buffer, and stores the mean value of the conversion values. Buffer number: n = 2, 4, 8, 16, 32, 64	
	Peak value holding	Stores the maximum conversion value while the Peak Value Hold Bit is ON.	
	Input disconnection detection	Detects the disconnection and turns ON the Disconnection Detection Flag.	

Range: 0 to 5 V



D7- Datasheet Digital Dis VALCOM VPMC

1. Model	○	VPMC	Bourdon-Repalaceable Round Digital Pressure Output	
2. Analog output		-	Output	Response frequency
		D	Display only (No output)	-
		A1	1mV/digit (±1999mV max.)	7Hz This value has been calculated as response frequency (= 1/2T (Hz)) based on the measured step response (0 to 100%) and rise time (T) with the sensor bridge resistance of 350Ω. Response frequency is determined by the sensor to be used. Consult with us when focusing on response.
		A2	1~5V	
		A3	4~20mA (4 wire system)	
		A4	0~5V	
		A5	0~10V *Available only when Power is 4(DC24V).	

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

RIWAYAT HIDUP



Winni Djohar Pinasti lahir di Sidoarjo pada tanggal 25 Agustus 1998. Penulis adalah anak pertama dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dasar di MIN Malang 1 pada tahun 2004-2010, kemudian SMPN 13 Malang tahun 2010-2013, dan lulus dari SMA Negeri 9 Malang pada tahun 2016. Pada tahun 2016 juga, penulis diterima sebagai mahasiswa di jurusan D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Semasa kuliah, sejak semester ke 2 penulis sudah aktif sebagai anggota

Laboratorium Cypiral (*Cyber Physical and Robotic Laboraturium*) ITS.

E-mail: windepuh@gmail.com