



**METODA PEMROGRAMAN PADA KONVEYOR DENGAN
FUNGSI PENCACAH BARANG BERBASIS *PROGRAMMABLE*
LOGIC CONTROLLER (PLC) OMRON
TIPE CPM 1A 20 I/O**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi Diploma III Untuk Mencapai
Gelar Ahli Madya Teknik Pada Universitas Negeri Semarang**

Oleh :

Muhammad Daud Muklisina

5250305036

Teknik Mesin D3

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2009**

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir dengan judul ”**Metoda Pemrograman Pada Konveyor Dengan Fungsi Pencacah Barang Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) OMRON Tipe CPM 1A 20 I/O**” telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Proyek Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Pada Hari :

Tanggal :

Pembimbing

Samsudin Anis, ST, MT
NIP. 132303194

Penguji II

Penguji I

Drs. Wirawan Sumbodo, MT
NIP. 131876223

Samsudin Anis, ST, MT
NIP. 132303194

Ketua Jurusan

Ka. Prodi DIII Teknik Mesin

Drs. Wirawan Sumbodo, MT
NIP. 131876223

Dwi Widjanarko S.Pd, ST, MT
NIP. 132093247

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP. 131476651

ABSTRAK

Muhammad Daud, 2009. ”Metoda Pemrograman Pada Konveyor Dengan Fungsi Pencacah Barang Berbasis *Programmable Logic Controller (PLC) OMRON Tipe CPM 1A 20 I/O*” Laporan Proyek Akhir. Teknik Mesin DIII. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Peralatan dengan sistem pneumatik sekarang ini telah memegang peranan penting sebagai alat bantu dalam peningkatan atau rasionalisasi produk dalam pembuatan dan pengolahan benda kerja, dari pabrik air minum sampai pabrik besar seperti pembuatan mobil yang semuanya itu menggunakan peralatan dan permesinan yang bekerja dengan menggunakan sistem pneumatik.

Dalam memproduksi suatu barang dilakukan otomatisasi (otomasi), hal ini diperlukan untuk mengurangi tenaga manusia guna mencapai produktivitas yang menggunakan peralatan-peralatan bantu yang menggunakan sistem pneumatik dengan sistem kontrol *Programmable Logic Controller (PLC)*. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perlu dirancang sebuah sistem kendali berbasis PLC serta bagaimana program yang sesuai dengan kerja yang dibutuhkan untuk menjalankan proses produksi.

Berdasar permasalahan tersebut maka dibuatlah alat berupa robot lengan berpengerak motor dan pneumatik beserta konveyor yang dikendalikan oleh PLC Omron CPM 1A 20 I/O. Kemudian diprogram dengan fungsi pencacah barang menggunakan *software Syswin*.

Dalam proyek ini didapatkan sebuah desain sistem kendali yang mampu memindahkan barang sekaligus mencacahnya dan menampilkan data secara langsung pada *display*. Komponen-komponennya berupa PLC, rangka lengan, silinder pneumatik, motor, konveyor, katup, *relay*, sensor dan komponen-komponen pendukung lainnya. Pengalamatan pada *controller* ini berjalan berdasar *Ladder* yang telah dibuat dengan *software Syswin*. Dan pengalamatan ini berjalan dengan baik setelah dilakukan beberapa uji coba dan penyesuaian.

Kata kunci : Pneumatik, PLC, Control, Otomasi, Ladder

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ^ *Fil-harokatil barokah*, Bergeraklah! Karena didalam pergerakan tersimpan berkah.
- ^ Menyesal-lah! Tapi segeralah koreksi diri & perbaiki kesalahan!
- ^ Cinta memang menyakitkan, tapi cinta sejati pada sang Kholik tidak pernah menyengsarakan. Maka curahkanlah cintamu padaNya

PERSEMBAHAN

- ^ Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Bapak dan Ibu atas semua pengorbanan, doa, dan kasih sayangnya.
- ^ Adik dan kakak tersayang, Fazh@, Yusuf, Yahya, Mba Nia, Mas Aji.
- ^ Keluarga Besar Suruh dan Binangun yang senantiasa memberikan masukan, doa dan nasehatnya, Anan, Onit, Resha, Shafi, Fiasha.
- ^ Sang penyemangat dan sumber inspirasiku.
- ^ Teman-teman MWI '05, Romalio, Sahlul, Sheva, Binyo, Shandi, Pipit, Yund@, Eza, dan yang lain yang tidak bisa disebut satu per satu.
- ^ Teman-teman IKAPMAWI Semarang, Eli, Na'im, Titi, Eni, Aufiah, Irfan, Asiah, O-ah, Mas Fajar, Faizah.
- ^ Teman-teman Teknik Mesin, Teknik Elektro dan Teknik Mesin serta FBS.
- ^ Seluruh penghuni FURSAN & PIERO kos serta Rumah Sunyi.
- ^ Semua orang yang telah mewarnai hidupku

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah...puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, berkah dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, dengan judul "**Metoda Pemrograman Pada Konveyor Dengan Fungsi Pencacah Barang Berbasis *Programmable Logic Controller (PLC) OMRON Tipe CPM 1A 20 I/O***". Penyusunan Tugas Akhir ini ditujukan dalam rangka menyelesaikan studi Diploma (DIII) untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, ucapan terima kasih terutama penulis sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Wirawan Sumbodo MT, Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Samsudin Anis, ST, MT selaku dosen Pembimbing I yang telah membimbing dengan sabar dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.
4. Bapak, Ibu, beserta saudara-saudaraku yang selalu memberi dukungan materi dan moril kepada penulis
5. Keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang secara tidak langsung membantu penelitian.
6. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, banyak kesalahan dan kekurangan yang harus dikoreksi lebih dalam lagi. Untuk itu

dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran guna menyempurnakan Tugas Akhir ini. Terima kasih.

Semarang, Januari 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Permasalahan dan Batasan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat	4
D. Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II ISI	
A. LANDASAN TEORI	6
1. <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	6
1.1 Pengertian <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	6
1.2. Komponen <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	7
1.3. Menghubungkan Piranti Masukan dan Keluaran	14

1.4. Cara Penyambungan dan Logika <i>Ladder</i>	19
1.5. Instruksi Dasar PLC	22
1.6. Diagram Tangga (<i>Ladder Diagram</i>).....	24
1.7. <i>Software Syswin</i>	26
2. <i>Programmable Logic Controller (PLC) Tipe Omron CPM1A</i>	
20 I/O	30
2.1. CPU CPM 1A 20I/O	30
2.2. Bagian-bagian CPM 1A 20I/O.....	31
2.3. <i>Input/Output</i> CPM 1A 20 I/O	33
3. <i>InfraRed</i>	34
3.1 Opto komponen.....	35
3.2 Meningkatkan jarak tembak suatu IR <i>remote control</i>	36
3.3 Sensor <i>infrared</i>	38
4. Pneumatik.....	39
4.1. Kelebihan dan Kekurangan Pneumatik.....	39
4.2. Silinder Pneumatik.....	40
4.3. Katup Pneumatik.....	41
5. Motor.....	42
6. <i>Power supply</i>	43
7. <i>Compressor</i>	43
8. Reservoir	45
9. Unit Pengolah <i>Udara Bertekanan (Air service unit)</i>	46
B. PROSES PEMBUATAN BENDA KERJA	48

1. Pembuatan Bagian Mekanik	48
1.1. Pembuatan Lengan Robot	48
1.2. Pembuatan Konveyor	50
1.3. Proses Pengecatan	51
2. Perakitan (<i>Asembly</i>)	52
2.1. Memasang dan merakit bagian-bagian mekanik.....	52
2.2 Memasang komponen-komponen otomasi pada meja otomasi.	56
2.3. Memasang <i>wiring</i> dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.	59
2.4. Lakukan pengecekan agar semuanya berjalan sesuai dengan rencana.	60
C. PEMROGRAMAN DAN CARA KERJA	60
1. Pemrograman	60
1.1. Pengalamatan I/O Pada Benda Kerja	61
1.2. Diagram Alir Pemrograman.....	62
2. Cara Kerja	63
2.1. Cara Kerja Pemrograman.....	63
BAB III SIMPULAN DAN SARAN	
A. SIMPULAN	70
B. SARAN	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 1.	Komponen Dasar PLC.....	8
Gambar 2.	Rangkaian antarmuka masukan PLC.....	12
Gambar 3.	Rangkaian antarmuka keluaran PLC	13
Gambar 4.	Ilustrasi Terminal COMM	15
Gambar 5.	Menghubungkan Sensor Keluaran <i>Sinking</i> dengan Masukan <i>Sourcing</i>	16
Gambar 6.	Menghubungkan Sensor Keluaran <i>Sourcing</i> dengan Masukan <i>Sinking</i>	16
Gambar 7.	Menghubungkan Beban Keluaran dengan Keluaran PLC Tipe <i>Sinking</i>	17
Gambar 8.	Menghubungkan Beban Keluaran dengan Keluaran PLC Tipe <i>Sourcing</i>	17
Gambar 9.	Proses Scanning Program dalam PLC	18
Gambar 10.	Cara penyambungan perangkat <i>Input</i> , <i>Output</i> , PLC dan Catu daya	19
Gambar 11.	<i>Ladder</i> diagram dari gambar rangkaian di atas	20
Gambar 12.	<i>Ladder</i> diagram dari gambar rangkaian di atas dengan pengunci.....	20
Gambar 13.	<i>Ladder</i> diagram kebalikan dari kerja rangkaian di atas	20

Gambar 14. Cara penyambungan <i>Input</i> dan <i>Output</i> lebih dari satu channel.....	21
Gambar 15. Penambahan <i>relay</i> untuk memperbesar kemampuan Arus..	21
Gambar 16. Simbol Logika LOAD dan LOAD NOT	22
Gambar 17. Simbol Logika AND dan AND NOT	22
Gambar 18. Simbol Logika OR dan OR NOT	23
Gambar 19. Simbol Logika OUT dan OUT NOT	23
Gambar 20. Simbol Logika AND LOAD.....	24
Gambar 21. Simbol Logika OR LOAD.....	24
Gambar 22. Contoh Diagram <i>Ladder</i> PLC.....	25
Gambar 23. Simbol NO	25
Gambar 24. Simbol NC	25
Gambar 25. Simbol Keluaran	25
Gambar 26. Tampilan menu utama program SYSWIN	26
Gambar 27. Contoh pembuatan diagram <i>Ladder</i>	27
Gambar 28. Pembuatan diagram <i>Ladder</i>	28
Gambar 29. Diagram Tangga untuk satu Network.....	28
Gambar 30. Akhir dari diagram tangga menggunakan END	29
Gambar 31. Terminal <i>Input-Output</i> pada CPM1A 20 I/O.....	30
Gambar 32. Bagian-bagian pada CPM1A 20 I/O.....	31
Gambar 33. Spektrum Emisi suatu pengendalian jarak jauh sistem bunyi khas <i>Near Infrared</i>	35
Gambar 34. <i>Lightspot</i> dari suatu Led dengan dan tanpa suatu Lensa	36

Gambar 35. Rangkaian Komponen Sensor inframerah	38
Gambar 36. Penampang dan Simbol <i>Actuator Double Acting</i>	41
Gambar 37. Katup <i>5/2 Double Selenoid</i>	41,42
Gambar 38. <i>Compressor</i>	43
Gambar 39. Kompresor Torak Resiprokal	44
Gambar 40. Kompresor <i>Rotary</i> Baling – Baling Luncur	44
Gambar 41. Kompresor aliran radial (a) dan Aliran Aksial (b).....	45
Gambar 42. Tangki Udara	46
Gambar 43. Instalasi Pengolahan Udara Bertekanan	48
Gambar 44. Sketsa Lengan Robot.....	49
Gambar 45. Sketsa Konveyor.....	51
Gambar 46. Lengan robot.....	52
Gambar 47. Cengkeram robot	52
Gambar 48. Kaki robot.....	52
Gambar 49. Motor listrik penggerak lengan	53
Gambar 50. Motor listrik penggerak konveyor 1	53
Gambar 51. Motor listrik penggerak konveyor 2.....	54
Gambar 52. Silinder yang digunakan pada robot pemindah barang	54
Gambar 53. Katup pengontrol aliran (<i>Air Flow Control</i>)	55
Gambar 54. Selang dan <i>lay-out</i> selang.....	56
Gambar 55. Meja peletakan komponen-komponen robot.....	56
Gambar 56. PLC Omron CPM1A	57
Gambar 57. Katup <i>5/2 way double single solenoid</i>	58

Gambar 58. <i>Relay</i>	58
Gambar 59. <i>Counter display 2 digit</i>	59
Gambar 60. <i>Wiring lay-out</i>	59
Gambar 61. <i>Switch</i>	59
Gambar 62. <i>Transmitter dan receiver infrared</i>	60
Gambar 63. Diagram alir pemrograman	62
Gambar 64. <i>Network 1</i>	63
Gambar 65. <i>Network 2</i>	64
Gambar 66. <i>Network 3</i>	65
Gambar 67. <i>Network 4</i>	65
Gambar 68. <i>Network 5</i>	66
Gambar 69. <i>Network 6</i>	66
Gambar 70. <i>Network 7</i>	67
Gambar 71. <i>Network 8</i>	68
Gambar 72. <i>Network 9</i>	68
Gambar 73. <i>Network 10</i>	69
Gambar 74. <i>Network 11</i>	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Perbedaan PLC dengan Sistem Kendali Konvensional	7
Tabel 2. Kerja Indikator Status PC	32
Tabel 3. Pengalamatan I/O	61

DAFTAR LAMPIRAN

1. Wiring diagram
2. Surat tugas pembimbing
3. Surat tugas penguji

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin maju menuntut manusia untuk selalu mempelajari teknologi, salah satunya dalam hal perindustrian. Teknologi otomasi mulai ada sejak berabad-abad yang lalu terutama sejak ditemukannya komponen *cam* dan *governor*.

Secara berangsur-angsur alat elektronik mulai digunakan seperti *relay* dan komponen elektronik seperti transistor dan selanjutnya ditemukan mikro elektronik dalam bentuk *integrated circuit* (IC) pada awal 1960-an. Teknologi otomasi semakin berkembang sejalan dengan munculnya *microprocessor*.

Kompetisi di segala bidang semakin meningkat. Perkembangan teknologi informasi membuat batas wilayah menjadi semakin dekat. Apalagi dengan masuknya era perdagangan bebas, membuat persaingan akan semakin ketat. Para pesaing tidak hanya berasal dari dalam negeri melainkan dari negara lain, yang dahulu bukan merupakan pesaing. Persaingan ini akan melanda disegala bidang, termasuk bidang industri. Hanya industri yang mempunyai produktivitas dan efisiensi yang tinggi yang mampu bertahan, karena umumnya pesaing dari negara lain mempunyai produktivitas dan efisiensi yang tinggi. Dalam usaha untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi yang tinggi maka perusahaan harus dapat mengaktifkan dan meningkatkan sumber daya yang dimilikinya, serta harus melakukan pengurangan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Untuk

meningkatkan produktivitas, efisiensi, efektifitas dari sumber daya yang dimiliki harus didukung oleh sistem informasi yang selalu tersedia, cepat dan tepat untuk mengambil kebijakan selanjutnya.

Sistem pengontrolan elektromekanik dengan menggunakan *relay-relay* mempunyai banyak kelemahan, diantaranya kontak-kontak yang dipakai mudah aus karena panas atau terbakar atau karena hubung singkat, membutuhkan biaya yang cukup besar untuk instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari sistem yang telah dibuat jika di kemudian hari diperlukan modifikasi. Apabila menggunakan *programmable logic controller (PLC)*, hal ini dapat diatasi, karena sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada. Kenyataan yang ada menunjukkan kalangan industri di Indonesia masih banyak yang menggunakan sistem pengontrolan proses produksi berdasarkan laporan produksi atau catatan-catatan produksi yang dibuat pada akhir produksi. Akibatnya kalangan industri harus mengeluarkan biaya yang relatif besar, dengan informasi yang didapat terlambat atau tidak tepat. Padahal biaya tersebut dapat dikurangi dengan menggunakan sistem pengontrolan proses produksi secara efektif, seperti penggunaan kontrol PLC untuk mendapatkan data-data proses produksi. Data-data tersebut diolah, dan dapat ditampilkan secara langsung (*real time*) melalui suatu sistem monitoring pada sebuah layar monitor.

Berdasar kondisi di atas, perlu dilakukan perancangan dan desain alat pencacah barang berbasis PLC beserta pemrogramannya untuk memudahkan pembacaan data secara *real time*.

B. Permasalahan Dan Batasan Masalah

1. Permasalahan

Permasalahan yang akan diangkat dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat desain sistem kendali berbasis PLC dan desain *prototype*-nya.
2. Bagaimana membuat kinerja *prototype*-nya apakah sesuai dengan program yang akan dibuat.
3. Bagaimana pemrograman pada sistem otomasi lengan robot dan konveyor pemindah barang dengan fungsi pencacah berbasis PLC.

2. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi untuk pemrograman lengan robot berpengerak motor dan silinder pneumatik serta mesin konveyor pemindah barang dengan fungsi pencacah yang berbasis PLC OMRON tipe CPM 1A 20 I/O.

C. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan

- a. Mendapatkan desain sistem kendali berbasis PLC dan desain *prototype*-nya beserta *sensor-sensor*.
- b. Mengetahui bagaimana cara memprogram otomasi lengan robot dan konveyor pemindah barang dengan fungsi pencacah berbasis PLC.
- c. Mengetahui kesesuaian antara hasil pemrograman dengan cara kerja lengan robot dan konveyor pemindah barang yang telah dibuat.

2. Manfaat

- a. Dapat mengetahui cara pemrograman suatu sistem otomasi berbasis PLC.
Dalam hal ini adalah cara pemrograman lengan robot dan konveyor pemindah barang dengan fungsi pencacah.
- b. Memberikan alternatif setingkat lebih maju dari sebuah sistem pengendalian dengan menggunakan sistem pengendali berbasis PLC terhadap sistem pengendalian konvensional yang masih menggunakan saklar magnet.
- c. Kontribusi terhadap mahasiswa, adanya motivasi yang lebih baik untuk menyelesaikan tugas akhir sehingga diperolehnya pemahaman yang tinggi terhadap penelitian yang telah dilakukan.
- d. Dapat memberikan informasi dan masukan kepada pembaca maupun penulis sebagai pengetahuan mengenai suatu sistem pengendali otomasi yang berbasis PLC.

D. Sistematika Penulisan Laporan

1. Bagian Awal

Bagian awal terdiri dari halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel.

2. Bagian Isi

Bagian ini terdiri dari 3 bab, yang terdiri dari :

BAB I : Pendahuluan, yang mencakup latar belakang masalah, permasalahan, penegasan istilah, tujuan penelitian, manfaat

penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : A. Landasan teori, yang mencakup pemahaman tentang PLC OMRON CPM 1A, Pneumatik, Motor.

B. Proses pembuatan benda kerja.

C. Pemrograman dan cara kerja dari lengan robot dan konveyor pemindah barang.

BAB III : Penutup yang berisi kesimpulan dari data dan saran yang merupakan sumbangan pemikir.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

ISI

A. LANDASAN TEORI

1. *Programmable Logic Controller (PLC)*

1.1. *Pengertian Programmable Logic Controller (PLC)*

Pada masa ini perusahaan industri berharap bisa menghasilkan jumlah produksi yang maksimal dengan penekanan jumlah pekerja supaya lebih efisien. Maka perusahaan industri memerlukan sistem kontrol otomatis yang akan membantu untuk meningkatkan jumlah produksi mereka tanpa harus mempekerjakan lebih banyak pegawai sehingga proses produksi akan menjadi lebih efektif dan efisien. Salah satu peralatan otomatis yang saat ini banyak digunakan adalah PLC.

PLC merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan *relay* yang digunakan pada kendali konvensional. PLC bekerja dengan cara mendeteksi masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai dengan yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (*logic*, 0 atau 1, hidup atau mati). Pengguna membuat program yang kemudian program tersebut akan dijalankan oleh PLC . Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati dan sesuai dengan perintah yang telah disimpan dalam memori.

Beda PLC dan *relay* yaitu nomor kontak *relay* (NC atau NO) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua instruksi dasar selain instruksi *output*. Jadi dalam suatu pemrograman PLC tidak diijinkan menggunakan *output* dengan nomor kontak yang sama.

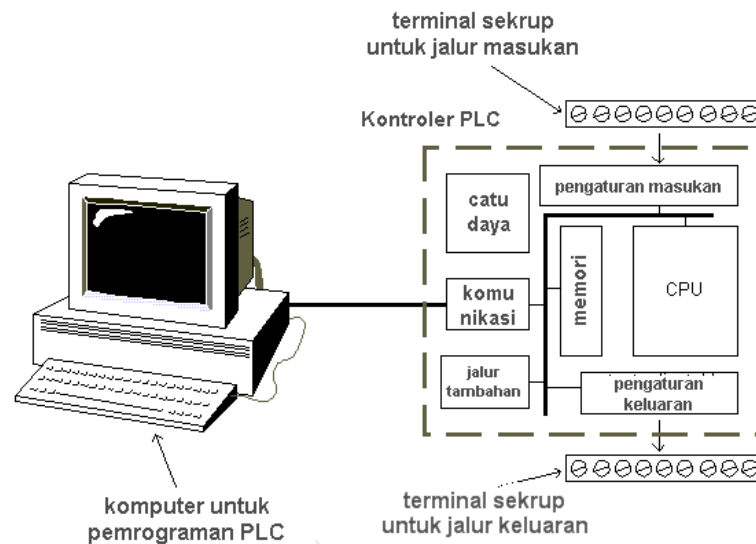
Keistimewaan PLC dibandingkan dengan sistem kendali konvensional adalah seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Perbedaan PLC dengan Sistem Kendali Konvensional

Sistem <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	Sistem kendali konvensional
1) <i>Wiring</i> relatif sedikit	1) <i>Wiring</i> relatif kompleks
2) <i>Maintenance</i> relatif mudah	2) <i>Maintenance</i> membutuhkan waktu yang lebih lama
3) Pelacakan kesalahan sistem lebih sederhana	3) Pelacakan kesalahan sistem sangat kompleks
4) Konsumsi daya relatif rendah	4) Konsumsi daya relatif tinggi
5) Dokumentasi gambar sistem lebih sederhana dan mudah dimengerti	5) Dokumentasi gambar lebih banyak
6) Modifikasi sistem lebih sederhana	6) Modifikasi sistem lebih kompleks

1.2. Komponen *Programmable Logic Controller* (PLC)

PLC sesungguhnya merupakan sistem mikrokontroler khusus untuk industri, artinya seperangkat perangkat lunak dan keras yang diadaptasi untuk keperluan aplikasi dalam dunia industri. Elemen-elemen dasar sebuah PLC ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Komponen Dasar PLC
(Putra, A. E., 2004:6)

1.2.1. Unit Pengolahan Pusat (CPU – *Central Processing Unit*)

Unit pengolahan pusat atau CPU merupakan otak dari sebuah kontroler PLC . CPU itu sendiri merupakan sebuah mikrokontroler (versi mini mikrokomputer lengkap). Pada awalnya merupakan sebuah mikrokontroler 8-bit, namun saat ini bisa merupakan mikrokontroler 16 atau 32-bit. CPU ini juga menangani komunikasi dengan piranti eksternal, interkoneksi antar bagian-bagian internal PLC , eksekusi program, manajemen memori, mengawasi atau mengamati masukan dan memberikan sinyal kekeluaran (sesuai dengan proses atau program yang dijalankan). Kontroler PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memeriksa memori agar dapat dipastikan memori PLC tidak rusak, hal ini dilakukan karena alasan keamanan. Hal ini bisa dijumpai dengan adanya indikator lampu pada bagian badan PLC sebagai indikator terjadinya kesalahan atau kerusakan.

1.2.2. Memori

Memori sistem digunakan oleh PLC untuk sistem kontrol proses. Selain berfungsi untuk menyimpan sistem operasi, juga digunakan untuk menyimpan program yang harus dijalankan, dalam bentuk biner, hasil terjemahan diagram tangga yang dibuat oleh pengguna atau pemrogram. Isi dari memori *flash* tersebut dapat berubah bahkan dapat juga dikosongkan atau dihapus, jika memang dikehendaki seperti itu. Tetapi yang jelas, dengan penggunaan teknologi *flash*, proses penghapusan dan pengisian kembali memori dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Pemrograman PLC biasanya dilakukan melalui kanal sebuah komputer yang bersangkutan.

Memori pengguna dibagi menjadi beberapa blok yang memiliki fungsi khusus. Beberapa bagian memori digunakan untuk menyimpan status masukan dan keluaran. Status yang sesungguhnya dari masukan dan keluaran disimpan sebagai logika atau bilangan '0' dan '1' (dalam lokasi bit tertentu). Masing-masing masukan dan keluaran berkaitan dengan sebuah bit dalam memori. Sedangkan bagian lain dari memori digunakan dalam program yang dituliskan. Misalnya, nilai pewaktu atau pencacah bisa disimpan dalam bagian memori ini.

1.2.3. Pemrograman PLC

Kontroler PLC dapat diprogram melalui komputer, tetapi juga bisa deprogram melalui program manual, yang biasa disebut dengan konsol (*console*). Untuk keperluan ini dibutuhkan perangkat lunak, yang biasanya tergantung pada produk PLC -nya. Dengan kata lain, masing-masing produk PLC membutuhkan perangkat lunak sendiri-sendiri.

Hampir semua produk perangkat lunak untuk memprogram PLC memberikan kebebasan berbagai macam pilihan seperti memaksa saklar (masukan atau keluaran) bernilai ON atau OFF, melakukan pengawasan program secara *real-time*, termasuk pembuatan dokumentasi diagram tangga yang bersangkutan. Dokumentasi diagram tangga ini diperlukan untuk memahami program sekaligus dapat digunakan untuk pelacakan kesalahan. Pemrograman dapat memberikan nama pada piranti masukan maupun keluaran, komentar-komentar pada blok diagram dan lain sebagainya. Dengan pemberian dokumentasi maupun komentar pada program, maka akan mudah nantinya dilakukan pembenahan (perbaikan atau modifikasi) program dan pemahaman terhadap kerja program diagram tangga tersebut.

1.2.4. Catu Daya PLC

Catu daya listrik digunakan untuk memberikan pasokan catu daya keseluruhan bagian PLC (termasuk CPU, memori dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 V DC atau 220 V AC. Beberapa PLC catu dayanya terpisah (sebagai modul tersendiri). Yang demikian biasanya merupakan PLC besar, sedangkan untuk PLC medium dan kecil, catu dayanya sudah menyatu. Pengguna harus menentukan berapa besar arus yang diambil dari modul keluaran/masukan untuk memastikan catu daya yang bersangkutan menyediakan sejumlah arus yang memang dibutuhkan. Tipe modul yang berbeda menyediakan sejumlah besar arus listrik yang berbeda.

Catu daya listrik ini biasanya tidak digunakan untuk memberikan catu daya langsung kemasukan maupun keluaran, artinya masukan dan keluaran murni

merupakan saklar (baik murni maupun *optoisolator*). Pengguna harus menyediakan sendiri catu daya yang terpisah untuk masukan dan keluaran PLC . Cara seperti ini akan menyelamatkan PLC dari kerusakan yang diakibatkan oleh lingkungan industri dimana PLC digunakan karena adanya catu daya yang terpisah antara PLC dengan jalur-jalur masukan dan keluaran.

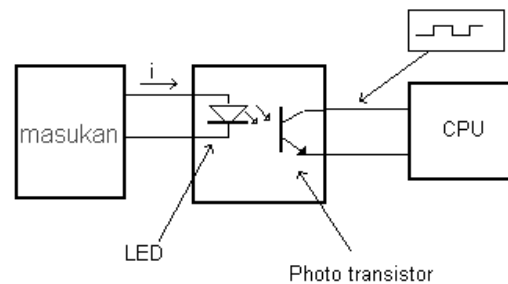
1.2.5. Masukan-masukan PLC

Kecanggihan sistem otomasi sangat bergantung pada kemampuan sebuah PLC untuk membaca sinyal dari berbagai jenis sensor dan piranti-piranti lainnya. Untuk mendeteksi proses atau kondisi atau status suatu keadaan atau proses yang sedang terjadi. Misalnya, berapa cacah barang yang sudah diproduksi, ketinggian permukaan air, tekanan udara dan lain sebagainya, maka dibutuhkan sensor-sensor yang tepat untuk masing-masing kondisi atau keadaan yang akan dideteksi tersebut. Dengan kata lain, sinyal-sinyal masukan tersebut dapat berupa *logic* (ON atau OFF) maupun analog. PLC kecil biasanya hanya memiliki jalur masukan digital saja, sedangkan yang besar mampu menerima masukan analog melalui unit khusus yang terpadu dengan PLC -nya. Salah satu analog yang sering dijumpai adalah sinyal arus 4 hingga 20 mA (atau mV) yang diperoleh dari berbagai macam sensor.

1.2.6. Pengaturan atau Antarmuka Masukan

Antar muka masukan berada diantara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Modul antar muka masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar

kesinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan (misalnya, masukan dari sensor dengan tegangan kerja 24 V DC harus dikonversikan menjadi tegangan 5 V DC agar sesuai dengan tegangan kerja CPU). Hal ini dengan mudah bisa dilakukan menggunakan rangkaian *optoisolator* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian antarmuka masukan PLC
(Putra, A. E., 2004:10)

Penggunaan optoisolator artinya tidak ada hubungan kabel sama sekali antara dunia luar dengan unit CPU. Secara ‘optik’ dipisahkan (perhatikan gambar 2), atau dengan kata lain, sinyal ditransmisikan melalui cahaya. Kerjanya sederhana, piranti eksternal akan memberikan sinyal untuk menghidupkan LED (dalam optoisolator), akibatnya *phototransistor* akan menerima cahaya akan menghantarkan arus (ON), CPU akan melihatnya sebagai logika nol (catu antara kolektor dan emitor drop dibawah 1 volt). Begitu juga sebaliknya, saat sinyal masukan tidak ada lagi, maka LED akan mati dan *phototransistor* akan berhenti menghantar (OFF), CPU akan melihatnya sebagai logika satu.

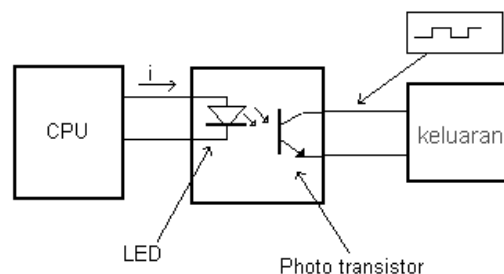
1.2.7. Keluaran-keluaran PLC

Sistem otomasi tidak akan lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran untuk menghubungkan dengan alat-alat *eksternal* (yang dikendalikan). Beberapa alat

atau piranti yang sering digunakan adalah motor, solenoid, relai, lampu indikator dan lain sebagainya. Keluaran ini dapat berupa analog maupun digital. Keluaran analog bertingkah seperti sebuah saklar, menghubungkan dan memutuskan jalur. Keluaran analog digunakan untuk menghasilkan keluaran analog (misalnya, perubahan tegangan untuk pengendalian motor secara regulasi linier sehingga diperoleh kecepatan putar tertentu).

1.2.8. Pengaturan atau Antarmuka Keluaran

Sebagaimana pada antar muka masukan, keluaran juga membutuhkan antar muka yang sama yang digunakan untuk memberikan perlindungan antara CPU dengan peralatan eksternal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3. Cara kerjanya juga sama, yang menyalakan LED didalam optoisolator sekarang adalah CPU, sedangkan yang membaca status photo transistor, apakah menghantarkan arus atau tidak, adalah peralatan atau piranti eksternal.



Gambar 3. Rangkaian antarmuka keluaran PLC
(Putra, A. E., 2004:11)

1.2.9. Jalur Ekstensi atau Tambahan

Setiap PLC biasanya memiliki jumlah masukan dan keluaran yang terbatas. Jika diinginkan, jumlah ini dapat ditambahkan menggunakan sebuah

modul keluaran dan masukan tambahan (*I/O Expansion atau I/O Extension module*).

1.3. Menghubungkan Piranti Masukan dan Keluaran

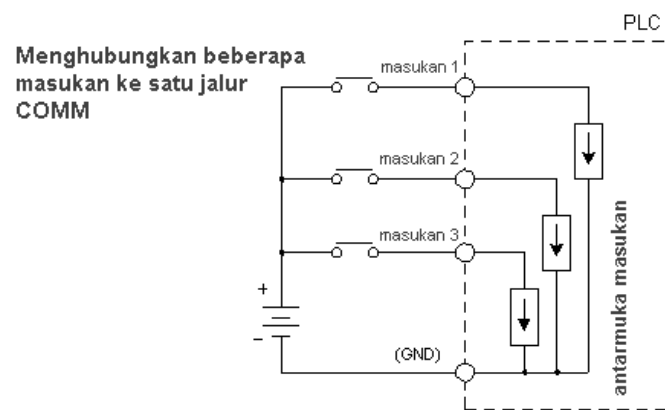
Sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya, PLC yang berdiri sendiri tidak ada artinya, agar dapat berfungsi sebagai mana mestinya, PLC haruslah dilengkapi dengan piranti-piranti masukan atau keluaran. Untuk masukan, diperlukan sensor untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Kemudian apa yang dikendalikan atau dikontrol?. Inilah fungsi dari keluaran, dihubungkan dengan berbagai macam piranti yang akan dikendalikan seperti motor, relai, selenoida dan lain sebagainya.

1.3.1. Konsep Dasar

Konsep dasar ini berkaitan dengan apa yang bisa dihubungkan dan bagaimana cara menghubungkan ke masukan atau ke keluaran PLC. Ada dua istilah yang sudah lazim dikalangan elektronika maupun pengguna PLC, yaitu istilah "*sinking*" dan "*sourcing*". Istilah *sinking* berkaitan dengan penarikan atau penyedotan sejumlah arus dari piranti luar. Istilah ini berkaitan dengan tanda "--" (terminal negatif) atau GND (*ground*). Sedangkan istilah *sourcing*, yang berkaitan dengan terminal atau tanda "+" atau Vcc, berkaitan dengan pemberian sejumlah arus ke piranti luar.

Masukan dan keluaran, baik yang bersifat *sinking* maupun *sourcing* hanya bisa menghantarkan arus searah saja, artinya menggunakan catu daya DC. Dengan demikian, setiap jalur masukan dan keluaran memiliki terminal (+) dan (-), jika terdapat 5 masukan, maka akan terdapat 10 (5x2 terminal) sekrup terminal

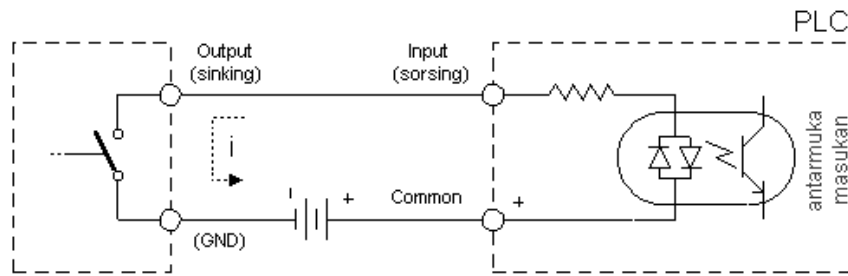
masukan, yang masing-masing bertanda (+) dan (-). Namun, hal ini kemudian dihindari dengan cara menyatukan terminal (-) nya, yang kemudian untuk beberapa masukan atau keluaran dijadikan satu dan disebut dengan jalur *common* (dalam PLC dengan tanda COMM). Pada gambar 4 ditunjukkan contoh 3 masukan dengan satu jalur tunggal terminal COMM dan masing-masing dihubungkan dengan sebuah saklar.



Gambar 4. Ilustrasi Terminal COMM
(Putra, A. E., 2004:12)

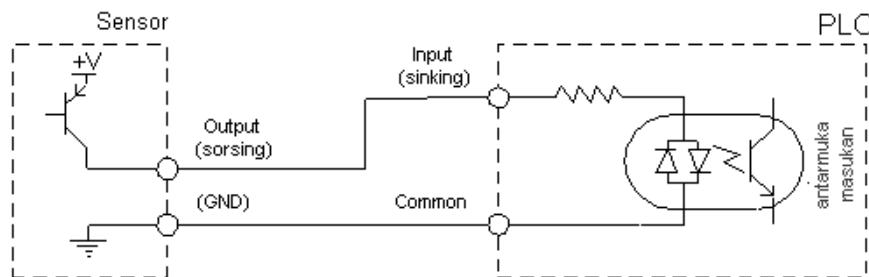
1.3.2. Jalur-jalur Masukan

Yang perlu diperhatikan dalam menghubungkan piranti luar dengan jalur masukan, yang biasanya berupa sensor, adalah keluaran dari sensor bisa berbeda tergantung dari sensornya sendiri dan aplikasinya. Yang penting, bagaimana caranya dibuat suatu rangkaian sensor yang dapat memberikan sinyal ke PLC sesuai dengan spesifikasi masukan PLC yang digunakan. Pada gambar 5 ditunjukkan sebuah contoh cara menghubungkan sebuah sensor dengan tipe keluaran *sinking* dengan masukan PLC yang bersifat *sourcing*.



Gambar 5. Menghubungkan Sensor Keluaran *Sinking* dengan Masukan *Sourcing* (Putra, A. E., 2004:13)

Pada gambar 5 tersebut, jenis sensor yang digunakan, sebagaimana disebutkan sebelumnya, merupakan jenis yang menyedot arus (*sinking*), dengan demikian, masukan atau hubungan yang cocok di sisi lainnya (PLC) adalah yang memberikan arus (*sourcing*). Perhatikan penempatan tegangan DC-nya, terutama polaritas terminalnya (positif dan negatifnya). Dalam hal ini COMMON bersifat positif untuk tipe hubungan atau koneksi semacam ini. Sedangkan pada gambar 6 ditunjukkan tipe koneksi yang lain atau kebalikan dari tipe koneksi yang sebelumnya.



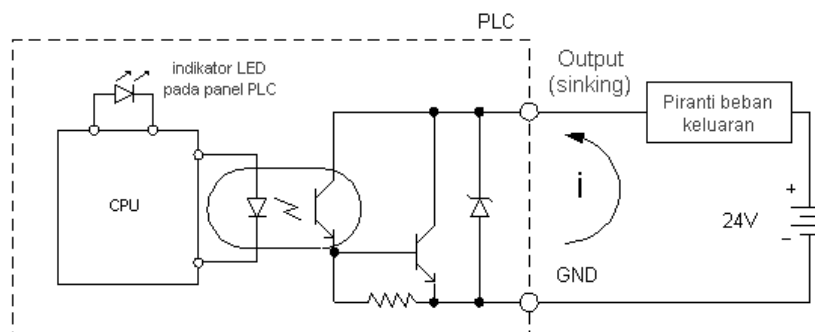
Gambar 6. Menghubungkan Sensor Keluaran *Sourcing* dengan Masukan *Sinking* (Putra, A. E., 2004:14)

Pada gambar 6 tersebut terlihat bahwa sekarang sensor memiliki sumber arus tersendiri sehingga tipenya merupakan *sourcing*, pasangan terminalnya disisi yang lain (PLC) merupakan tipe *sinking*. Untuk hubungan tipe semacam ini,

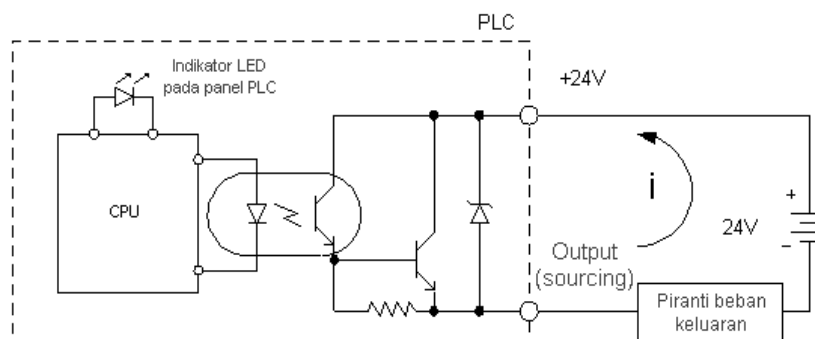
COMMON bersifat negatif atau GND. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa harus dilakukan hubungan *sinking-sourcing* atau *sourcing-sinking*. Bukan *sourcing-sourcing* atau *sinking-sinking*.

1.3.3. Jalur-jalur Keluaran

Keluaran dari PLC biasanya dapat berupa transistor dalam hubungan PNP, NPN maupun *relay*. Seperti ditunjukkan pada gambar 7 dan 8, masing-masing ditunjukkan bagaimana cara PLC mengatur piranti eksternal secara nyata.



Gambar 7. Menghubungkan Beban Keluaran Dengan Keluaran PLC Tipe *Sinking* (Putra, A. E., 2004:14)



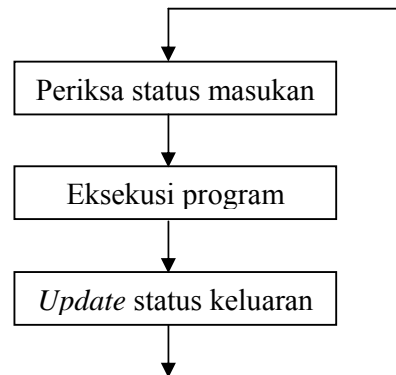
Gambar 8. Menghubungkan Beban Keluaran dengan Keluaran PLC Tipe *Sourcing* (Putra, A. E., 2004:15)

Pada gambar 7 ditunjukkan bagaimana PLC menangani beban keluaran, jika PLC -nya sendiri keluarannya tipe *sinking*. Beban diletakkan antara terminal masukan *sinking* dengan terminal positif catu daya, yang digunakan untuk

menggerakkan beban bukan untuk PLC -nya itu sendiri. Sedangkan pada gambar 8 adalah kebalikannya, tipe keluaran PLC adalah *sourcing*, sehingga konfigurasinya beban keluaran diletakkan antara keluaran *sourcing* dengan terminal negatif.

1.3.4. Operasional *Programmable Logic Controller* (PLC)

Sebuah PLC bekerja secara kontinyu dengan cara men-*scan* program. Ibaratnya kita dapat menilustrasikan sebuah siklus *scan* ini menjadi 3 langkah atau 3 tahap. Umumnya lebih dari 3 tetapi secara garis besarnya ada 3 tahap tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 9.



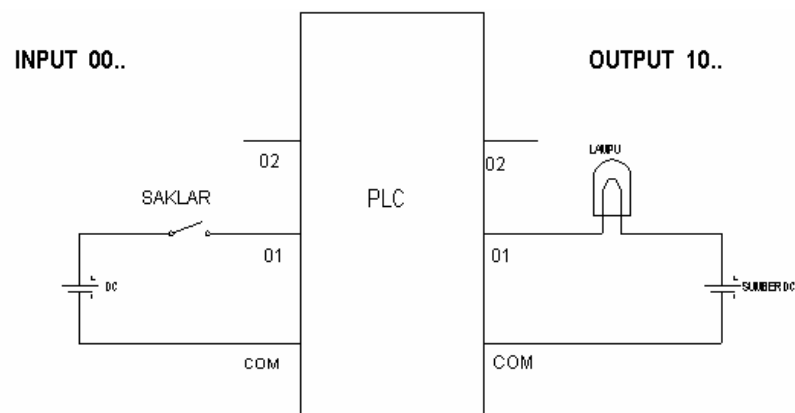
Gambar 9. Proses Scanning Program Dalam PLC
(Putra, A. E., 2004:16)

Keterangan :

1. ***Periksa Status Masukan***, pertama PLC akan melihat masing-masing status keluaran apakah kondisinya sedang ON atau OFF. Dengan kata lain, apakah sensor yang terhubung dengan masukan pertama ON?. Bagaimana dengan yang terhubung pada masukan yang kedua?. Demikian seterusnya, hasilnya disimpan kedalam memori yang terkait dan akan digunakan pada langkah berikutnya.

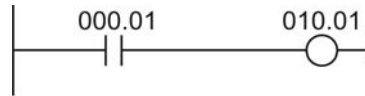
2. **Eksekusi Program**, berikutnya PLC akan mengerjakan atau mengeksekusi program Anda (diagram tangga) per instruksi. Mungkin program Anda mengatakn bahwa jika masukan pertama ON maka keluaran pertama akan di-ON-kan. Karena PLC sudah tahu masukan yang mana saja yang ON atau OFF, dari langkah pertama dapat ditentukan apakah memang keluaran pertama harus di-ON-kan atau tidak (berdasar status masukan pertama). Kemudian akan menyimpan hasil eksekusi untuk digunakan kemudian.
3. **Perbaharui Status Keluaran**, akhirnya PLC akan memperbaharui atau meng-*update* status keluaran. Pembaharuan keluaran ini bergantung pada masukan mana yang ON selama langkah 1 dan hasil dari eksekusi program dilangkah 2. jika masukan pertama statusnya ON, maka dari langkah 2, eksekusi program akan menghasilkan keluaran pertama ON, sehingga pada langkah 3 ini keluaran pertama akan diperbaharui menjadi ON.

1.4. Cara Penyambungan dan Logika Ladder



Gambar 10. Cara penyambungan perangkat *Input*, *Output*, PLC dan Catu daya

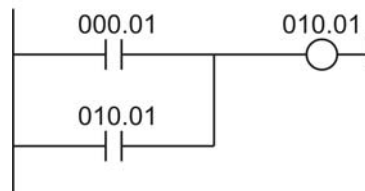
Pada gambar di atas apabila dibuat program dengan menggunakan diagram ladder sebagai berikut :



Gambar 11. Ladder diagram dari gambar rangkaian di atas

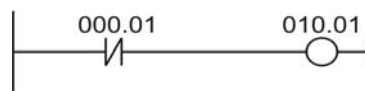
Maka kerja dari rangkaian tersebut adalah jika *input* saklar ditekan maka *output* berupa lampu akan menyala, Tetapi jika saklar dilepas maka lampu juga akan mati

Apabila dikehendaki lampu tetap menyala meskipun saklar hanya sekali tekan maka perlu ditambahi dengan pengunci sebagai berikut :



Gambar 12. Ladder diagram dari gambar rangkaian di atas dengan pengunci

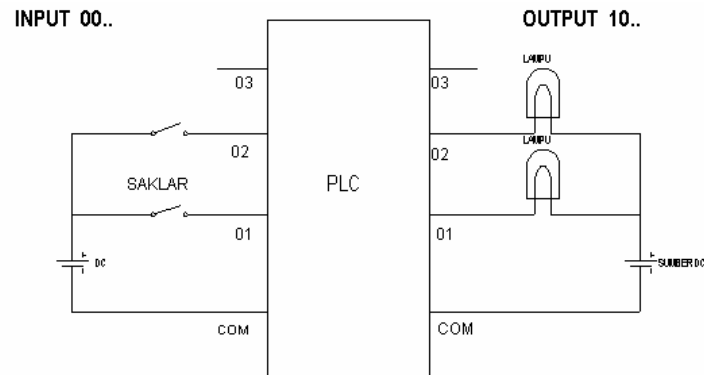
Kebalikan dari kerja rangkaian di atas (gambar 11) apabila dibuat program dengan menggunakan diagram ladder sebagai berikut :



Gambar 13. Ladder diagram kebalikan dari kerja rangkaian di atas

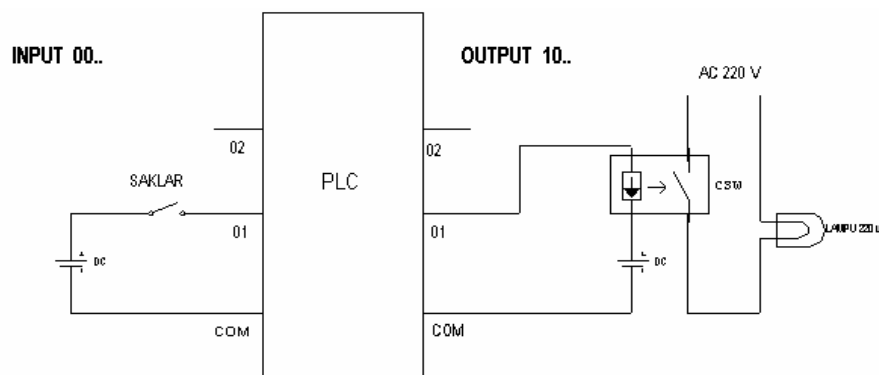
Maka kerja dari rangkaian tersebut adalah jika *input* saklar tidak ditekan maka *output* berupa lampu akan menyala. Jika *input* saklar ditekan maka *output* berupa lampu akan mati .

Untuk penyambungan yang lebih dari satu *channel* maka cara penyambungan adalah sebagai berikut :



Gambar 14. Cara penyambungan *Input* dan *Output* lebih dari satu channel.

Oleh karena keterbatasan PLC dimana spesifikasi dari masukannya dan keluarannya adalah dengan tegangan dan arus yang kecil maka cara penyambungan dari peralatan keluarannya jika menggunakan lampu untuk tegangan dan arus tinggi adalah menggunakan peralatan *relay* seperti gambar di bawah ini. Untuk arus dan tegangan yang lebih besar dapat menggunakan *Magnetic Contactor*. Tegangan yang disambungkan ke *relay* ataupun *Magnetic Contactor* disesuaikan dengan tegangan dari *relay* atau *Magnetic Contactor* tersebut.



Gambar 15. Penambahan *relay* untuk memperbesar kemampuan arus

1.5. Instruksi Dasar PLC

Dalam hubungannya dengan masukan dan keluaran, beberapa instruksi dasar PLC yang banyak digunakan dalam penyusunan diagram *ladder* antara lain :

a) LOAD (LD) dan LOAD NOT (LD NOT)

LOAD adalah sambungan langsung dari *line* dengan logika pensaklarannya seperti saklar NO, sedangkan LOAD NOT logika pensaklarannya seperti saklar NC. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada sistem kendali hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja untuk satu *output*. Simbol *ladder diagram* dari LD dan LD NOT seperti gambar di bawah ini:



Gambar 16. Simbol Logika LOAD dan LOAD NOT

b) AND dan AND NOT

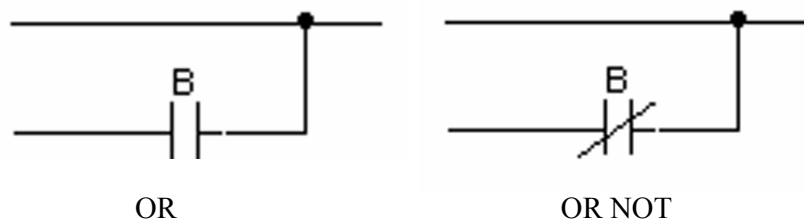
Jika memasukkan logika AND maka harus ada rangkaian yang berada didepannya, karena penyambungannya seri. Logika pensklaran AND seperti saklar NO dan AND NOT seperti saklar NC. Instruksi tersebut dibutuhkan jika urutan kerja sistem kendali lebih dari satu kondisi *logic* yang terpenuhi semuanya untuk memperoleh satu *output*. Simbol *ladder diagram* dari AND dan AND NOT seperti gambar di bawah ini:



Gambar 17. Simbol Logika AND dan AND NOT

c) OR dan OR NOT

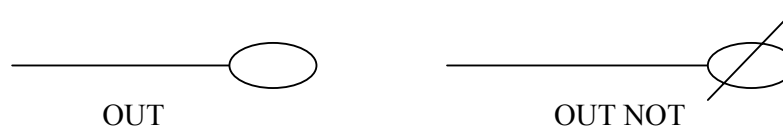
OR dan OR NOT dimasukkan seperti saklar posisinya paralel dengan rangkaian sebelumnya. Instruksi tersebut dibutuhkan jika urutan kerja sistem kendali membutuhkan salah satu saja dari beberapa kondisi *logic* terpasang paralel untuk mengeluarkan satu *output*. Logika pensaklaran OR seperti saklar NO dan logika pensaklaran OR NOT seperti saklar NC. Simbol *ladder diagram* dari OR dan OR NOT seperti gambar di bawah ini :



Gambar 18. Simbol Logika OR dan OR NOT

d) OUT dan OUT NOT

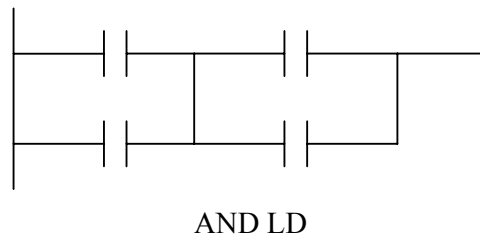
Digunakan untuk mengeluarkan *output* jika semua kondisi logika *ladder diagram* sudah terpenuhi. Logika pensaklaran OUT seperti saklar NO dan logika pensaklaran OUT NOT seperti saklar NC. Simbol *ladder diagram* dari OUT dan OUT NOT seperti gambar di bawah ini :



Gambar 19. Simbol Logika OUT dan OUT NOT

e) AND LOAD (AND LD)

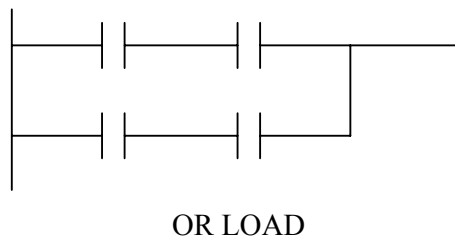
Digunakan untuk kondisi logika *ladder diagram* yang khusus dimaksudkan untuk mengeluarkan satu keluaran tertentu. Simbol *ladder diagram* dari AND LD seperti gambar di bawah ini:



Gambar 20. Simbol Logika AND LOAD.

f) OR LOAD (OR LD)

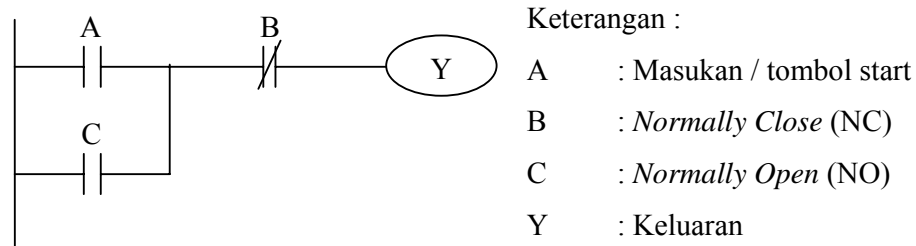
Digunakan untuk kondisi logika *ladder diagram* yang khusus dimaksudkan untuk mengeluarkan satu keluaran tertentu. Simbol *ladder diagram* dari OR LD seperti gambar bawah ini:



Gambar 21. Simbol Logika OR LOAD

1.6. Diagram Tangga (*Ladder Diagram*)

Pada PLC , diagram kontrol dinamakan dengan diagram ladder / tangga. Dinamakan seperti itu karena bentuknya menyerupai tangga atau bersusun. Gambar berikut adalah contoh yang menggambarkan bentuk dari diagram ladder.



Gambar 22. Contoh Diagram Ladder PLC

Pada gambar diatas adalah contoh diagram ladder yang tersusun dari beberapa simbol kontak. Gambarannya antara lain :

1. Saklar *Normally Open* (NO), saklar ini menandakan keadaan saklar yang normalnya pada posisi terbuka / OFF, dan akan ON jika terenergis.



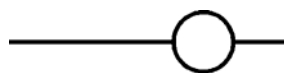
Gambar 23. Simbol NO

2. Saklar *Normally Close* (NC), saklar ini menandakan keadaan saklar yang normalnya pada posisi tertutup / ON, dan akan OFF jika terenergis.



Gambar 24. Simbol NC

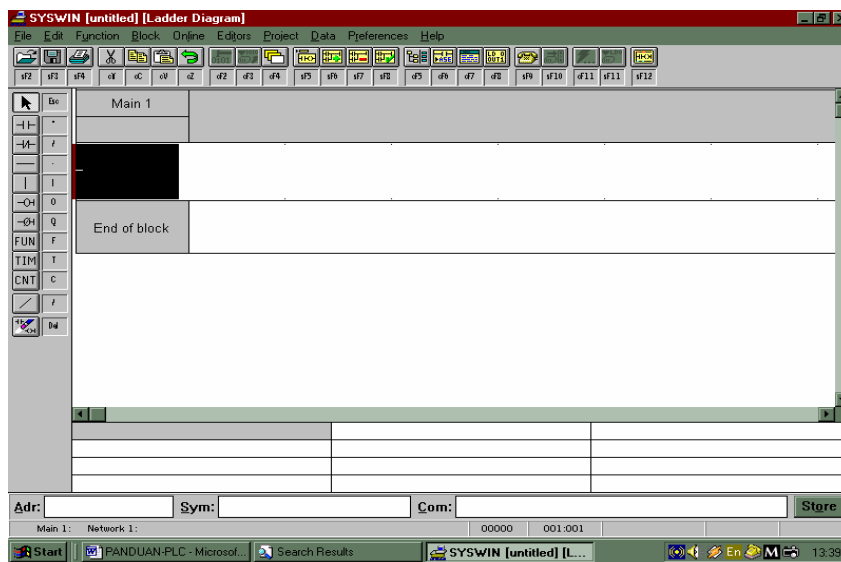
3. Keluaran, dapat berupa *relay* yang akan mengaktifkan kontak-kontak NO dan NC.



Gambar 25. Simbol Keluaran

1.7. Software Syswin

Dalam melakukan pemrograman pada sistem otomasi ini adalah menggunakan *software* SYSWIN. Pada pemrograman PLC merk OMRON menggunakan bahasa program dari OMRON juga yaitu SYSWIN. Tampilan menu utama dari program SYSWIN adalah terlihat gambar berikut :



Gambar 26. Tampilan menu utama program SYSWIN.

Beberapa perintah program yang penting dan perlu dipahami adalah sebagai berikut:

On Line

- *Connect*

Connect merupakan perintah program untuk penyambungan antara komputer dengan PLC .

- *Upload Program*

Merupakan perintah untuk melihat isi program dalam PLC

- **Download Program**

Merupakan perintah untuk mentransfer program yang telah dibuat ke dalam PLC .

- **Mode**

- **Run**

Perintah untuk menjalankan program yang telah di transfer ke PLC

- **Stop**

Perintah untuk menghentikan program yang sedang dijalankan di PLC

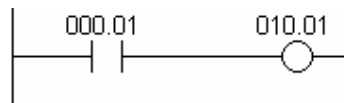
- **Monitoring**

Perintah untuk melihat kondisi pada saat PLC bekerja

Cara pengoperasian SYSWIN :

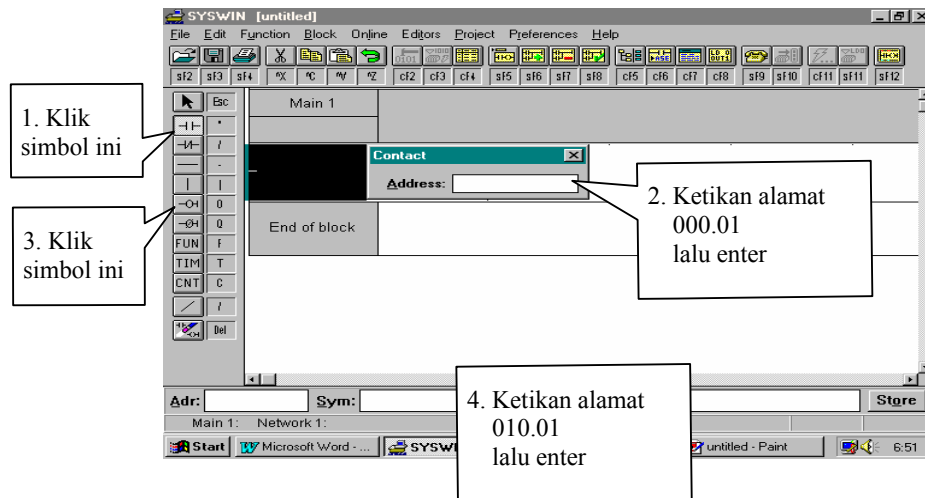
Pembuatan *diagram ladder* (diagram tangga)

Pembuatan diagram ladder dapat dilakukan dengan cara klik kiri *mouse* pada menu perintah sesuai dengan yang dikehendaki kemudian memindahkan *mouse* ke layar tampilan yang dituju. Langkah selanjutnya memberikan alamat yang dikehendaki pada perintah tersebut. Sebagai contoh membuat diagram ladder berikut :



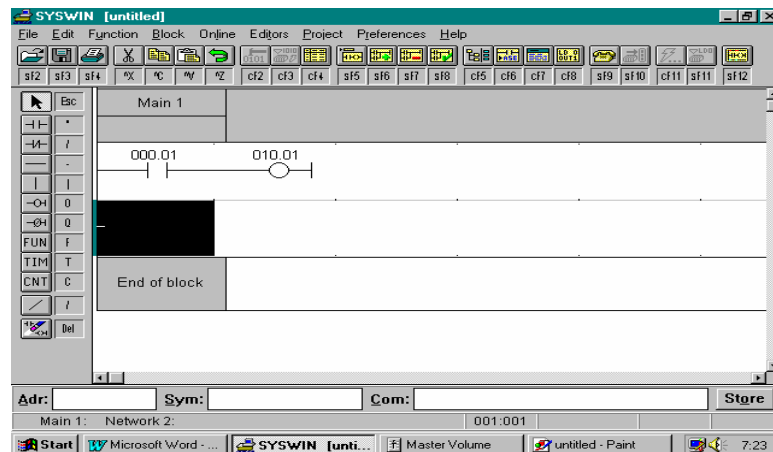
Gambar 27. Contoh pembuatan diagram ladder

Langkah sbb:



Gambar 28. Pembuatan diagram ladder

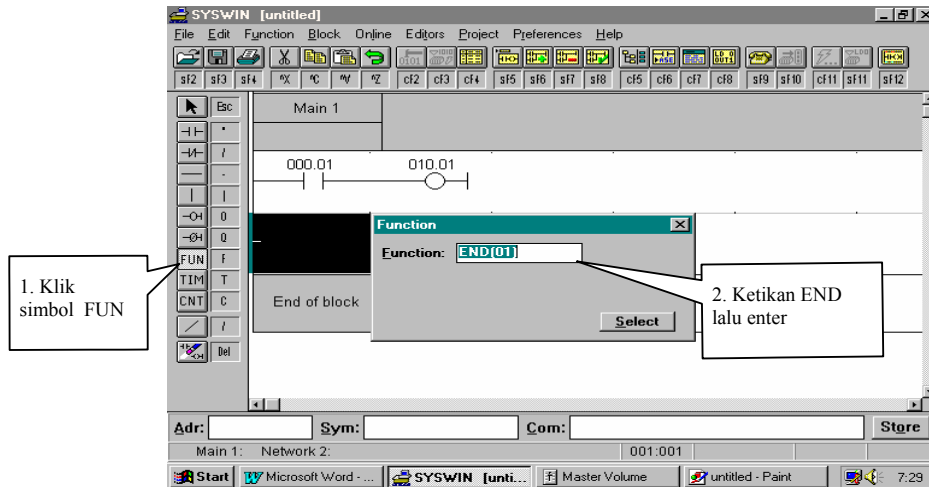
Setelah proses tersebut dijalani sesuai urutan, maka pada layar tampilan akan tertampil sebagai berikut:



Gambar 29. Diagram Tangga untuk satu Network

Untuk membuat ladder baru lagi di bawahnya maka posisikan *mouse* pada *End of blok* kemudian klik dua kali maka posisi *End of blok* akan turun dan kita

dapat menggunakannya baris kosong tersebut untuk membuat diagram ladder baru. Untuk mengakhiri program maka harus diakhiri dengan perintah *END* sebelum program tersebut dijalankan caranya sebagai berikut :



Gambar 30. Akhir dari diagram tangga menggunakan END

Setelah sebuah program diagram ladder dibuat kemudian untuk menjalankannya atau memasukkannya ke dalam PLC harus melewati langkah sebagai berikut :

- 1) Pastikan PLC sudah tersambung dan ter-*connect* dengan PLC
- 2) Sorot menu *Online*
- 3) Pilih perintah *Download Program* lalu enter
- 4) Pada menu *Online* pilih *Mode*
 - a. *RUN* untuk menjalankan program dalam PLC
 - b. *STOP* untuk menghentikan program
- 5) Untuk keperluan monitoring jalannya program dapat dipilih pada menu *Online* yaitu *Monitoring*

2. Programmable Logic Controller (PLC) Tipe Omron CPM1A 20 I/O

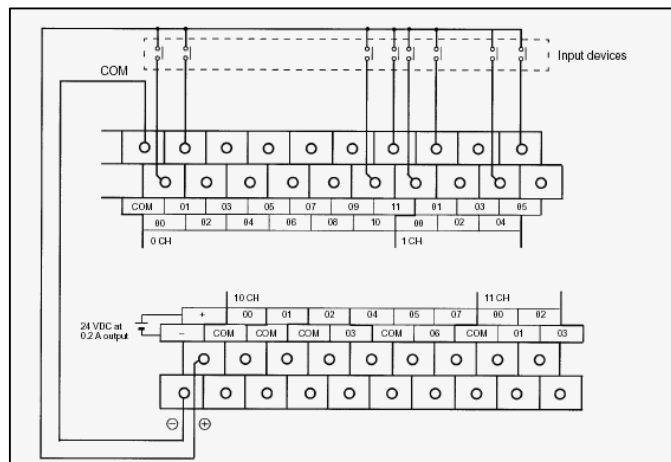
Karena dalam pembuatan benda kerja pada tugas akhir ini adalah menggunakan PLC tipe Omron CPM1A 20 I/O, maka penulis hanya akan membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dengan PLC tipe tersebut.

2.1. CPU CPM 1A 20 I/O

CPM 1A 20 I/O mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- 12 terminal *input* dengan alamat 00000 sampai 00011
- 8 terminal *output* dengan alamat 01000 sampai 01007

Dalam menghubungkan dengan *input-output*nya, CPM1A 20 I/O mempunyai terminal-terminal yang tersusun dan jumlahnya sesuai dengan jumlah fasilitas *input-output* CPM1A 20 I/O serta dilengkapi dengan fasilitas terminal pendukung, sehingga memudahkan koneksi antara peralatan *input* dan *output* dari luar.

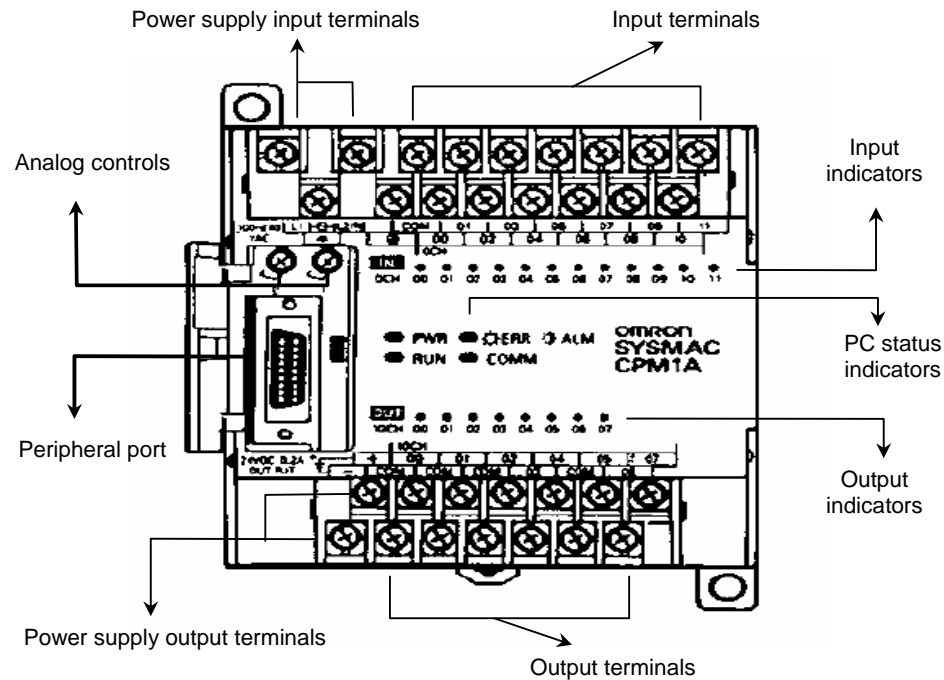


Gambar 31. Terminal *Input-Output* pada CPM1A 20 I/O

Pada dasarnya struktur CPM1A 20 I/O mempunyai tiga bagian utama, yakni *INPUT*, *CONTROLLER*, dan *OUTPUT*. Bagian *input* adalah peralatan-peralatan

yang memberikan masukan untuk menentukan proses kerja peralatan yang dikontrol. Bagian *controller* adalah melaksanakan perhitungan, pengambilan keputusan, dan pengendalian dari masukan untuk menjalankan *output*, dalam hal ini merupakan CPU itu sendiri. Bagian *output* adalah peralatan-peralatan yang dupergunakan untuk melaksanakan hasil dari suatu proses. Di samping itu CPM1A 20 I/O sendiri mempunyai fasilitas sebagai *relay*, *coil*, *timer*, *counter*, perubah analog ke digital, dan perubah digital ke analog.

2.2. Bagian-bagian CPM 1A 20 I/O :



Gambar 32. Bagian-bagian pada CPM1A 20 I/O

Keterangan :

1. Power supply input terminals

Hubungkan *power supply* (100 – 240 V AC atau 24 V DC) pada terminal ini.

2. *Analog controls*

CPM1A mempunyai 2 buah tombol pengaturan variabel resistor yang digunakan untuk seting manual dari kontrol analog *timer* dan *counter*.

3. *Peripheral port*

Port ini digunakan untuk menghubungkan alat transfer data seperti *programming console*, RS-232C atau RS-422 kepada PC CPM1A.

4. *Input terminals*

Hubungkan terminal ini kepada peralatan *input* luar.

5. *Input indicators*

Indikator ini menyala apabila hubungan terminal *input* dalam kondisi ON dan akan berubah ataupun berganti sesuai sinyal dari terminal *input* maupun *console*.

6. *PC status indicators*

Tabel di bawah ini menunjukkan kerja indikator PC sesuai dengan status PC saat CPM1A beroperasi.

Tabel 2. Kerja Indikator Status PC

Indikator	Status	Keterangan
PWR (hijau)	ON	Catu daya disalurkan ke PC
	OFF	Catu daya tidak disalurkan ke PC
RUN	ON	PC beroperasi dalam mode RUN atau mode MONITOR

(hijau)	OFF	PC dalam mode PROGRAM atau telah terjadi error atau kesalahan
ERR/ALM (merah)	ON	Terjadi error (PC berhenti beroperasi)
	Berkedip	Terjadi error (kerja PC tetap berlangsung)
	OFF	Mengindikasikan operasi normal
COMM (oranye)	ON	Data sedang ditransfer melalui <i>peripheral</i> maupun RS-232C
	OFF	Tidak ada transfer data melalui <i>peripheral</i> maupun RS-232C

7. *Output indicators*

Indikator ini menyala apabila hubungan terminal *output* dalam kondisi ON dan akan berubah ataupun berganti sesuai sinyal dari *output* CPM1A.

8. *Output terminals*

Hubungkan terminal ini kepada peralatan *output* luar.

9. *Power supply output terminals*

PC CPM1A dilengkapi dengan terminal *output* 24 V DC untuk *power supply* kepada peralatan *input*.

2.3. *Input / Output CPM 1A 20 I/O*

(a) *Input*

CPM1A 20 I/O mempunyai 12 terminal *input* yang pada pengalamatannya di alamatkan dari 000.00 sampai 000.11. Dalam aplikasinya, *input* ini digunakan sebagai masukan dari alat atau komponen yang akan

digunakan. Pembagian alamat *input* sesuai dengan penempatan alamat saklar atau sensor pada program yang dikehendaki.

(b) Output

CPM1A 20 I/O mempunyai 8 terminal *output* dari alamat 01000 sampai 01007. Sama halnya dengan *input*, dalam aplikasinya *output* ini digunakan sebagai keluaran dan alat yang akan digunakan. Pembagian alamat *output* inipun sesuai dengan penempatan alamat saklar atau sensor pada program yang dikehendaki.

3. InfraRed

Inframerah (IR) radiasi adalah penyinaran elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih panjang dibandingkan dengan cahaya terlihat, tetapi lebih pendek daripada *terahertz radiation* dan gelombang mikro. Nama inframerah berarti " di bawah merah" (dari Latin *infra*, " di bawah"), merah menjadi warna dari cahaya kelihatan dengan panjang gelombang yang terpanjang itu. Penyinaran inframerah mempunyai panjang gelombang antara 750 nm dan 1 mm. Manusia pada temperatur badan normal meradiasi terutama pada panjang gelombang di sekitar 10 micrometres.

Cahaya matahari langsung mempunyai suatu daya penerangan sekitar 93 satuan cahaya per watt fluks radiasi, yang meliputi inframerah (47% bagian spektrum), terlihat (46%), dan ultra violet (hanya 7%). Cahaya matahari terang menyediakan kira-kira 100,000 *candela* per meter-kwadrat di permukaan bumi.

Infrared biasanya memancarkan radiasi inframerah di sepanjang spektrum dari panjang gelombangnya, akan tetapi hanya ada sebagian yang spesifik dari

spektrum tersebut yang digunakan dikarenakan sensor biasanya dirancang untuk menangkap radiasi dengan *bandwidth* spesifik. Maka, berkas/*bandwidth* inframerah sering dibedakan menjadi beberapa macam.

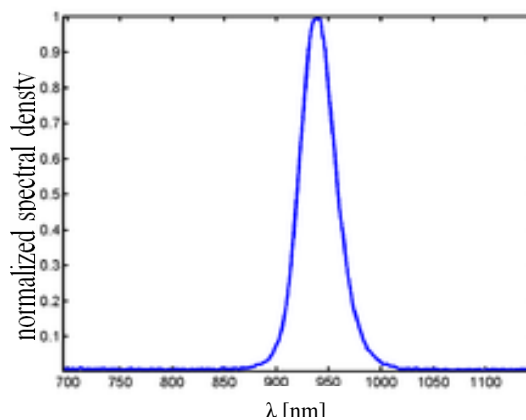
International Commission on Illumination (CIE) merekomendasikan pembagian radiasi mata ke dalam berikut tiga kelompok:

- ✓ IR-A: 700 nm-1400 nm
- ✓ IR-B: 1400 nm-3000 nm
- ✓ IR-C: 3000 nm-1 mm

Sub-division yang digunakan adalah:

- ✓ Inframerah dekat(NIR, IR-A DIN): 0.75-1.4 μm ,
- ✓ Infrared gelombang pendek (SWIR, IR-B DIN): 1.4-3 μm ,
- ✓ Inframerah gelombang menengah (MWIR, IR-C DIN) juga disebut inframerah intermediate (IIR): 3-8 μm ,
- ✓ Inframerah gelombang panjang (LWIR, IR-C DIN): 8-15 μm ,
- ✓ Inframerah Jauh (FIR): 15-1,000 μm .

3.1. Opto komponen



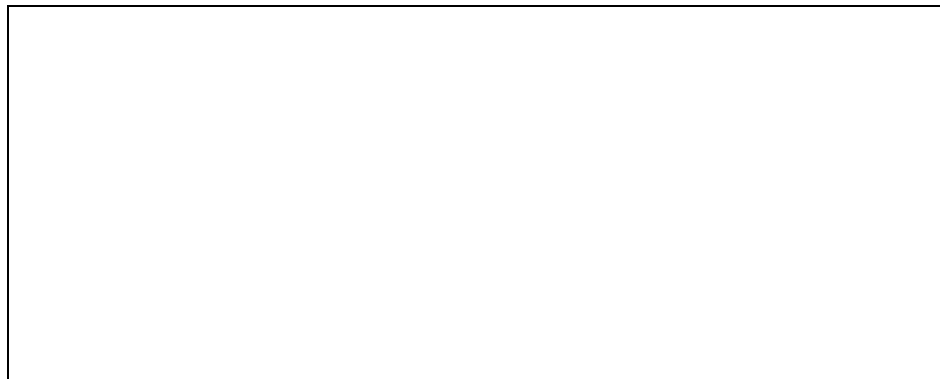
Gambar 33. Spektrum emisi suatu pengendalian jarak jauh sistem bunyi khas *near infrared*.

Kebanyakan remote untuk peralatan elektronik menggunakan suatu *near infrared* dioda untuk memancarkan suatu berkas cahaya yang menjangkau alat itu. 940 nm panjang gelombang LED. cahaya inframerah ini adalah tak kelihatan oleh mata manusia, tetapi diambil oleh sensor pada alat penerima. Kamera video menangkap cahaya dioda seolah-olah menghasilkan cahaya terlihat warna ungu.

3.2. Meningkatkan jarak tembak suatu IR *remote control*

Pengendalian jarak jauh yang digunakan untuk TV dan elektronika rumah yang lain bekerja pada suatu jarak pendek di bawah 30 meter. Tetapi untuk militer peningkatan jarak tembak perlu. Peningkatan jarak adalah juga perlu jika menggunakan IR untuk mengemudi pesawat udara model.

Ada beberapa teknik berbeda yang dapat digunakan untuk meluas tembak menembak jarak sampai kepada di atas 20 km.



Gambar 34. Lightspot dari suatu LED dengan dan tanpa suatu lensa

(a) Menggunakan lensa-konveks:

Suatu lensa atau suatu kaca pembesar sederhana di depan pemancar LED dapat memperluas jarak 5 sampai 25 kali bergantung pada luas bidang bakar

lensa. Teknik ini juga bisa digunakan untuk memperluas jarak lebih lanjut dengan menggunakan suatu lensa di sisi penerima.

Kerugiannya adalah berkas cahaya menjadi lebih sempit. Maka diperlukan untuk menggunakan suatu penglihatan untuk mengarahkan.

Diameter bintik cahaya yang diproyeksikan dari LED 5 mm pada 100 jarak meter adalah antar 1 sampai 7 meter, yang berarti bahwa pengendalian jarak jauh seperti ini dapat dilakukan.

- Diameter bintik cahaya = diameter x jarak tembak / luas bidang bakar lensa
- Peningkatan jarak tembak = Diameter lensa / garis tengah LED

(b) Menggunakan berbagai banyak LED secara paralel, dan tanpa lensa di pemancar.

- Peningkatan jarak adalah sebanding kepada akar kuadrat dari jumlah LED.
- 100 LED sebagai contoh berarti jarak tembak 10 kali lebih panjang.

(c) Menggunakan arus dengan pulsa tinggi pada LED

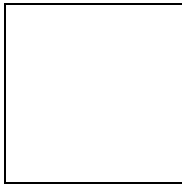
- Suatu LED dapat bertahan pada *impuls* pendek 10 sampai 200 kali arus.
- Peningkatan jarak adalah sebanding kepada akar kuadrat dari jumlah arus yang masuk ke LED.
- Sebagai contoh jika arus 100 kali lebih besar berarti jarak tembak 10 kali lebih panjang.

(d) Menghubungkan berbagai penerima dan pemancar dalam suatu rantai.

Tidak ada batas berapa banyak jarak dapat ditingkatkan, tetapi penundaan waktu adalah sebanding mata rantai. Teknik ini dapat digunakan di semua jenis pengendalian jarak jauh media, radio, IR atau bunyi.

3.3. Sensor *infrared*

Adalah rangkaian komponen elektronika yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima sinar inframerah. Sensor ini bertugas menjadi saklar.



Gambar 35. rangkaian komponen sensor inframerah
(www.google.com)

4. Pneumatik

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu '*pneuma*' yang berarti nafas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan diatas 1 atmosfer maupun tekanan dibawah 1 atmosfer (*vacuum*). Sehingga *Pneumatik* merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan. Penggunaan udara bertekanan digunakan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini digunakan oleh tenaga manusia.

4.1 Kelebihan dan Kekurangan Pneumatik

a. Kelebihan Pneumatik

- 1) Ketersediaan yang tak terbatas, udara tersedia disekitar kita tanpa batas sepanjang waktu dan tempat.
- 2) Aman, udara dapat dibebani lebih dengan aman tanpa menimbulkan bahaya. Berbeda dengan sistem elektrik yang dapat menimbulkan kebakaran.
- 3) Mudah disalurkan, udara dapat mudah disalurkan atau dipindahkan dari satu tempat ketempat yang lain melalui pipa kecil, panjang dan berliku.
- 4) Mudah disimpan, udara dapat disimpan melalui tabung yang diberi pengaman terhadap kelebihan tekanan udara.
- 5) Temperatur, udara dapat digunakan pada berbagai temperatur yang digunakan sesuai dengan peralatan yang dirancang untuk keadaan tertentu.
- 6) Bersih, udara yang diperlukan adalah udara bersih sehingga aman digunakan untuk industri obat-obatan, makanan dan minuman.
- 7) Mudah dimanfaatkan, udara dapat mudah dimanfaatkan baik secara langsung, misalnya membersihkan komponen mesin secara langsung. Maupun tidak langsung, misalnya melalui peralatan pneumatik untuk menghasilkan gerakan tertentu.
- 8) Kecepatan, udara dapat melaju dengan kecepatan yang diatur dari rendah maupun tinggi.

b. Kelemahan Pneumatik

- 1) Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara. Udara yang digunakan untuk peralatan pneumatik harus memenuhi kriteria tertentu, misalnya

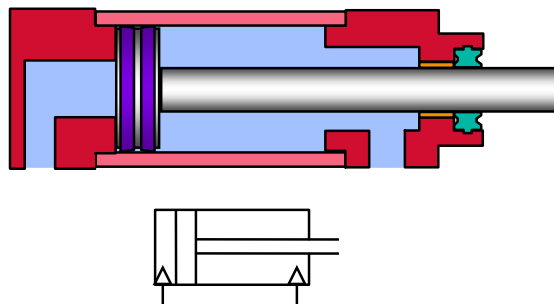
kering, bersih, serta mengandung pelumas yang diperlukan untuk peralatan pneumatik. Oleh karena itu diperlukan instalasi peralatan yang relatif mahal seperti kompresor, penyaring udara, tabung pelumas, pengering, regulator dll.

- 2) Mudah terjadi kebocoran sehingga menimbulkan kerugian energi.
- 3) Menimbulkan suara bising. Pneumatik menggunakan sistem terbuka, artinya udara yang telah digunakan akan dibuang keluar sistem sehingga akan menimbulkan suara bising terutama pada saluran buang.

4.2 Silinder Pneumatik

Dalam pembuatan benda kerja pada tugas akhir ini adalah menggunakan silinder pneumatik penggerak ganda (*double acting cylinder*).

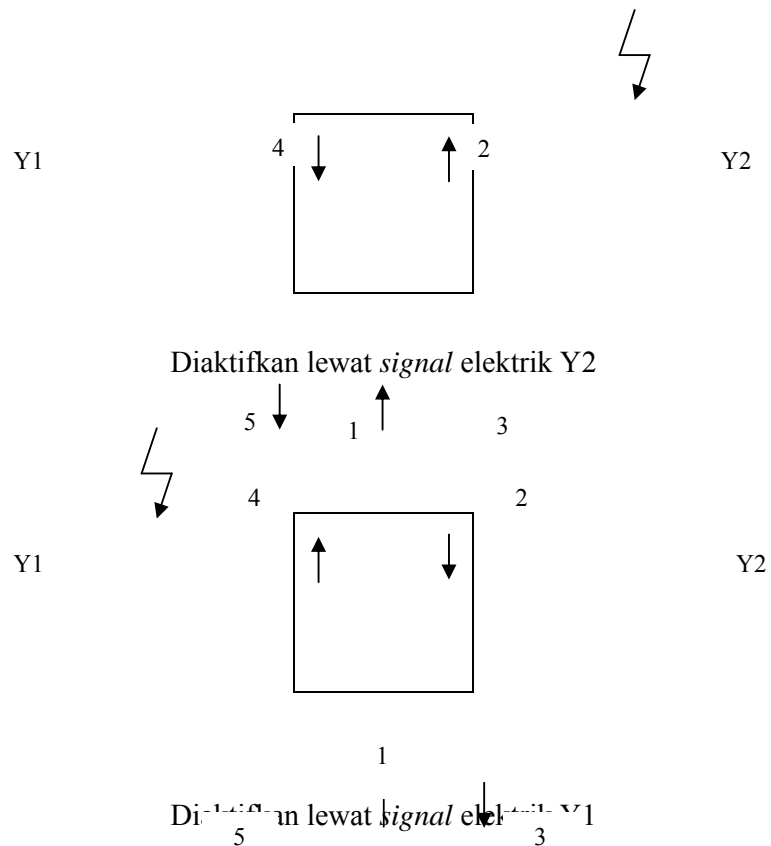
Silinder pneumatik penggerak ganda akan bekerja maju atau mundur oleh karena adanya udara bertekanan yang disalurkan kesalah satu sisi dari dua saluran yang ada. Silinder pneumatik penggerak ganda terdiri dari beberapa bagian, yaitu torak, seal, batang torak, dan silinder. Sumber energi silinder pneumatik penggerak ganda dapat berupa *signal* langsung dari katup kendali atau melalui katup *signal* kekatup pemroses *signal* (*processor*) kemudian baru kekatup kendali. Pengaturan ini tergantung pada banyak sedikitnya tuntutan yang harus dipenuhi pada gerakan aktuator yang diperlukan.



Gambar 36. Penampang dan Simbol *Actuator Double Acting*

4.3 Katup Pneumatik

Katup berpenandaan 5/2 yang digerakkan dan dikontrol secara elektrik dari dua sisi yang bergantian dan disebut *Bistable Electric Distributor* atau sering disebut dengan katup 5/2 *double solenoid* yang berarti ada 2 selenoid di kiri dan kanan. Untuk lebih jelasnya akan diperlihatkan pada gambar di bawah :



Gambar 37. Katup 5/2 *Double Solenoid*
(Suyanto, 2002:57)

5. Motor

Secara umum motor memiliki dua bagian dasar yaitu :

- a. Bagian yang tetap yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan elektromagnetik.
- b. Bagian yang berputar yang disebut rotor. Bagian ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir, arus ini disuplai dari sumber tegangan luar. Dengan mengalirnya arus akan menimbulkan gaya medan magnet dan gaya medan magnet ini akan menggerakkan inti motor.

Berdasarkan pada penghantar yang membawa arus ditempat dan dalam suatu medan magnet dalam penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya yang menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanika sehingga motor akan berputar.

6. *Power supply*

Untuk menjalankan motor diperlukan tegangan listrik yang sesuai. *Power supply* berfungsi menyuplai tegangan pada motor. Dikarenakan salah satu motor yang digunakan adalah motor DC, maka rangkaian *power supply* terdiri dari transformator *step down* dan dua pasang dioda yang akan menghasilkan *output* berupa tegangan DC.

7. *Compressor*

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan didalam tangki udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). Udara dimampatkan kira-kira menjadi 1/7 dari volume udara bebas.

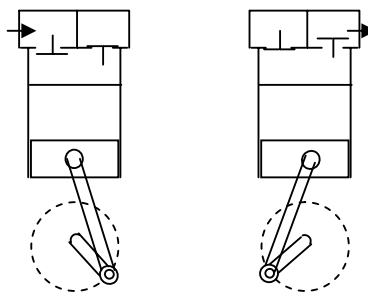
Kompresor dilengkapi dengan tabung untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Tabung udara bertekanan pada kompresor dilengkapi dengan katup pengaman, bila tekanan udaranya melebihi ketentuan, maka katup pengaman akan terbuka secara otomatis.

Gambar 38. *Compressor*

Secara garis besar kompresor dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu: kompresor torak resiprokal, kompresor torak rotary, dan kompresor aliran.

a. Kompresor torak (piston) resiprokal

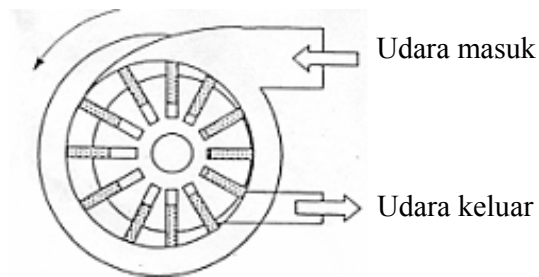
Prinsip kerja kompresor torak dengan kerja bolak-balik (resiprokal) hampir sama dengan motor bakar 4 tak. Kompresor ini hanya butuh dua gerakan torak saja, yaitu gerak langkah hisap dan gerak langkah tekan. Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup kemudian didesak kembali oleh torak.



Gambar 39. kompresor torak resiprokal
(Suyanto, 2002 : 5)

b. Kompresor torak *rotary*

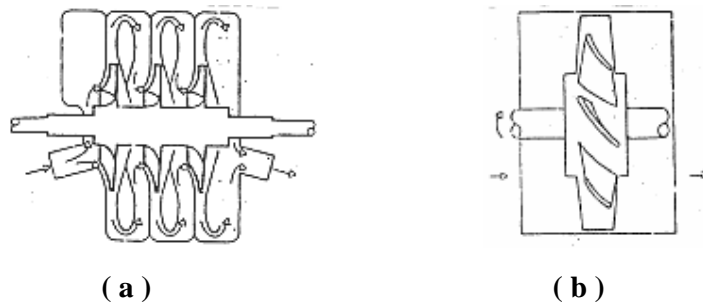
Kompresor torak *rotary* adalah kompresor dengan torak yang berputar. Udara masuk pada ruangan, kemudian pada saat yang sama volume ruangan udara diperkecil dan udara dalam ruangan dipadatkan atau dikompresi.



Gambar 40. kompresor *rotary* baling–baling luncur
(Suyanto, 2002 : 7)

c. Kompresor aliran (turbo kompresor)

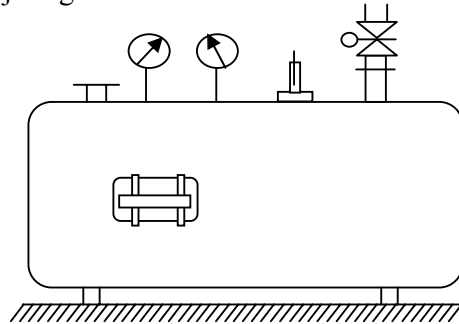
Prinsip kerjanya seperti pada jenis rotari, yaitu sistem udara alir. Jenis kompresor ini cocok untuk penghantaran volume yang besar. Kompresor aliran ini ada yang dibuat arah masuknya udara secara aksial dan ada yang radial.



Gambar 41. Kompresor aliran radial (a) dan aliran aksial (b)
(Suyanto, 2002 : 8)

8. Reservoir

Penampung udara bertekanan (tangki angin atau *receiver*) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan. Sebuah tangki udara harus dipasang untuk mengurangi faktor naik turunnya tekanan. Biasanya kompresor beroperasi mengisi tangki udara jika dibutuhkan, dan tangki berfungsi sebagai cadangan udara untuk jangka waktu tertentu. Fungsi lain dari tangki udara adalah sebagai penyediaan udara darurat ke sistem bila tiba-tiba kegagalan dari sumber. Ukuran tangki udara bertekanan tergantung dari volume udara yang ditarik kedalam kompresor, pemakaian udara konsumen, dan penurunan tekanan yang diperkenankan dari jaringan saluran.



Gambar 42. tangki udara
(Suyanto, 2002 : 14)

9. Unit Pengolah Udara Bertekanan (*Air service unit*)

Udara bertekanan (kempa) yang akan masuk dalam sistem pneumatik harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan, antara lain:

1. Tidak mengandung banyak debu yang dapat merusak keausan komponen-komponen dalam sistem pneumatik.

2. Mengandung kadar air rendah, kadar air yang tinggi dapat menimbulkan korosi dan kemacetan pada peralatan pneumatik.
3. Mengandung pelumas, pelumas sangat diperlukan untuk mengurangi gesekan antar komponen yang bergerak seperti pada katup-katup dan aktuator.

Secara lengkap suplai udara bertekanan memiliki urutan sebagai berikut: filter udara, sebelum udara dihisap ke kompressor, terlebih dahulu disaring agar tidak ada partikel debu yang merusak kompressor. Kompressor digerakkan oleh motor listrik atau mesin bensin/diesel tergantung kebutuhan. Tabung penampung udara bertekanan akan menampung udara dari kompressor, selanjutnya melalui katup satu arah udara dimasukkan ke FR/L unit, yang terdiri dari filter, regulator dan pelumasan agar lebih memenuhi syarat. Setelah memenuhi syarat kemudian baru ke sistem rangkaian pneumatik.

a. Filter Udara (*air filter*)

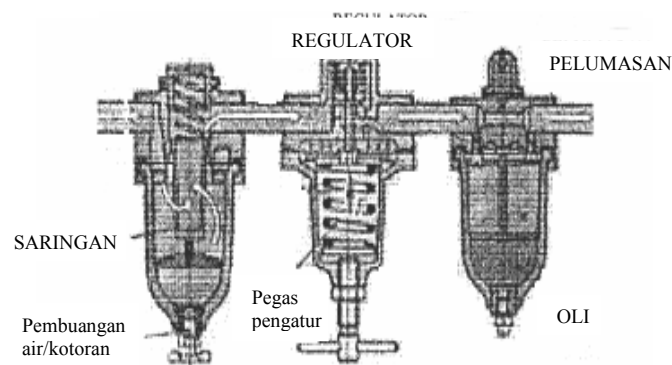
Filter udara berfungsi sebagai alat penyaring udara yang diambil dari udara luar yang masih banyak mengandung kotoran. Filter berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel yang terbawa seperti debu, oli residu, dsb. Udara bertekanan masuk kedalam mangkuk penyaring melalui lubang masukan. Tetes air dan kotoran dipisahkan dari udara bertekanan dengan prinsip sentrifugal dan jatuh ke bagian bawah mangkuk penyaring. Kumpulan air dan kotoran yang ditampung oleh mangkuk harus dibuang sebelum mencapai batas maksimum yang ditunjukkan mangkuk. Gambaran lebih jelas tentang filter udara dapat dilihat pada gambar.

b. Pengatur Udara Bertekanan (Regulator)

Kegunaan pengatur adalah untuk menjaga tekanan kerja (tekanan sekunder) relatif konstan meskipun tekanan udara naik turun pada saluran distribusi (saluran primer). Udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan yang tinggi, untuk mengatur tekanan udara yang akan didistribusikan ke bagian control dan kerja digunakan suatu alat yang disebut pengatur tekanan (*regulator*). Untuk mengatur besar kecilnya udara yang masuk, diperlukan keran udara yang terdapat pada regulator, sehingga udara yang disuplai sesuai dengan kebutuhan kerjanya

c. Pelumas udara bertekanan

Komponen sistem pneumatik memerlukan pelumasan (*lubrication*) agar tidak cepat aus, serta dapat mengurangi panas yang timbul akibat gesekan. Oleh karena itu udara bertekanan/mampat harus mengandung kabut pelumas yang diperoleh dari tabung pelumas pada regulator. Kegunaan alat ini untuk menyalurkan oli berupa kabut dalam jumlah yang dapat diatur, lalu dialirkan ke sistem distribusi dari sistem control dan komponen pneumatik yang membutuhkan pelumasan.



Gambar 43. Instalasi Pengolahan Udara Bertekanan
(Ulrich Fisher, 1992)

B. PROSES PEMBUATAN BENDA KERJA

1. Pembuatan Bagian Mekanik

Pembuatan bagian mekanik ini meliputi pembuatan lengan robot, konveyor, proses pengecatan.

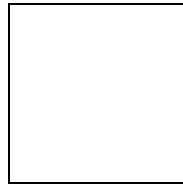
1.1. Pembuatan Lengan Robot

Dalam pembuatan lengan robot disini sangat perlu diperhatikan ukuran dan fungsi masing-masing bagian tersebut. Dalam proses pengambilan dan pencengkeraman barang menggunakan tiga buah silinder pneumatik, dimana silinder satu berfungsi sebagai penggerak lengan kearah horisontal dan silinder dua sebagai penggerak lengan kearah vertical serta silinder tiga sebagai bagian pencengkeram barang. Proses pembuatannya adalah sebagai berikut :

- a. Merancang bentuk dan ukuran dari lengan robot yang akan dibuat.
- b. Menandai pipa dan plat besi sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.
- c. Memotong pipa dan plat besi sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah direncanakan menggunakan alat pemotong.
- d. Mengikir bagian-bagian yang telah dipotong, agar bekas potongan tersebut tidak membahayakan.
- e. Menyambung potongan-potongan pipa dan plat besi sesuai dengan rencana menggunakan las listrik.
- f. Menghaluskan bekas las listrik dan merapkannya menggunakan palu dan gerenda.

- g. Membuat lubang-lubang tempat baut sesuai dengan ukuran baut dengan menggunakan bor listrik.

Berikut adalah sketsa gambar dari lengan robot yang akan dibuat :



(a) tampak depan

(b) tampak samping

Gambar 44. Sketsa Lengan Robot

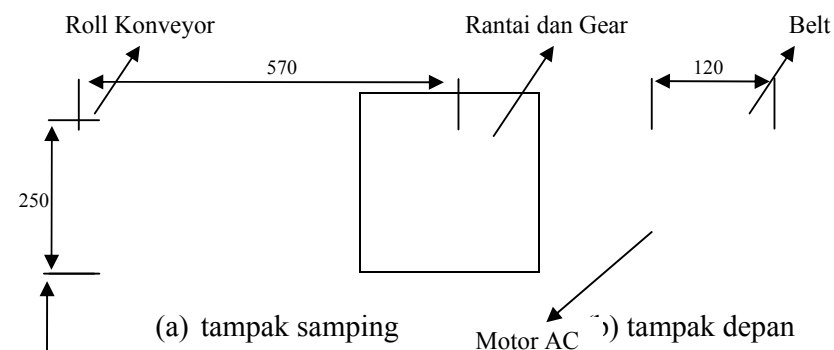
1.2. Pembuatan Konveyor

Dalam pembuatan konveyor disini sangat perlu diperhatikan ukuran dan fungsi konveyor tersebut. Dalam proses pengepakan barang disini menggunakan dua buah konveyor, dimana konveyor satu berfungsi sebagai pembawa barang dan konveyor dua sebagai pembawa boks kosong. Proses pembuatan konveyor adalah sebagai berikut :

- a. Merancang bentuk dan ukuran dari konveyor yang akan dibuat.
- b. Menandai pipa besi sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan.
- c. Memotong pipa besi sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah direncanakan menggunakan alat pemotong.
- d. Mengikir bagian-bagian yang telah dipotong, agar bekas potongan tersebut tidak membahayakan.
- e. Menyambung potongan-potongan pipa besi sesuai dengan rencana menggunakan las listrik.

- f. Menghaluskan bekas las listrik dan merapkannya menggunakan palu dan gerenda.
- g. Membuat lubang-lubang tempat baut sesuai dengan ukuran baut dengan menggunakan bor listrik.
- h. Memotong pipa as sesuai dengan ukuran konveyor menggunakan gergaji dan menghaluskannya menggunakan pipa dan kikir.
- i. Memasang pipa tersebut pada *bearing*.
- j. *Bearing* tersebut diklem dan las pada rangka konveyor.
- k. Pada as awal atau as penggerak dipasang gear sebagai penghubung dengan motor AC, dan sebagai penghubungnya adalah rantai.

Berikut adalah sketsa gambar dari konveyor yang akan dibuat :



Gambar 45. Sketsa Konveyor

1.3. Proses Pengecatan

Agar lengan robot dan konveyor tampak lebih bagus perlu dilakukan pengecatan. Untuk mempermudah pengecatan dengan hasil yang bagus digunakan cat semprot. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengecatan adalah sebagai berikut :

- a. Menghaluskan dan membersihkan benda kerja dengan menggunakan amplas tipis pada bagian yang akan dicat lalu dibersihkan dengan kain pembersih.
- b. Menambal lubang-lubang yang tidak digunakan akibat proses pengelasan dengan menggunakan dempul.
- c. Membersihkan dan menghaluskan bekas-bekas dempulan yang tidak merata, dengan menggunakan amplas.
- d. Melakukan pengecatan pada permukaan benda kerja yang hendak dicat dengan menggunakan cat semprot secara halus dan merata.

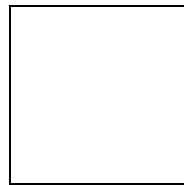
2. Perakitan (*Assembly*)

Setelah semua bagian selesai dikerjakan, maka dilanjutkan dengan merangkaikan semua bagian yang telah dibuat.

2.1 Memasang dan merakit bagian-bagian mekanik.

Meliputi:

- a. Lengan, kaki dan cengkeram



Gambar 46. Lengan robot



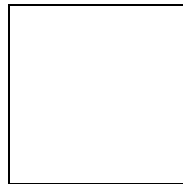
Gambar 47. Cengkeram robot

Gambar 48. Kaki robot

b. Motor listrik

Motor listrik yang digunakan dalam robot pemindah barang ini berjumlah tiga buah.

Motor yang digunakan untuk menggerakkan lengan robot ini menggunakan motor DC. Motor DC ini dipilih karena untuk mempermudah pengaturan arah putaran.



Gambar 49. Motor listrik penggerak lengan

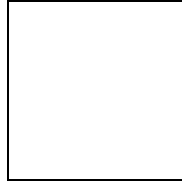
Motor listrik yang digunakan dalam konveyor 1 dan 2 adalah motor listrik AC. Motor AC digunakan karena mudah memperolehnya, sedangkan untuk pengaturan putarannya dapat diatur oleh PLC .

Spesifikasi motor listrik penggerak konveyor 1

Model : 44 W YEFP6 – RKPP

Volt : 220 V

Ampere : 6,60



Gambar 50. Motor listrik penggerak konveyor 1

Spesifikasi motor listrik penggerak konveyor 2

Type : YC8024 ½ Hp 4,5 A

Clas B 1400 rpm 50 Hz 220 V



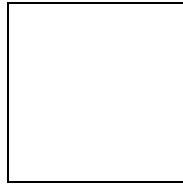
Gambar 51. Motor listrik penggerak konveyor 2

c. *Actuator*

Silinder pneumatik (*Actuator*) adalah suatu robot pneumatik yang digerakkan dan akan menghasilkan suatu kerja dan usaha, seperti : gerak lurus, gerak putar, dan lain-lain. Dalam robot pemindah barang ini digunakan dua tipe silinder pneumatik yaitu:

Silinder pneumatik dengan spesifikasi:

- Merk : SMC CDM2B20
- Diameter : 20 mm
- Panjang langkah : 100 mm
- Tekanan max : 1 Mpa



Gambar 52. Silinder yang digunakan pada robot pemindah barang

Silinder pneumatik dengan spesifikasi:

- Merk : SMC CDJ20B 10 45B
- Diameter : 10 mm
- Panjang langkah : 45 mm
- Tekanan max : 1 Mpa

d. *Air Flow Control*

Pengontrol aliran udara (*Air Flow Control*) berfungsi untuk menghambat atau mencekik udara dalam arah tertentu untuk mengurangi laju aliran udara. Pada *unit* ini katup pengontrol aliran (*Flow Control Valves*) yang digunakan berjumlah 2 (dua) dan masing-masing dipasang pada silinder (*aktuator*).



Gambar 53. Katup pengontrol aliran (*Air Flow Control*)

e. Selang-selang

Selang berfungsi untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lain dan untuk menyalurkan udara dari kompresor sampai ke aktuator.

Spesifikasi : Merk SMC TU 0604 *polyurethane*

Diameter luar : 6 mm

Diameter dalam : 4 mm



(a)

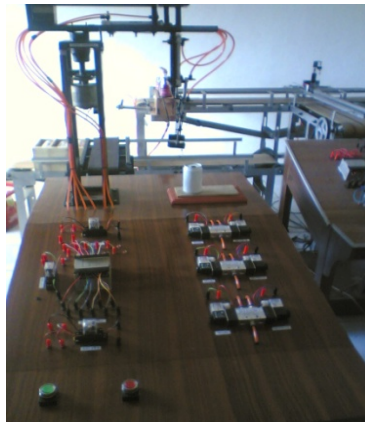


(b)

Gambar 54. Selang (a) dan *lay-out* selang (b)

2.2 Memasang komponen-komponen otomasi pada meja otomasi.

Meja ini digunakan sebagai tempat peletakan semua komponen-komponen robot pemindah barang.

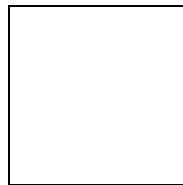


Gambar 55. Meja peletakan komponen-komponen robot

a. PLC

Secara umum PLC merupakan sistem yang dikendalikan secara terprogram. Kerja tersebut dilakukan karena adanya prosesor pada PLC yang memproses program sistem yang diinginkan. Dengan hubungan masukan dan keluaran PLC secara modul akan lebih mempermudah proses pengawatan (wiring) sistem. Pada dasarnya PLC terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). PLC disini berfungsi untuk mengatur kerja dari *solenoid* pada katup 5/2, dan motor listrik agar gerakan dari *actuator* sesuai dengan yang diharapkan.

PLC yang digunakan adalah PLC dengan merk OMRON CPM 1A dengan I/O berjumlah 20. PLC ini dipakai karena jumlah masukan dan keluarannya dapat mencukupi keseluruhan alat yang akan digunakan. Sedangkan untuk perusahaan PLC tipe ini tidak banyak digunakan.



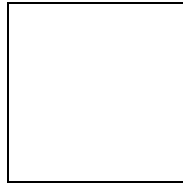
Gambar 56. PLC Omron CPM1a

b. Katup

Katup yang digunakan pada *unit* ini adalah katup berpenandaan 5/2 way yang digerakkan atau dikontrol secara elektrik dari dua sisi. Pengontrol elektrik tersebut sering disebut solenoid yang artinya kumparan (lilitan) yang dapat menghasilkan/menimbulkan magnet. Karena solenoidnya dua buah maka katup ini biasa disebut *5/2 way valve double solenoid*.

Spesifikasi katup yang digunakan:

- Merk : KAIYUAN
- Jenis penggerak : *double solenoid valves*
- Model : KAV 30 - 80
- Pressure : 0,15 – 0,8 MPa



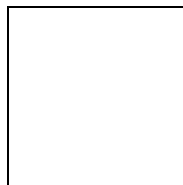
Gambar 57. Katup 5/2 way *double single solenoid*

c. *Relay*

Relay adalah sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. *Relay* terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Koil : Lilitan dari *relay*
2. Common : Bagian yang tersambung dengan nc (dlm keadaan normal)
3. Kontak : Terdiri dari NC dan NO

Relay digunakan untuk mengaktifkan motor listrik, dan mengubah putaran dari motor listrik penggerak lengan.



Gambar 58. *Relay*

a. *Counter display*

Counter display yang akan memunculkan angka yang menunjukkan jumlah produksi yang telah terlaksana dan langsung dapat di baca.



Gambar 59. Counter display 2 digit

2.3 Memasang *wiring* dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.

a. Kabel-kabel dan *switch*

Pemasangan kabel-kabel menggunakan warna kabel yang berbeda supaya lebih mudah dalam identifikasi.



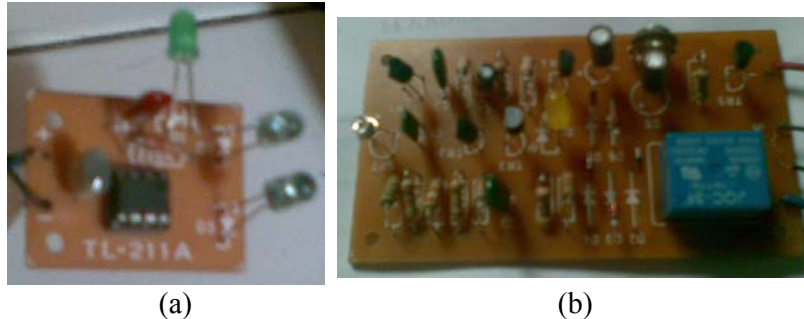
Gambar 60. Wiring lay-out



Gambar 61. Switch

b. *Sensor*

Untuk menggantikan *limit switch* digunakan sensor yang berbasis infrared. Sensor ini memiliki 2 sub-komponen, yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*reciever*)



Gambar 62. *Transmitter* (a) dan *receiver* (b) *infrared*

2.4 Lakukan pengecekan agar semuanya berjalan sesuai dengan rencana.

Pengecekan dilakukan setelah semua komponen dirakit untuk mengetahui apakah robot sudah bisa bekerja sesuai yang diharapkan.

C. PEMROGRAMAN DAN CARA KERJA

1. Pemrograman

Untuk pembuatan program ini dilakukan dengan menggunakan *ladder diagram* dengan program yang dipakai adalah program *Syswin*. Langkah yang harus dilakukan dalam proses pemrograman adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan alamat dari masing-masing *input* dan *output*.
- b. Menentukan aliran proses dari benda kerja dalam pengoperasiannya.
- c. Membuat diagram alir dari program yang akan dibuat dengan mengacu pada proses kerja alat yang diinginkan.

- d. Mengubah diagram alir tersebut ke dalam *ladder diagram*.
- e. Pemrograman dilakukan bertahap dengan cara membuat bagian terkecil yang telah benar kemudian digabung menjadi bagian yang utuh.

1.1. Pengalamatan I/O Pada Benda Kerja

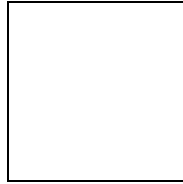
Sebelum menentukan aliran proses dari benda kerja, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan alamat dari masing-masing *input* ataupun *output* dari benda kerja tersebut. Berikut adalah pengalamatannya :

Tabel 3. Pengalamatan I/O

<i>Input</i>	Asal
000.00	Tombol <i>Start</i>
000.01	Tombol <i>Stop</i>
000.02	<i>Sensor</i> Lengan 1(S_A-1)
000.03	<i>Sensor</i> Lengan 2 (S_A-2)
000.04	<i>Sensor box</i> (S_BOX)
000.05	<i>Sensor</i> barang (S_O)

<i>Output</i>	Tujuan
010.00	<i>Solenoid</i> 1 dan 2 maju (R_V-1&2_X)
010.01	<i>Solenoid</i> 1 dan 2 mundur (R_V-1&2_Y)
010.02	<i>Relay</i> motor konveyor 2 (R_M_K-2)
010.03	<i>Relay</i> motor lengan maju (R_M_A_X)
010.04	<i>Solenoid</i> 3 cengkeram (R_V-3_X)
010.05	<i>Solenoid</i> 3 buka (R_V-3_Y)
010.06	<i>Relay</i> motor lengan mundur & <i>relay</i> motor konveyor 1 (R_M_A_Y;R_M_K-1)
010.07	<i>Relay input counter display</i> (R_I_CD)

1.2. Diagram Alir Pemrograman

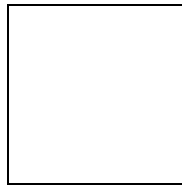


Gambar 63. Diagram Alir Pemrograman

2. Cara Kerja

2.1. Cara Kerja Program

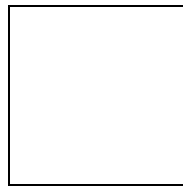
1. Ketika tombol ON/START ditekan (**000.00**), akan mengaktifkan konveyor 2 (**010.02**). Setelah boks terbawa dan mengaktifkan *sensor box* (**000.04**), konveyor 2 mati (OFF) karena pada ladder *sensor box* (**000.04**) diset pada kondisi *normally close* dan akan berubah menjadi *open* ketika *sensor box* (**000.04**) aktif. Konveyor 2 (**010.02**) juga akan mati (OFF) ketika tombol STOP (**000.01**) ditekan. Konveyor 2 bisa aktif (ON) ketika *timer 9* (**TIM 007**) berubah status menjadi *close* dan akan mati (OFF) ketika *timer 10* (**TIM 008**) berubah status menjadi *open*.



Gambar 64. *Network 1*

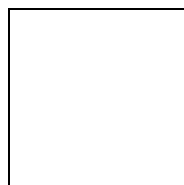
2. Ketika tombol ON ditekan (**000.00**), arus akan mengaktifkan *solenoid 1* dan 2 (**010.00**) maju. *Timer 1* (**TIM 001**) akan bekerja menghitung mundur selama 3

detik dan ”*solenoid 1 dan 2 (010.00) maju*” akan mati ketika tombol STOP (000.01) ditekan dan *timer 2 (TIM 002)* berubah status menjadi *open*. *Solenoid 1 dan 2 (010.00)* juga bisa aktif ketika *timer 7 (TIM 007)* berubah status menjadi *close* dan *sensor lengan 1 (000.02) aktif*. *Solenoid 1 dan 2 (010.00)* juga bisa aktif karena *sensor lengan 2 (000.03) aktif*, dan akan mati (OFF) ketika *timer 6 (TIM006)* berubah status menjadi *open*. Ketika *sensor lengan 2 (000.03) aktif* juga akan mengaktifkan *timer 4 (TIM 004)* dan menghitung mundur selama 3 detik.



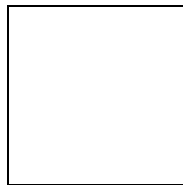
Gambar 65. *Network 2*

3. *Timer 1 (TIM 001)* pada kerja no. 2 akan menjadi status *close* pada kerja ketiga yang akan mengaktifkan *solenoid 3 maju (010.04)*. *Timer 1 (TIM 001)* akan mengaktifkan *timer 2 (TIM 002)* dan menghitung mundur selama 3 detik dan *solenoid 3 maju (010.04)* akan mati (OFF) ketika tombol STOP (000.01) ditekan dan *timer 4 (TIM 004)* berubah status menjadi *open*.



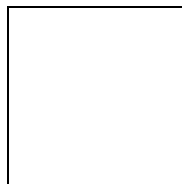
Gambar 66. *Network 3*

4. *Timer 2 (TIM 002)* pada kerja no. 3 akan menjadi status pada kerja keempat yang akan mengaktifkan *solenoid 1 dan 2 mundur (010.01)*. *Timer 2* akan mengaktifkan *timer 3 (TIM 003)* dan menghitung mundur selama 3 detik dan ”*solenoid 1 dan 2 mundur (010.01)*” akan mati (OFF) ketika tombol STOP (000.01) ditekan dan *sensor lengan 2 (000.02)* non-aktif. Selain itu, *solenoid 1 dan 2 mundur (010.01)* juga akan aktif jika *timer65 (TIM 006)* berubah status menjadi *close* dan mati (OFF) jika *timer 7 (TIM 007)* berubah status menjadi *open*.



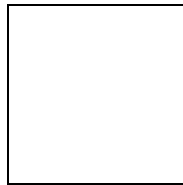
Gambar 67. *Network 4*

5. *Timer 3 (TIM 003)* pada kerja di atas no. 4 akan menjadi status pada kerja kelima yang akan mengaktifkan *relay motor lengan (010.03)* sehingga motor berputar berlawanan arah jarum jam (maju). Motor tersebut (010.03) akan mati (OFF) jika tombol STOP (000.01) ditekan sehingga berubah status menjadi *open*, *timer 7 (TIM 007)* berubah status menjadi *open*, dan ketika *sensor lengan 2(000.03)* aktif dan berubah status menjadi *open*.



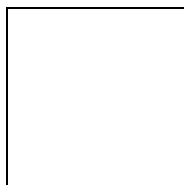
Gambar 68. *Network 5*

6. *Timer 4 (TIM 004)* pada kerja di atas no. 2 akan menjadi status pada kerja keenam yang akan mengaktifkan *solenoid 3 mundur (010.05)*. *Timer 4 (TIM 004)* juga akan mengaktifkan *timer 5 (TIM 005)* dan menghitung mundur selama 3 detik. *Solenoid 3 mundur (010.05)* akan mati (OFF) jika tombol STOP (000.01) ditekan dan *timer 6 (TIM 005)* berubah status menjadi *open*.



Gambar 69. *Network 6*

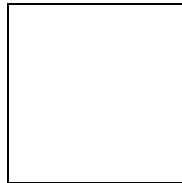
7. *Timer 5 (TIM 005)* pada keterangan di atas no. 6 akan menjadi status pada kerja ketujuh yang akan mengaktifkan *timer 6 (TIM 006)* dan menghitung mundur selama 3 detik serta mengaktifkan *Timer 7 (TIM 007)* dan menghitung mundur selama 5 detik. *output 010.08* adalah *output* bayangan. maksudnya adalah, *output* ini tidak di pakai. Ini adalah salah satu trik pemrograman berhubung dibutuhkan dua buah timer.



Gambar 70. *Network 7*

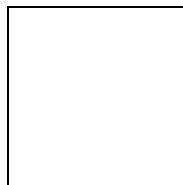
8. *Timer 7 (TIM 007)* pada kerja no. 7 akan menjadi status pada kerja kedelapan yang akan mengaktifkan *relay motor lengan mundur (010.06)* sehingga motor akan berputar searah jarum jam (mundur) dan juga mengaktifkan *relay motor*

konveyor 1. *Timer 6 (TIM 006)* sekaligus akan mengaktifkan *timer 9 (TIM 009)* dan menghitung mundur selama 10 detik serta akan mengaktifkan *timer 10 (TIM 010)* dan menghitung mundur selama 17 detik



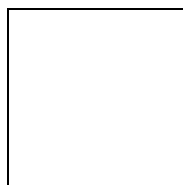
Gambar 71. *Network 8*

9. *Sensor barang (000.05)* akan mendeteksi adanya barang yang lewat dan akan aktif sehingga akan menjadi *input* bagi *counter (CNT000)*. *Counter (CNT000)* diset pada angka 2 (dua) yang artinya akan aktif apabila ada dua kali *input*. *Counter* akan di reset apabila *sensor box (000.04)* non-aktif sehingga status berubah menjadi *close*.



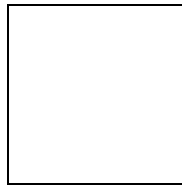
Gambar 72. *Network 9*

10. *Counter (CNT000)* yang diset *normally open* ketika sudah aktif (setelah mendapat dua kali *input*) akan mengaktifkan *relay (010.07)* yang meng-*input Counter Display*.



Gambar 73. *Network 10*

11. END (END(01)) akan menutup siklus kerja *ladder* sehingga sirkulasi kerja akan terus berlanjut sampai dihentikan dengan menekan *switch* OFF/STOP (000.01)

Gambar 74. *Network 11*

BAB III

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan pembuatan alat dan pembahasan pada penerapan PLC sebagai sistem otomasi pada lengan robot dan konveyor pemindah barang maka dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Desain sistem kendali berbasis PLC terdiri dari PLC, lengan yang digerakkan oleh motor dan pneumatik, konveyor, sensor, dan *relay-relay*.
2. Program pada PLC dapat diubah berdasarkan alat serta variasi cara kerja yang diinginkan menggunakan *software* Syswin dengan terlebih dahulu membuat urutan kerja yang diinginkan.
3. Program pengalamatan (*ladder*) yang telah dibuat berjalan dengan baik sesuai urutan kerja yang diinginkan.

B. SARAN

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian tentang penerapan PLC sebagai sistem kendali pada mesin konveyor adalah :

1. Pada awal pembuatan alat, rencanakanlah berapa banyak *input* maupun *output* dari alat yang akan dibuat, sehingga dapat memilih tipe PLC apa yang cocok untuk digunakan.

2. Sebelum melakukan pemrograman, perlu mempelajari urutan kerja dari alat yang akan dibuat, menentukan pengalamatan dari masing-masing peralatan, serta membuat *flowchart* atau diagram alir dari rangkaian urutan kerja alat agar memudahkan pada proses pemrograman.
3. Pemrograman harus dilakukan dimulai dari awal kerja alat dan dilakukan secara berulang-ulang agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan.
4. Perlu adanya kajian khusus tentang PLC sebelum memutuskan untuk mengambil Tugas Akhir tentang PLC, dikarenakan PLC adalah perangkat yang ringkih.
5. Lebih baik apabila menggunakan *display* cacah yang memiliki ketelitian sampai dengan 5 (lima) digit.
6. *Output* yang menuju ke *relay* yang mengaktifkan *display counter* dapat dimanfaatkan secara *parallel* untuk menjalankan sebuah konveyor tambahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Pengenalan PLC (Programmable Logic Controller) Sysmac C Series*. Semarang : PT. Mandala Adi Perkasa Sejati.
- Anonim, *infrared* <http://www.wikipedia.org>
- Anonim, *infrared schematic diagram* <http://www.google.com>
- Budianto. M, A. Wijaya, 2006. *Pengenalan Dasar - Dasar PLC (Programmable Logic Controller)*. Yogyakarta : Gava Media.
- Krist, T., 1993. *Dasar-dasar Pneumatik*. Jakarta: Erlangga
- Putra, A. E., 2004. *PLC Konsep, Pemrograman, dan Aplikasi (Omron CPM 1A / CPM 2A dan ZEN Programmable Relay)*. Yogyakarta : Gava Media.
- Sumbodo, W., 2008. *Teknik Produksi Industri Mesin*. Semarang : Direktorat Jenderal Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suyanto, 2002. *Pengantar Sistem Pneumatik*. Yogyakarta : Jurusan Pendidikan Teknik Mesin dan Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta.