



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN ALAT PENYIMPAN, PENGISIAN DAN
PENUTUPAN BOTOL PADA MINIATUR PABRIK TEH BOTOL
BERBASIS PLC**

SKRIPSI

**Winata Kusuma
0606040173**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
2009**

**RANCANG BANGUN ALAT PENYIMPAN, PENGISIAN DAN
PENUTUPAN BOTOL PADA MINIATUR PABRIK TEH
BOTOL BERBASIS PLC**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Fisika**

Oleh:

**Winata Kusuma
0606040173**

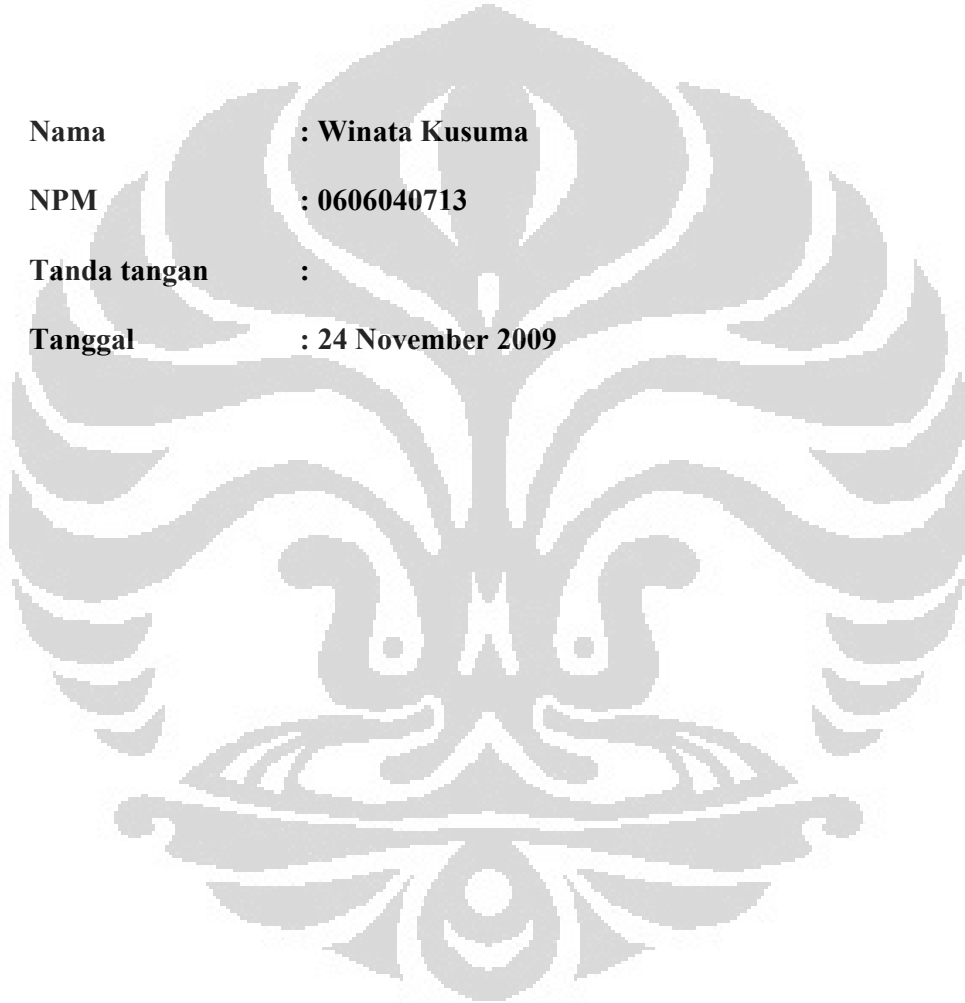


**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Winata Kusuma
NPM : 0606040713
Tanda tangan :
Tanggal : 24 November 2009

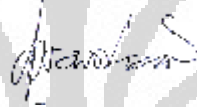


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Winata Kusuma
NPM : 0606040173
Departemen : Fisika
Peminatan : Instrumentasi Elektronika
Tanggal Sidang : 24 November 2009
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT PENYIMPAN,
PENGISIAN DAN PENUTUPAN BOTOL PADA
MINIATUR PABRIK TEH BOTOL BERBASIS
PLC

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh



Dr. Prawito
Pembimbing



Dr. Santoso Soekirno
Penguji I



Dr. BEF Da Silva
Penguji II



Dr. Santoso Soekirno
Ketua Departemen Fisika

KATA PENGANTAR

Dengan limpahan kasih sayang Allah SWT akhirnya perjuangan untuk membuat skripsi ini dapat tercapai. Walaupun dalam penulisan ilmiah ini saya menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Karya yang sederhana ini lahir karena saya merasa bahwa perkembangan teknologi pengendalian di dunia ini sudah sedemikian majunya, sehingga kita semua mungkin sudah banyak tertinggal di dalam kemajuan teknologi tersebut. Dari tahun ke tahun teknik pengendalian tersebut senantiasa berubah ke arah yang lebih baik.

Adapun tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ekstensi pada Program Studi Fisika Instrumentasi Elektronika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Selama mengerjakan skripsi ini saya banyak mendapat bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini saya hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya.
2. Kedua Orang tua dan adiku yang tercinta, atas segala kesabaran, dukungan moril dan materil selama ini.
3. Dr.Prawito selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ketua Program Ekstensi Fisika.
5. Indria yogani, yoga, aldi, yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.
6. Atom, bogel, adrian, subhan, ucok, bang ade dan seluruh rekan-rekan Ekstensi Fisika angkatan 2006.

7. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan Bapak / Ibu dan Saudara/i sekalian.

Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki saya, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu saya tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penulisan ilmiah ini.

Akhir kata semoga penulisan ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang bersangkutan, khususnya bagi saya dan umumnya bagi para pembaca.

Depok, 24 November 2009

Winata Kusuma

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Winata Kusuma
NPM : 0606040173
Program studi : Instrumentasi Elektronika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*non-exclusive royalt-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Alat Penyimpanan, Pengisian, dan Penutupan Botol pada Miniatur Pabrik Teh Botol Berbasis PLC

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 24 NOVEMBER 2009

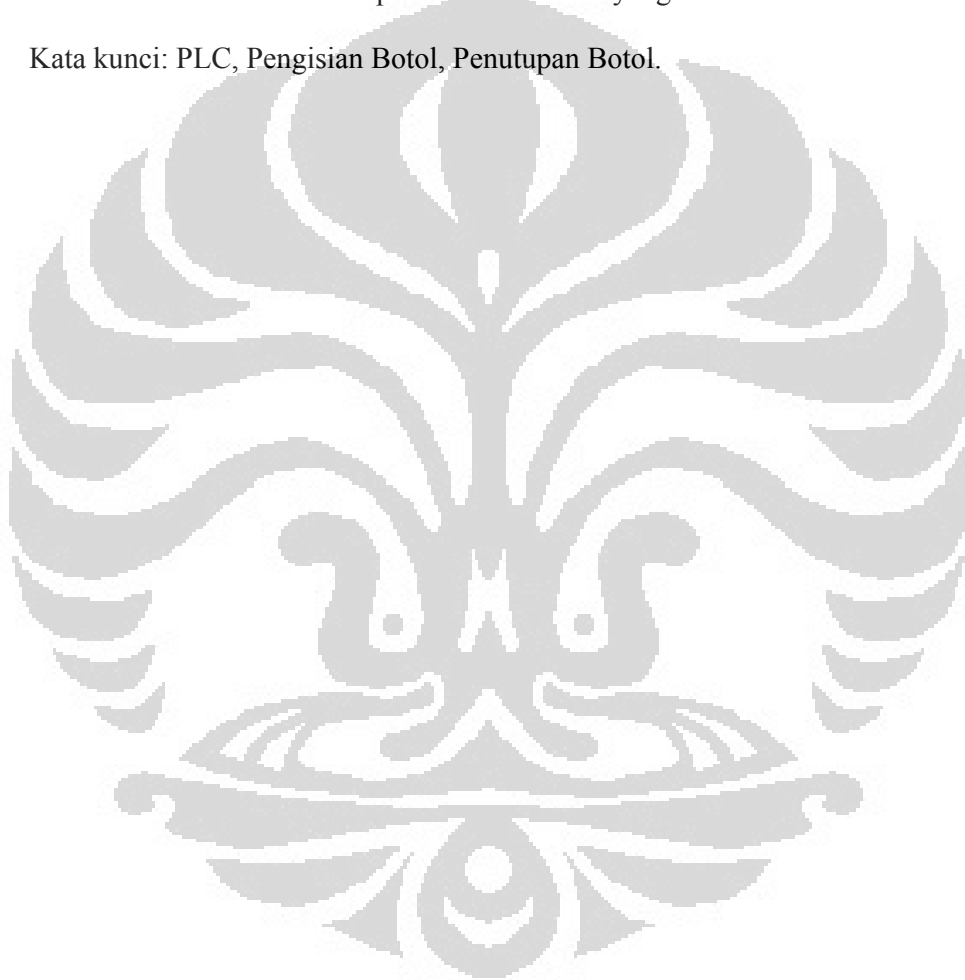
Yang menyatakan

(Winata Kusuma)

Abstrak

Telah dibuat alat rancang bangun penyusun, pengisian air kedalam botol dan penutupan botol otomatis dengan objek botol kosong yang akan di kendalikan oleh PLC. Dimana PLC ini akan menggerakkan semua koponen yaitu solenoid valve untuk mengisi air teh kedalam botol, motor dc untuk mengunpan botol, konveyor untuk menggerakkan botol, dan penumatik untuk menutup botol. PLC akan menerima input dari semua sensor, limit switch untuk pendiktesian posisi botol dan sensor level untuk penentuan level air yang di masukkan ke botol.

Kata kunci: PLC, Pengisian Botol, Penutupan Botol.



Abstract

Prototype of Instrument of Storage, Filling, and Bottle Cap Fitting on Miniature Manufacture of Bottled Tea Based on PLC has made, with an empty bottle as an objects which controlled by the PLC. PLC will move all components, solenoid valve is for fill the tea into the bottle, motor dc is for feed the bottle onto conveyor, conveyor used to move the bottle, and pneumatic is used for cap fitting the bottle. PLC will receive input from all sensor, limit switch for detect position of the bottle and sensor level for detect level of water.

Key words: PLC, Bottle Filling, Bottle Cap Fitting



DAFTAR ISI

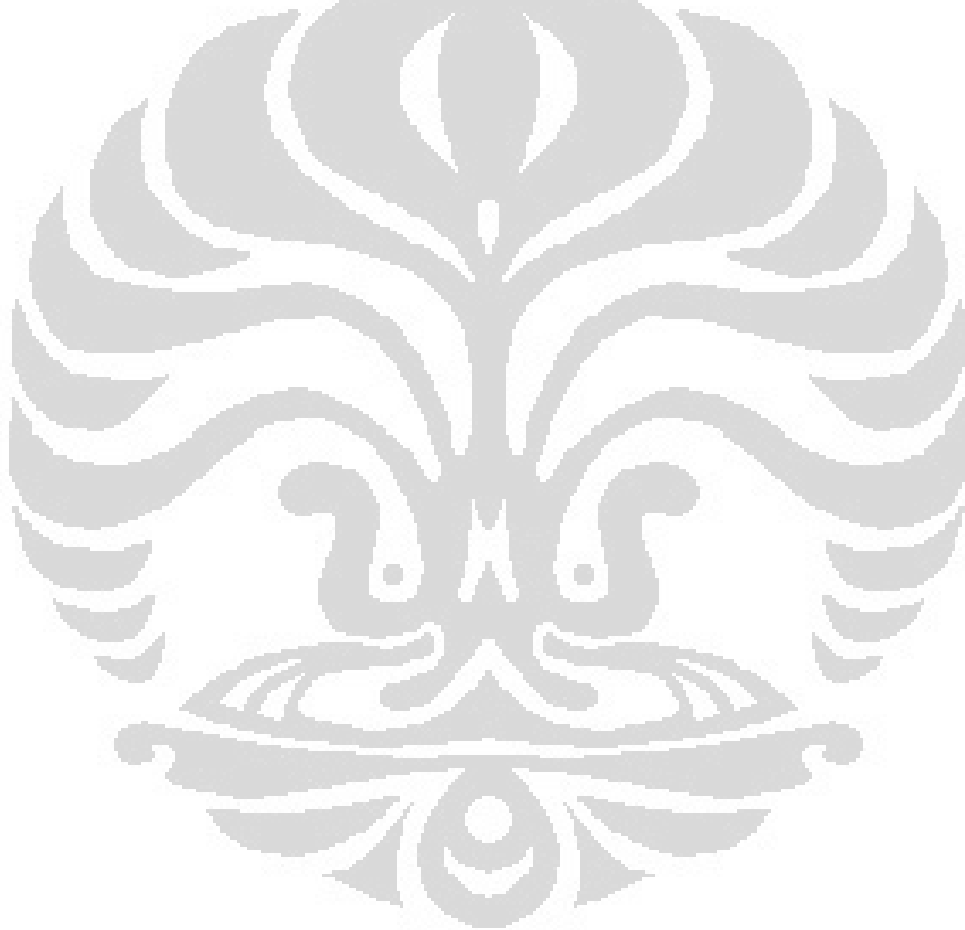
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TEORI DASAR	5
2.1 Sistem yang dirancang	5
2.2 Motor DC.....	6
2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC	6
2.3 Optocoupler.....	9
2.4 Solenoid Valve	11
2.5 Belt Konveyor	12
2.6 <i>Limit Switch</i>	13
2.7 Pneumatik	14
2.7.1 Kompresor Udara.....	14
2.7.2 Filter	15
2.7.3 Regulator	16
2.7.4 Pelumasan.....	17
2.7.5 Kontrol Silinder Kerja Tunggal	17

2.7.6 Kontrol Silinder Kerja Ganda.....	19
2.7.7 Katup 5/2	20
2.8 PLC.....	20
2.8.1 Komponen Pada PLC.....	21
2.8.1.1 Central Processing Unit (CPU).....	22
2.8.1.2 Memori.....	22
2.8.1.3 Catu Daya PLC.....	23
2.8.1.4 Rangkaian Input PLC	23
2.8.1.5 Rangkaian output PLC.....	24
2.8.1.6 Penambahan I/O PLC.....	25
2.8.2 Bahasa Pemrograman PLC	25
2.8.2.1 Diagram Tangga (Ladder) Dasar.....	25
2.8.2.2 Function Block Diagram (FB/FBD).....	26
2.8.2.3 Statment List (STL).....	26
2.8.2.4 Structured Tex (ST) atau Structure Language (SCL).....	27
2.8.2.5 Sequential Function Chart (SFC).....	27
BAB 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM	29
3.1 Blok Diagram	29
3.2 Rancangan Perangkat Keras.....	30
3.2.1 Modul Motor DC	30
3.2.2 Modul Konveyor.....	31
3.2.3 Modul Sensor.....	32
3.2.4 Modul Limit Switch.....	33
3.2.5 Modul Solenoid Valve	34
3.2.6 Modul Pneumatik.....	34
3.2.7 Konstruksi Mekanik Pengumpulan Botol	36
3.2.8 Konstruksi Mekanik Penutup Botol.....	37
3.2.9 Modul PLC Omron	39
3.3 Perancangan Perangkat Lunak (software).....	40

BAB 4. ANALISA DAN PENGAMATAN.....	44
4.1 Hasil Pengamatan.....	44
4.2 Data Perangkat Keras.....	44
4.2.1 Data Motor DC.....	44
4.2.2 Data Konveyor.....	46
4.2.3 Data Sensor.....	47
4.2.4 Data Limit Switch.....	48
4.2.5 Data Selonoid Valve.....	48
4.3 Perancangan Perangkat Lunak (software).....	49
4.2 Data Keseluruhan.....	51
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR TABEL

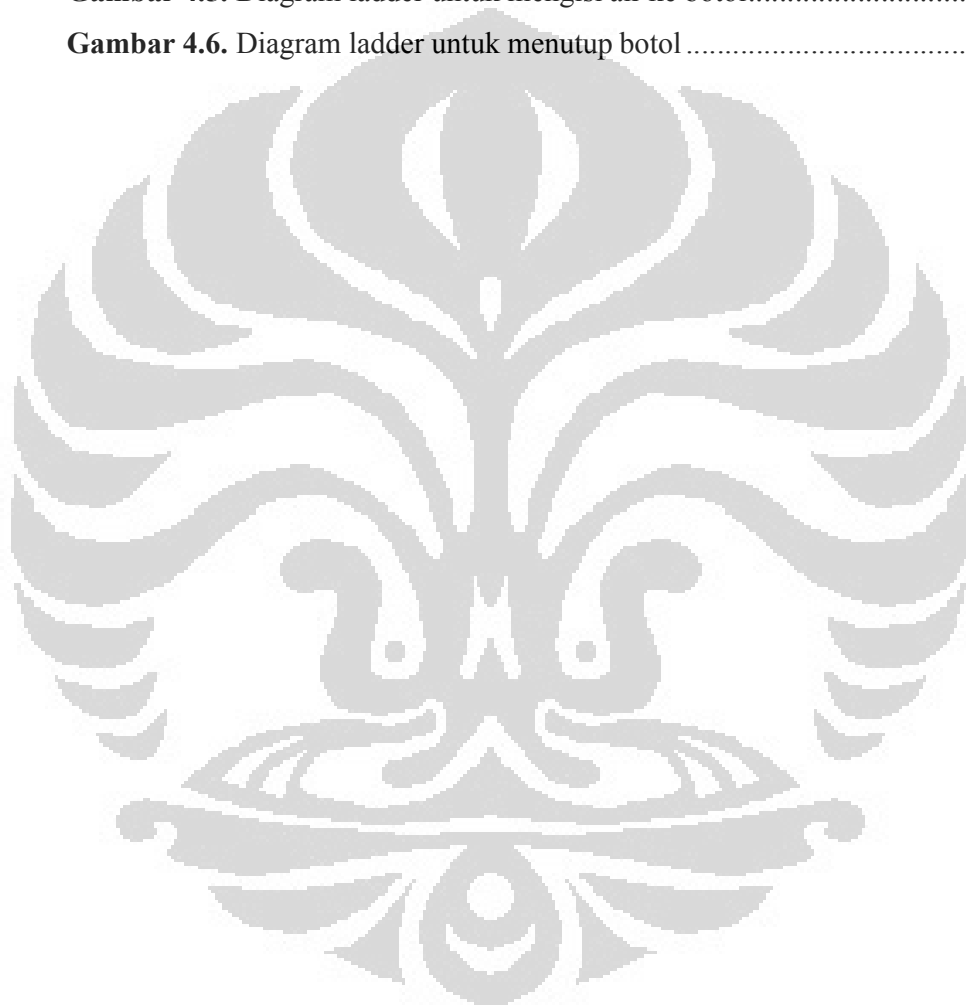
Tabel 4.1. Data pengamatan motor DC	45
Tabel 4.2. Data pengamatan konveyor	46
Tabel 4.3. Data pengamatan optocoupler.....	47
Tabel 4.4. Data pengamatan limit switch.....	48
Tabel 4.5. Data pengamatan solenoid valve.....	49
Tabel 4.5 Data Percobaan Pengisian Botol.....	51
Tabel 4.6 Data Percobaan Penutupan Botol.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rancangan mekanik miniatur pembuatan teh	6
Gambar 2.2. Kaidah tangan.....	7
Gambar 2.3. Posisi komponen Motor DC.....	8
Gambar 2.4. Prinsip torka	9
Gambar 2.5 <i>Optocoupler</i> menggabungkan LED dan fotodioda.....	10
Gambar 2.6. Skematik optocoupler	11
Gambar 2.7. Solenoid valve	12
Gambar 2.8. Sistem pneumatic.....	15
Gambar 2.9. Silinder kerja kunggal.....	16
Gambar 2.10. Silinder kerja ganda	18
Gambar 2.11. Komponen PLC	22
Gambar 2.12. Rangkaian opto-isolator	24
Gambar 2.13. Rangkaian output PLC	25
Gambar 2.14. Contoh diagram tangga	26
Gambar 2.15. Contoh instruksi LD dan LD NOT	27
Gambar 2.16. Contoh penggunaan AND dan AND NOT	28
Gambar 2.17. Contoh penggunaan OR dan OR NOT	29
Gambar 3.1. Blok diagram rancang bangun penyusun botol, pengisian botol, dan panutupan botol otomatis berbasis PLC	29
Gambar 3.2. Rangkain <i>Driver Motor</i> DC	30
Gambar 3.3. Ilustrasi konveyor tampak depan.....	32
Gambar 3.4. Rangkaian sensor optocoupler	33
Gambar 3.5. Rangkaian dan bentuk fisik limit switch yang digunakan	34
Gambar 3.6. Rangkaian solenoid valve	34
Gambar 3.7. Pnematik dengan <i>double acting cylinder</i>	35
Gambar 3.8. Rangkaian elektropneumatis	35
Gambar 3.9. Konstruksi Pengumpan Botol.....	37
Gambar 3.10. Rangka Penutup Botol	38
Gambar 3.11. Mangkuk Pengepres.....	38
Gambar 3.13. <i>Wiring</i> modul Motor DC pada PLC Omron.....	39

Gambar 3.6. <i>Flow chart</i> program	41
Gambar 4.1. Pengukuran tegangan dan arus pada motor dc	45
Gambar 4.2. Pengukuran tegangan dan arus pada keluaran optocoupler	47
Gambar 4.3. Diagram ladder pengisian air teh kedalam tabung sementara.	49
Gambar 4.4. Diagram ladder untuk menggerakkan motor dc pada pengumpan botol.....	50
Gambar 4.5. Diagram ladder untuk mengisi air ke botol.....	50
Gambar 4.6. Diagram ladder untuk menutup botol	51



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dari waktu ke waktu semakin berkembang pesat. Hal ini timbul seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan yang mengikuti perkembangan zaman. Sekarang ini hampir semua pekerjaan diberbagai bidang dituntut untuk serba efisien karena akan berdampak pada tingkat produktifitas hasil pekerjaan tersebut.

Dalam dibidang industri, otomatisasi sudah menjadi hal penting, otomatisasi bertujuan untuk meningkatkan produktifitas hasil akhir dan memudahkan pengontrolan pada sistem yang berjalan. Ketika otomatisasi sangat diperlukan, maka para ilmuan harus bisa menyelesaikan permasalahan otomatisasi, otomatisasi sendiri berarti sebuah proses yang berjalan dengan otomatis dengan parameter yang telah ditentukan atau telah diset terlebih dahulu, jika proses berjalan secara otomatis dan sesuai dengan yang direncanakan maka yang diharus dilakukan adalah pengontrolan, melalui sistem yang terpusat.

Pada industri teh botol, banyak proses yang dilakukan sebelum pada akhirnya dapat dipasarkan, proses-proses yang dikerjakan adalah, penampungan botol terlebih dahulu, kemudian pengisian air teh ke dalam botol, botol ditutup dan pada produk tertentu botol diberikan label, sebagian lain memiliki proses pelabelan tersendiri atau tidak termasuk dalam pabrik tersebut, untuk atau pada industri dengan skala besar dengan orientasi hasil produksi yang banyak, proses-proses tersebut harus dilakukan dengan mesin dan otomatis.

Untuk itulah penulis ingin membuat pabrik teh botol mini berbasis PLC, pabrik mini yang penulis buat ini layaknya pabrik-pabrik teh botol dengan proses skala besar, proses yang terjadi yaitu pembuatan air teh, pada proses ini air mentah ditampung terlebih dahulu, kemudian air dimasukan kedalam tangki berikutnya untuk dipanaskan, setelah dipanaskan dimasukan kedalam tangki pencampuran air matang dengan teh dan gula, dan diaduk sehingga bercampur antara air dengan teh dan gula, proses berikutnya air teh tersebut dimasukan kedalam botol, botol ditutup dan diberikan label, kemudian botol memasuki

proses pembungkusan, pada proses pembungkusan botol dimasukan kedalam kardus, kardus ini memiliki quota sebanyak 4 botol apabila sudah terpenuhi maka kardus tersebut akan ditutup dan siap untuk dipasarkan, proses diatas dikontrol oleh PLC, sehingga kita dapat memantaunya melalui komputer dikantor tanpa harus melihat langsung ketempat produksi

1.2 Tujuan Penelitian

1.2.1 Tujuan Umum

Tugas akhir pembuatan sistem ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program sarjana ekstensi fisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan dan pembuatan miniatur pabrik teh botol yaitu proses pembuatan teh sampai pada proses pembungkusan botol secara otomatis berbasis PLC.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini adalah pada perancangan instrumen dan sistem yang digunakan pada proses pemasukan botol ke dalam *storage* botol, pengisian air teh kedalam botol dan proses penutupan botol.

1.4 Metode Penelitian

Metode – metode yang digunakan oleh penulis dalam penulisan skripsi yang dibuat ini adalah:

1.4.1 Studi Literatur

Yaitu penulis mengadakan studi literatur terhadap topik yang sedang diteliti dengan mengambil sumber dari buku-buku atau dari internet, serta mengumpulkan bahan-bahan yang ada hubungannya dengan masalah yang sedang diteliti. Metode ini sangat penting karena selain sebagai penuntun dalam teknik penulisan, juga berfungsi sebagai sumber kebenaran terhadap kaidah-kaidah bahasa yang digunakan agar pembaca benar-benar mengerti

maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini, baik secara sistematika maupun pemahaman.

1.4.2 Perancangan Alat

Penulis berusaha untuk membuat suatu rancangan sistem pengendalian *hardware* baru yang ingin dibuat di dalam penelitian, berdasarkan bahan-bahan yang ada untuk dapat dianalisa kembali.

1.4.3 Diskusi

Tahap ini merupakan proses tanya jawab mengenai kelebihan dan kekurangan dari rancangan yang akan dibuat. Dengan adanya diskusi ini diharapkan penulis mendapat petunjuk sehingga tidak terlalu besar kesukaran yang akan dihadapi.

1.4.4 Pembuatan Alat

Metode ini merupakan tindak lanjut dari tahap perancangan, yaitu untuk merealisasikan alat sesuai dengan tujuan.

1.4.5 Pengambilan Data

Alat yang telah dirangkai kemudian diuji. Pengambilan data dilakukan ketika alat telah beroperasi seperti yang direncanakan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab yang dimaksudkan untuk menjelaskan alur permasalahan, penentuan masalah, penjelasan teori, perancangan alat, pengolahan data sampai pada kesimpulan dan saran.

Bab 1 : Pendahuluan

Bagian ini merupakan pendahuluan dari materi penulisan yang meliputi latar belakang masalah, tujuan penulisan, metode penelitian, sistematika penulisan.

Bab 2 : Teori Dasar

Dalam bab ini penulis menjelaskan dasar-dasar teori yang menunjang pembahasan mengenai konveyor, sensor yang digunakan, motor, serta software yang digunakan.

Bab 3 : Perancangan dan Cara Kerja Sistem

Merupakan penjelasan dari pembuatan instrumen miniatur pabrik teh botol. Pada bab ini juga membahas masing-masing bagian alat, fungsi, cara kerja alat dan pengaplikasian dari sistem tersebut.

Bab 4 : Data dan Analisa

Sistem yang sudah dirancang diuji dengan parameter yang terkait dengan ilmu-ilmu dalam bidang fisika dan instrumentasi. Proses pengambilan data juga ditulis pada bab ini untuk memastikan kemampuan sistem secara keseluruhan serta data yang didapat dari serangkaian pengujian alat dengan kondisi data yang variatif.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Pada bagian akhir laporan penyusunan tugas akhir ini akan diperoleh kesimpulan dari analisa yang dilakukan oleh penulis pada pengujian sistem ini. Selain itu pada bagian ini juga mencoba memberikan saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas beberapa materi sebagai dasar teori dalam perancangan alat yang dibuat oleh penulis.

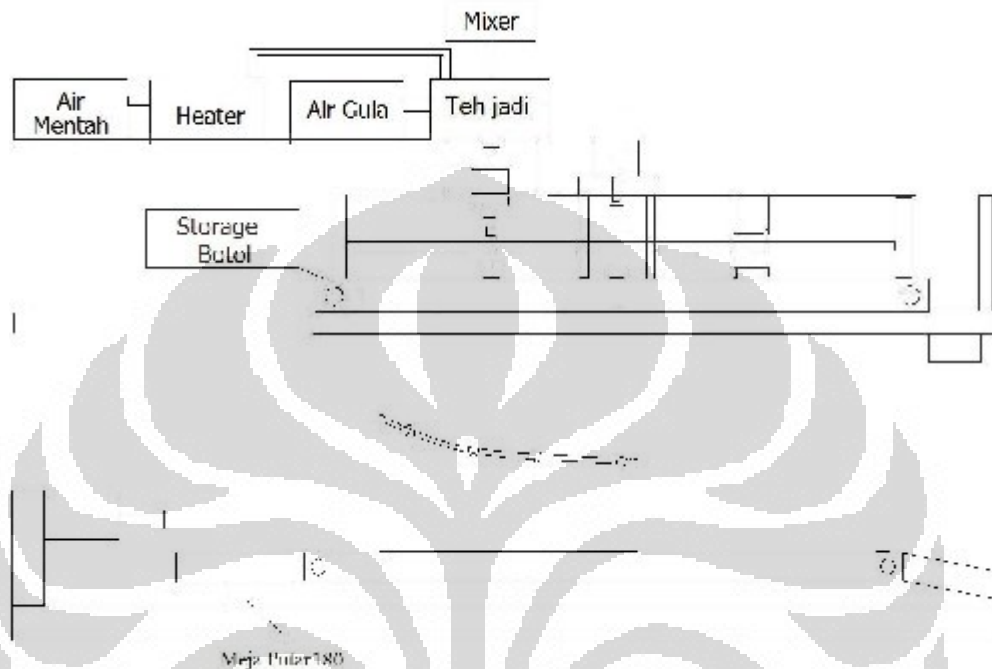
2.1 Sistem yang dirancang

Pada pembuatan skirpisi ini penulis akan membuat sebuah miniatur pembuatan pabrik teh atau pabrik teh dalam skala kecil, proses pembuatan produksi dari pembuatan teh yaitu mulai dari air mentah yang ditampung terlebih dahulu, kemudian air mentah tersebut disedot oleh pompa memasuki ruang pemasakan air, setal air mendidih kemudian dipindahkan kedalam ruang pencampuran antara air matang, teh celup dan air gula, diruang ini campuran tersebut akan diaduk oleh agitator.

Untuk tahapan proses kedua, yaitu memasukan botol kedalam *storage*, kemudian botol tersebut didorong keatas konveyor untuk dilakukan proses pengisian air teh kedalam botol, ketika botol mengenai sensor maka konveyor akan berhenti dan solenoid valve akan terbuka, sehingga air teh akan mengisi botol, setelah beberapa menit, konveyor akan kembali bergerak, ketika botol mengenai sensor lainnya, maka konveyor akan kembali berhenti dan dilakukan proses penutupan botol, yaitu dengan menekan tutup botol pada permukaan atas botol, proses penekanan dilakukan oleh pneumatik, setelah selesai, konveyor akan kembali bergerak untuk mengantarkan botol keproses selanjutnya yaitu pelabelan, pelabelan dilakukan dengan cara menempelkan stiker pada botol, dengan menekan stiker pada sisi luar botol, sehingga botol akan terlabelkan, setelah selesai konveyor akan kembali bergerak dan akan meneruskan botol keproses selanjutnya.

Rangkaian proses selanjutnya yaitu proses pengepakan, botol yang dilabelkan kemudian akan terjatuh kedalam kardus, setiap botol yang akan jatuh terlebih dahulu akan menyentuh sensor yang akan menghitung jumlah botol jatuh, yang akan dijadikan input untuk perputaran kardus, sehingga botol terdistribusikan disetiap ruang kosong kardus, kemudian setelah kardus terisi

penuh, kardus akan didorong oleh pneumatik untuk dilakukan proses penutupan kardus.



Gambar 2.1. Rancangan mekanik miniatur pembuatan teh

2.2 Motor DC

Salah satu komponen yang diperlukan dalam sistem pengendali adalah *aktuator*. *Aktuator* adalah komponen pertama untuk melakukan gerakan, mengubah energi elektrik menjadi gerakan mekanik. Jenis *aktuator* salah satunya adalah motor listrik. Motor listrik dikelompokkan menjadi motor DC dan motor AC, perbedaannya terdapat pada tegangan yang menggerakkannya. Motor AC digerakkan oleh tegangan bolak-balik (AC), sedangkan motor DC digerakkan oleh tegangan searah (DC)

2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC dapat dijelaskan dengan teori *elektromagnetik*. Misal sebuah kawat berarus yang dipengaruhi medan magnet luar akan

mengalami gaya yang disebut gaya magnet, Gaya pada kawat berarus yang berada dalam medan magnet ini disebut gaya lorentz, yang besarnya adalah :

$$F = B L I \sin \alpha \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

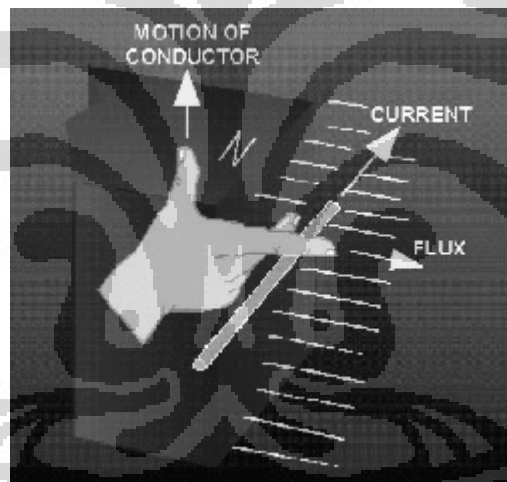
B adalah kerapatan fluk magnet dalam satuan weber (Wb/m^2)

L adalah pajang penghantar dalam satuan meter

I adalah arus listrik yang mengalir dalam satuan ampere

α adalah sudut yang terbentuk antara arah medan magnet dengan arah arus yang mengalir pada kawat dalam satuan derajat

Pada sebuah kawat berarus listrik di dalam pengaruh medan magnet, maka arah gaya F dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan:



Gambar 2.2. Kaidah tangan kanan

Motor *dc* terdiri dari bagian-bagian yang dapat menggerakkan motor tersebut, yaitu:

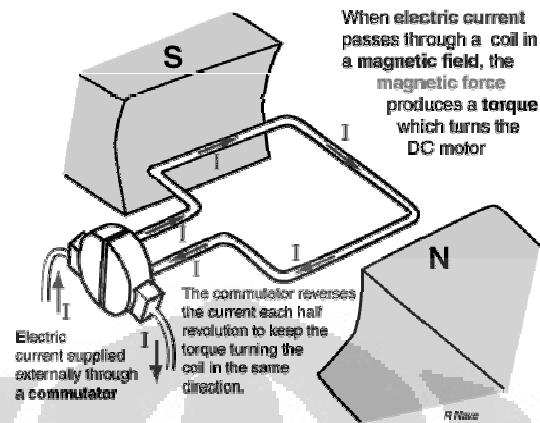
Rotor, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat.

Stator, yaitu bagian yang diam pada motor berupa magnet.

Komutator, yaitu cincin belah yang berfungsi sebagai penukar arus.

Sikat, yaitu sepasang batang grafit yang menempel pada komutator tetapi tidak berputar.

Cara kerja motor *dc* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3. Posisi komponen motor dc

Kalau sebatang kawat terdapat diantara kutub U – S dengan garis gaya yang homogen, sedangkan didalam kawat ini mengalir arus listrik yang arahnya seperti pada gambar 2.3, dan dipengaruhi medan magnet maka kawat tersebut akan berputar sesuai dengan arah arus yang mengalir pada kawat, pada gambar 2.3 kawat berputar keluar dari arah pembaca.

Selama motor berputar menghasilkan torka ($\tau = Torque$). Torka merupakan analogi gaya dari gerak translasi untuk gerak rotasi. Karena torka ini dihasilkan oleh sistem elektromagnet, maka disebut torka elektromagnet (*electromagnetic torque*). Torka yang dihasilkan motor ini mempunyai nilai yang besarnya ditunjukkan pada persamaan berikut:

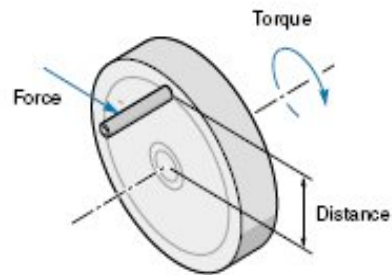
$$\tau = r \times F \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

T = torka (Nm)

r = jarak dari pusat rotasi ke titik beban (m)

F = Gaya (N)



Gambar 2.4. Prinsip Torka.

Sedangkan ketika terjadi putaran persamaan torka menjadi:

$$\tau = I \times \alpha \dots \dots \dots (2.3)$$

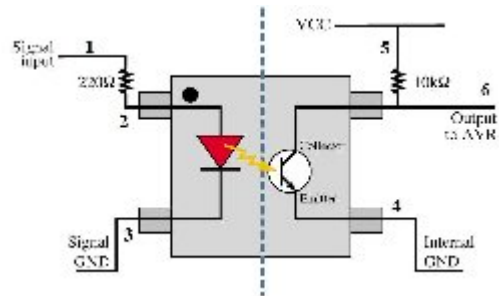
dimana:

- τ = torka putaran
- I = momen inersia
- α = kecepatan sudut (rad/s)

2.3 Optocoupler

Optoelektronik adalah teknologi yang mengkombinasikan optik dan elektronik. Contoh optoelektronik adalah dioda pemancar cahaya (LED), fotodioda, dan *optocoupler*. Sebuah *optocoupler* (juga disebut *optoisolator*) menggabungkan LED dan fotodioda atau fototransistor dalam satu kemasan. Sumber tegangan dan resistor seri mengatur arus yang melalui LED. Kemudian cahaya dari LED mengenai fotodioda, dan akan mengatur arus balik pada rangkaian output.

Keuntungan pokok *optocoupler* adalah terjadinya isolasi elektrik antara rangkaian input dan rangkaian utama. Sehingga apabila terjadi lonjakan tegangan pada rangkaian input tidak akan merusak rangkaian utama. Tegangan yang dapat diisolasi bisa mencapai 3550 volt, bervariasi untuk tiap *optocoupler*.

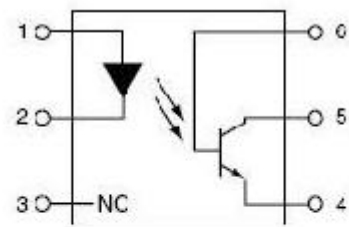


Gambar 2.5 *Optocoupler* menggabungkan LED dan fotodioda

Jika bagian basis dari transistor dihubungkan dengan sumber cahaya maka dapat dihasilkan sebuah fototransistor, sebuah alat yang memiliki sensitivitas terhadap cahaya yang lebih baik daripada fotodioda.

Hal ini disebabkan oleh penguatan arus yang besar pada fototransistor. Resiko yang diterima akibat kenaikan kepekaan adalah berkurangnya kecepatan. Sebuah fototransistor lebih peka daripada fotodioda, tetapi tidak dapat menyala dan mati secara cepat.

Fotodioda mempunyai arus keluaran dalam mikroampere dan dapat menyala dan mati dalam orde nanodetik. Fototransistor memiliki arus keluaran dalam miliampere dan berubah menyala dan mati dalam orde mikrodetik. Pada gambar 2.6. dapat dilihat skematik *optocoupler*, pin 1 dan 2 berhubungan dengan masukan, pin 5 dihubungkan dengan tegangan Vcc dan pin 4 dihubungkan dengan ground.

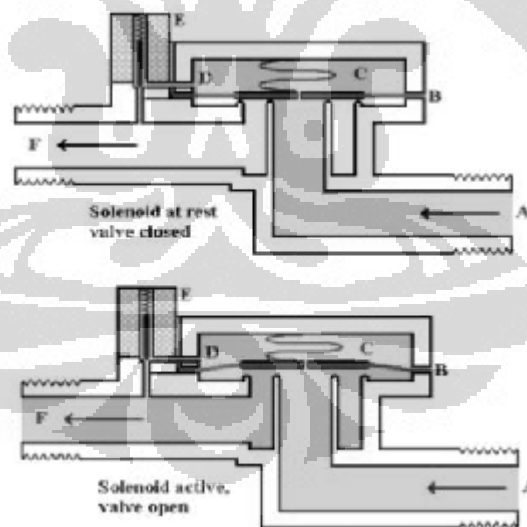


- PIN 1. Anoda
 2. Katoda
 3. Tidak terhubung
 4. Emiter
 5. Kolektor
 6. Basis

Gambar 2.6. Skematik Optocoupler

2.4 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah *electromechanical valve* untuk digunakan dengan air dan gas. Valve sendiri dikontrol dengan arus elektrik melalui kawat solenoid. Solenoid valve mempunyai dua atau lebih dari dua port valve



Gambar 2.7. Solenoid Valve

keterangan

A- Bagian Input

B- Diaphragm

- C- Pressure chamber
- D- Pressure relief conduit
- E- Solenoid
- F- Bagian Keluran

Solenoid valve merupakan suatu sistem yang terdiri dari saklar dan penggerak saklar. Sistem utama penggerakan dalam solenoid valve terdiri dari saklar dan penggerak saklar berupa solenoid (kumparan kawat) yang melingkari sebuah batang kecil dan akan menghasilkan medan magnet, jika kumparan tersebut dialirkan arus listrik. Sehingga batang besi yang berada dalam kumparan kawat tersebut menjadi bersifat magnet selama di aliri arus listrik

2.5 Belt Konveyor

Konveyor adalah suatu jenis mesin pengangkat yang berfungsi untuk memindahkan beban dari satu tempat ke tempat lain dengan arah yang telah ditentukan dan memiliki kecepatan konstan atau tetap. Pengoperasian konveyor itu sendiri membutuhkan sumber daya, tenaga kerja dan perawatan yang relatif rendah. Ada beberapa macam jenis konveyor, antara lain: *belt conveyor*, *chain conveyor*, *screw conveyor* dan *pneumatic conveyor*. Yang akan digunakan dalam rancangan ini adalah *conveyor* jenis *belt conveyor*. *Belt conveyor* itu sendiri dapat bergerak secara horizontal, menanjak, menurun ataupun vertical berdasarkan jalur yang telah ditentukan. *Belt conveyor* terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk pada *belt conveyor* biasanya terbuat dari karet, plastik. Di bawah ini dapat dilihat karakteristik dan *performance* dari *belt conveyor*.

Adapun beberapa karakteristik dari *belt conveyor*, yaitu :

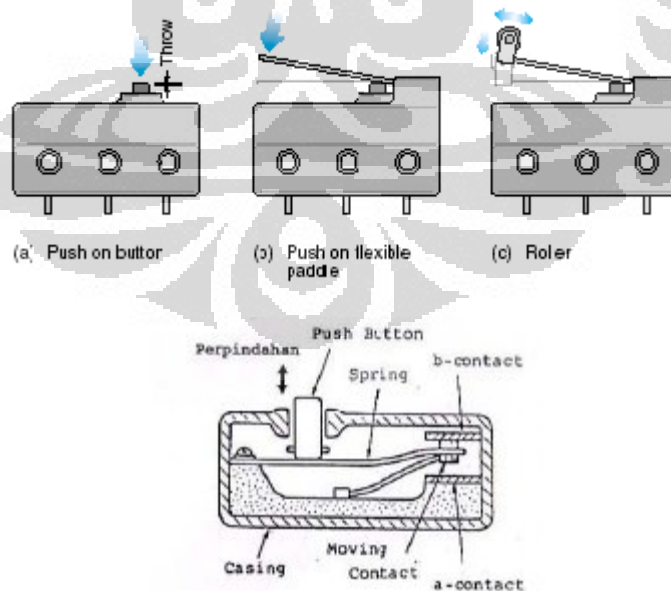
- Dapat beroperasi secara mendatar ataupun miring dengan sudut maksimal 18°.
- Banyaknya kapasitas dapat diatur.
- Serba guna.
- Perawatan yang mudah.
- Dapat beroperasi secara kontinyu.

Terdapat banyak sekali jenis dan kegunaan dari konveyor. Secara umum, konveyor digunakan sebagai ban berjalan untuk memudahkan proses pendistribusian barang yang akan digunakan, misalnya pada pabrik-pabrik maupun bandara pada saat proses pengambilan barang-barang penumpang.

Modul konveyor yang akan digunakan disini, terdiri dari satu jalur ban berwarna putih, satu panel pembatas yang digerakkan oleh motor DC 24 Volt, sedangkan untuk penggerak konveyor juga digunakan dua buah tabung penggerak roda yang terhubung dengan motor DC 24 Volt. Untuk menjalankan konveyor ini, cukup dengan menghubungkan konveyor dengan sumber tegangan DC yang dapat di ON/OFF kan dengan menggunakan saklar yang sudah dirancang.

2.6 Limit Switch

Limit switch merupakan saklar tekan yang akan aktif jika ada suatu objek yang berpindah. *Limit switch* memiliki bentuk yang berbeda, seperti terdapat roller atau pedal pada ujung tuas. *Limit switch* biasa digunakan untuk mengetahui posisi dari sebuah batasan yang berhubungan dengan piston silinder, rotor, pergerakan tempat mesin, dan lainnya, supaya sistem dapat bergerak secara otomatis. Bila pembatas dari sebuah mesin menekan roller atau pedal dari limit switch, maka limit switch akan ON atau OFF.



Gambar 2.8. Mekanik *limit switch*

2.7 Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Perkataan pneumatik berasal bahasa Yunani “pneuma“ yang berarti “napas” atau “udara”. Jadi pneumatik berarti terisi udara atau digerakkan oleh udara mampat.

Pneumatik merupakan cabang teori aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara mampat.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara bertekanan.

Susunan sistem pneumatik adalah sebagai berikut :

- a. Catu daya (energi supply)
- b. Elemen masukan (sensors)
- c. Elemen pengolah (processors)
- d. Elemen control akhir
- d. Elemen kerja (actuators)

2.7.1 Kompresor Udara

Sebagian besar pneumatik menggunakan udara atmosfer sebagai medium opreasinya. Semua sistem pneumatik bersifat terbuka, udara diperoleh bebas, digunakan, dan kemudian dilepas kembali ke atmosfer. Udara atmosfer mengandung uap air, yang jumlahnya berubah dari hari ke hari sesuai dengan kelembaban. Jumlah maksimum uap air yang ada dalam suatu volume tertentu udara ditentukan dengan temperatur, dan tiap kelebihan uap air berkondesasi (mengembun) sebagai tetesan cairan. Efek serupa terjadi bila udara terkompresi didinginkan, dan jika dibiarkan maka kumpulan tetesan kumpulan air akan menyebabkan katup-katup macet dan korosi terbentuk dalam pipa.

Sifat gas dipengaruhi oleh perubahan tekanan, volume, dan temperatur diatur oleh persamaan gas umum yaitu :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan tekanan dinyatakan dalam besaran absolut dan temperatur diukur dalam derajat kelvin.

Sebuah kompresor dipilih berdasarkan tekanan yang dibutuhkannya untuk bekerja dan volume gas yang perlu dihantarkannya. Tekanan penerima biasanya lebih tinggi daripada tekanan yang dibutuhkan di posisi operasi, dengan menggunakan tekanan lokal. Tekanan di outlet kompresor dinamakan tekanan kerja dan digunakan untuk menetapkan kompresor. Jika tekanan pada titik operasi dinamakan tekanan operasi dan digunakan pada katup, aktuator, dan peralatan yang lain.

Diperlukan kecermatan dalam menetapkan volume gas yang dibutuhkan kompresor untuk dihantarkan. Persamaan diatas menunjukkan volume sejumlah massa gas sangat bergantung pada temperatur. Volume hantaran kompresor didefinisikan lewat gas pada kondisi atmosfer normal. Standar yang dikenal sebagai temperatur dan tekanan standar (STP = *standard temperatur and pressure*) biasanya digunakan, walaupun perbedaan diantara keduanya sangat kecil bagi keduanya sangat kecil bagi pengguna industri.

Pada kondisi normal teknisnya adalah :

$$P = 0.98 \text{ bar absolut, } T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

dan kondisi normal fisisnya adalah :

$$P = 1.01 \text{ bar absolut, } T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

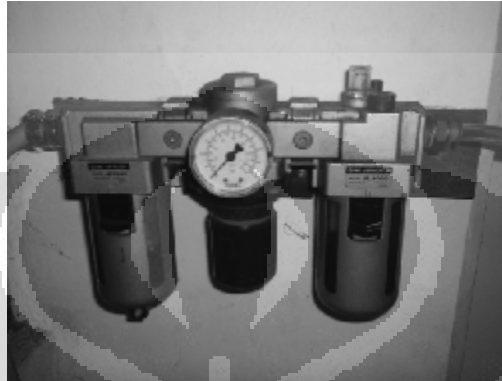
Istilah tekanan dan temperatur normal (NTP = *normal temperatur and pressure*) juga dapat digunakan.

2.7 2 Filter

Dalam sitem pneumatik, harus dihindari hal-hal yang dapat memperpendek umur alat tersebut. Misalnya, terjadinya benturan antara silinder dengan piston, adanya zat yang dapat menimbulkan korosi. Karena udara mengandung uap yang cukup banyak, maka perlu dihilangkan, maka dalam sistem

2.7.4 Pelumasan

Gerakan piston serta peralatan pneumatik yang terus menerus cenderung akan mengakibatkan kerusakan dan keausan. Hal ini dapat diatasi melalui sistem pelumasan. Sistem ini dibangun melalui udara yang bersih dan telah dibatasi tekanannya



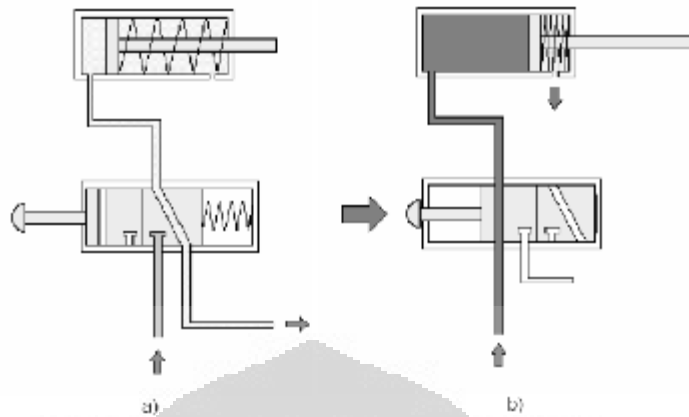
Gambar 2.11. Filter, regulator dan pelumas

2.7.5 Kontrol Silinder Kerja Tunggal

Batang piston silinder kerja tunggal bergerak keluar pada saat silinder menerima udara bertekanan. Jika udara bertekanan dihilangkan, secara otomatis piston kembali lagi ke posisi awal.

Sebuah katup akan mengeluarkan sinyal ketika sebuah tombol tekan ditekan dan sinyal hilang bila tombol dilepas. Katup kontrol arah 3/2 adalah sebagai katup pembangkit sinyal. Jenis katup ini cocok untuk mengontrol sebuah silinder kerja tunggal.

Katup kontrol arah 3/2 mempunyai 3 lubang : lubang masukan, lubang keluaran dan lubang pembuangan. Hubungan antara lubang ini ditentukan oleh lintasan yang ada dalam katup. Jumlah variasi aliran ditentukan oleh jumlah posisi katup, dalam hal ini ada 2 posisi.



Gambar 2.12. Silinder Kerja Tunggal

Posisi awal (gambar 2.12a) didefinisikan sebagai posisi istirahat dari sistem. Semua bagian terhubung dan tombol tidak ditekan oleh operator. Udara bertekanan dari catu daya ditutup, piston masuk ke dalam oleh dorongan pegas kembali. Lubang masukan silinder dihubungkan ke lubang pembuangan melalui katup. Pengiriman bertekanan diputus oleh katup.

Menekan tombol tekan berarti memindahkan posisi katup 3/2, melawan pegas katup. gambar 2.12b menunjukkan katup teraktifkan pada posisi kerja. Udara bertekanan dari catu daya melalui katup masuk ke lubang masukan silinder kerja tunggal. Udara bertekanan yang terkumpul menyebabkan batang piston bergerak keluar melawan gaya pegas kembali. Setelah piston sampai pada posisi akhir langkah maju, maka tekanan udara di dalam tabung silinder meningkat mencapai harga maksimum.

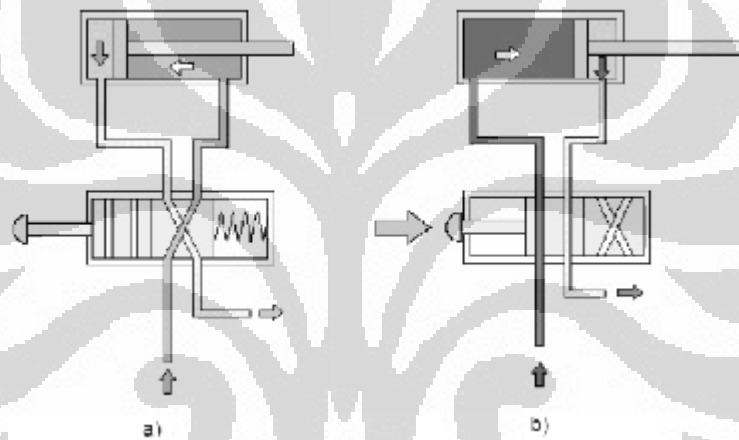
Segara setelah tombol dilepas, maka pegas di katup mengembalikan katup ke posisi awal dan batang piston silinder kembali masuk. Jika tombol tekan diaktifkan lalu dilepas sebelum silinder keluar penuh, piston masuk kembali secara langsung, maka ada hubungan langsung antara pengoperasian tombol tekan dan posisi silinder. Hal ini memungkinkan silinder bisa keluar tanpa mencapai akhir langkah.

Kecepatan keluar dan kecepatan masuk silinder kerja tunggal berbeda. Silinder bergerak keluar digerakkan udara bertekanan, sedangkan selama mundur kecepatan diatur oleh pegas kembali, sehingga kecepatan gerak arah piston keluar lebih cepat daripada kecepatan mundur.

2.7.6 Kontrol Silinder Kerja Ganda

Batang piston silinder kerja ganda bergerak keluar ketika sebuah tombol ditekan dan kembali ke posisi semula ketika tombol dilepas. Silinder kerja ganda dapat dimanfaatkan gaya kerjanya ke dua arah gerakan, karena selama bergerak ke luar dan masuk silinder dialiri udara bertekanan

Posisi awal (gambar2.13a) semua hubungan dibuat tidak ada tekanan dan tombol tidak ditekan oleh operator. Pada posisi tidak diaktifkan, udara bertekanan diberikan pada sisi batang piston silinder, sedangkan udara pada sisi piston silinder dibuang melalui saluran buang katup.



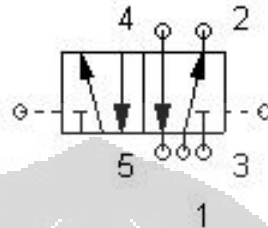
Gambar 2.13. Silinder Kerja Ganda

Dengan menekan tombol berarti memindahkan posisi katup 4/2 melawan gaya pegas pengembali. Gambar 2.13b menunjukkan katup aktif pada posisi kerja. Pada posisi ini suplai udara bertekanan dialirkan ke sisi piston silinder dan udara pada sisi batang piston dibuang keluar lewat katup. Tekanan pada sisi piston mendorong keluar batang piston. Pada saat langlah keluar penuh dicapai, tekanan pada sisi piston mencapai maksimum.

Tombol tekan dilepas, pegas pengembali katup menekan katup kembali ke posisi semula. Sekarang suplai udara bertekanan dialirkan ke sisi batang piston dan udara pada sisi piston dibuang keluar melalui katup, sehingga batang piston silinder kerja ganda masuk kembali.

2.7.7 Katup 5/2

Katup jalan 5/2 mempunyai lima lubang dan 2 posisi kontak. Katup ini digunakan sebagai elemen kontrol terakhir untuk menggerakkan silinder. Katup 5/2 ini digunakan untuk mengendalikan silinder kerja ganda pada proses otomatis.



Gambar 2.14. simbol valve 5/2

Prinsip kerja katup ini, pada kondisi awal yaitu udara bertekanan mengalir dari P ke A. Sementara B berhubungan dengan S dan P tertutup. Tekanan udara ini menekan torak ke arah kanan dan kiri dengan gaya yang sama. Sehingga resultan gaya = 0, akibatnya torak tidak bergerak. Jika kita masukan udara bertekanan yang kecil pada Y sebagai impuls, maka udara ini akan mengusik keseimbangan gaya pada torak tersebut. Akibatnya resultan gaya tidak sama dengan 0 lagi dan torak akan bergerak *outsroke*.

2.8 PLC (Programmable Logic Control)

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi Programmable Logic Controller menurut Capiel (1982) adalah: sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

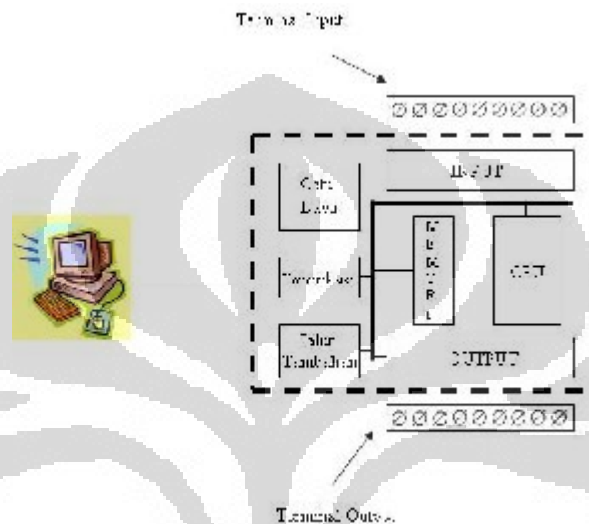
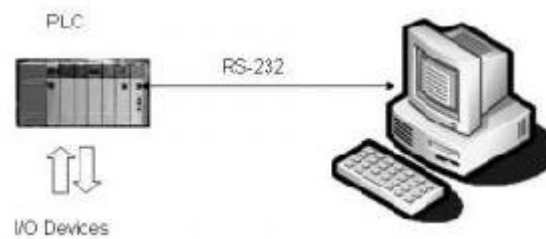
1. Programmable, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. Logic, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. Controller, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output-output. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

2.8.1 Komponen-Komponen Pada PLC

Pada kenyataannya PLC merupakan suatu mikrokontroler yang digunakan untuk keperluan industri. PLC dapat dikatakan sebagai suatu perangkat keras dan lunak yang dibuat untuk diaplikasikan dalam dunia industri.

Secara umum PLC memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, Memori dan I/O. Susunan komponen PLC dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.15. Komponen PLC

2.8.1.1 Central Processing Unit (CPU)

CPU merupakan bagian utama dan merupakan otak dari PLC. CPU ini berfungsi untuk melakukan komunikasi dengan PC atau Console, interkoneksi pada setiap bagian PLC, mengeksekusi program-program, serta mengatur input dan output sistem

2.8.1.2 Memori

Memori merupakan tempat penyimpanan data sementara dan tempat menyimpan program yang harus dijalankan, dimana program tersebut merupakan hasil terjemahan dari ladder diagram yang dibuat oleh user. Sistem memori pada PLC juga mengarah pada teknologi flash memory. Dengan menggunakan flash memory maka akan sangat mudah bagi pengguna untuk melakukan programming maupun reprogramming secara berulang-ulang. Selain itu pada flash memory juga terdapat EPROM yang dapat dihapus berulang-ulang.

Sistem memori dibagi dalam blok-blok dimana masing-masing blok memiliki fungsi sendiri-sendiri. Beberapa bagian dari memori digunakan untuk menyimpan status dari input dan output, sementara bagian memori yang lain digunakan untuk menyimpan variable yang digunakan pada program seperti nilai timer dan counter.

PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memastikan memori PLC tidak rusak. Hal ini dapat dilihat lewat lampu indikator pada PLC.

2.8.1.3 Catu Daya PLC

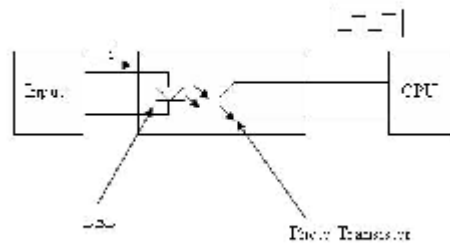
Catu daya (power supply) digunakan untuk memberikan tegangan pada PLC. Tegangan masukan pada PLC biasanya sekitar 24 VDC atau 220 VAC. Pada PLC yang besar, catu daya biasanya diletakkan terpisah.

Catu daya tidak digunakan untuk memberikan daya secara langsung ke input maupun output, yang berarti input dan output murni merupakan saklar. Jadi pengguna harus menyediakan sendiri catu daya untuk input dan output pada PLC. Dengan cara ini maka PLC itu tidak akan mudah rusak.

2.8.1.4 Rangkaian Input PLC

Kemampuan suatu sistem otomatis tergantung pada kemampuan PLC dalam membaca sinyal dari berbagai piranti input, contoh sensor. Untuk mendeteksi suatu proses dibutuhkan sensor yang tepat untuk tiap-tiap kondisi. Sinyal input dapat berupa logika 0 dan 1 (ON dan OFF) ataupun analog.

Pada Jalur Input terdapat rangkaian antarmuka yang terhubung dengan CPU. Rangkaian ini digunakan untuk menjaga agar sinyal-sinyal yang tidak diinginkan tidak langsung masuk ke dalam CPU. Selain itu juga rangkaian ini berfungsi sebagai tegangan dari sinyal-sinyal input yang memiliki tegangan kerja yang tidak sama dengan CPU agar menjadi sama. Contoh Jika CPU menerima input dari sensor yang memiliki tegangan kerja sebesar 24VDC maka tegangan tersebut harus dikonversi terlebih dahulu mendai 5VDC agar sesuai dengan tegangan kerja CPU.



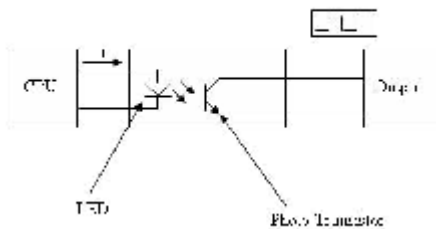
Gambar 2.16. Rangkaian opto-isolator

Rangkaian ini disebut dengan rangkaian Opto-Isolator yang artinya tidak ada hubungan kabel dengan dunia luar. Cara kerjanya yaitu ketika bagian input memperoleh sinyal, maka akan mengakibatkan LED menjadi ON sehingga photo-transistor menerima cahaya dan akan menghantarkan arus ON sehingga tegangannya drop di bawah 1 Volt. Hal ini akan menyebabkan CPU membaca logika 0. Begitu juga sebaliknya.

2.8.1.5 Rangkaian Output PLC

Suatu sistem otomatis tidak akan lengkap jika sistem tersebut tidak memiliki jalur output. Output sistem ini dapat berupa analog maupun digital. output analog digunakan untuk menghasilkan sinyal analog sedangkan output digital digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan jalur, misalnya piranti output yang sering dipakai dalam PLC adalah motor, relai, solenoid, lampu, dan speaker.

Seperti pada rangkaian input PLC, pada bagian output PLC juga dibutuhkan suatu antarmuka yang digunakan untuk melindungi CPU dari peralatan eksternal. Antarmuka output PLC sama dengan antarmuka input PLC.



Gambar 2.17. Rangkaian output PLC

2.8.1.6 Penambahan I/O PLC

Setiap PLC pasti memiliki jumlah I/O yang terbatas, yang ditentukan berdasarkan tipe PLC. Namun dalam Aplikasi seringkali I/O yang ada pada PLC tidak mencukupi. Oleh sebab itu diperlukan perangkat tambahan untuk menambah jumlah I/O yang tersedia. Penambahan jumlah I/O ini dinamakan dengan expansion Unit.

2.8.2 Bahasa Pemrograman PLC

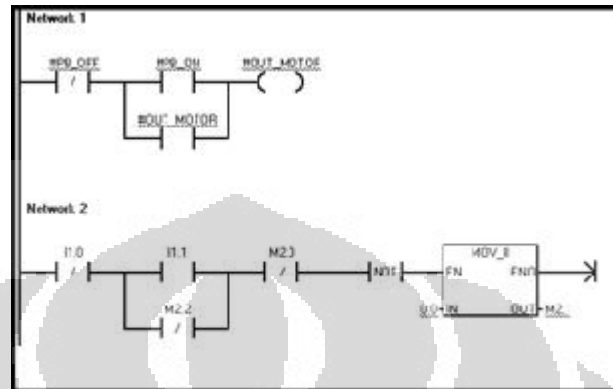
Terdapat beberapa pilihan bahasa program dalam PLC. Masing-masing bahasa mempunyai keuntungan dan kerugian tergantung dari sudut pandang kita sebagai user atau pemrogram. Pada umumnya terdapat 2 bahasa pemrograman sederhana dari PLC, yaitu pemrograman diagram ladder dan bahasa *instruction list*. (*mnemonic code*). Diagram Ladder adalah bahasa yang dimiliki oleh setiap PLC.

2.8.2.1 Diagram Tangga (Ladder) Dasar

Adalah bahasa pemrograman yang yang dibuat dari persamaan fungsi logika dan fungsi-fungsi lain berupa pemrosesan data atau fungsi waktu dan pencacahan.

Ladder diagram terdiri dari susunan kontak- kontak dalam satu group perintah secara horizontal dari kiri ke kanan, dan terdiri dari banyak group perintah secara vertikal. Contoh dari Ladder Diagram ini adalah: kontak normally open, kontak normally close, output coil, pemindahan data

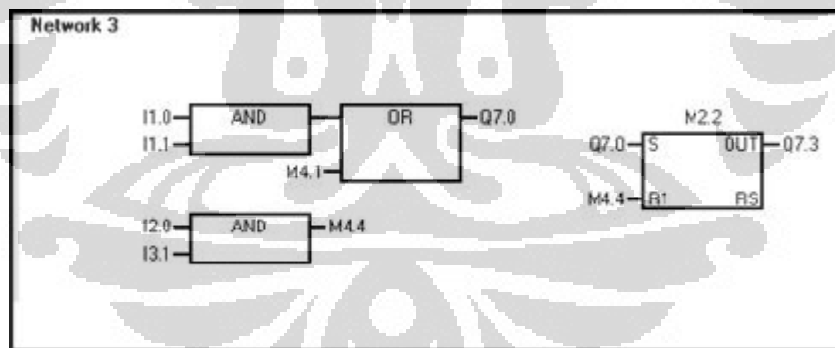
Garis vertikal paling kiri dan paling kanan diasumsikan sebagai fungsi tegangan, bila fungsi dari group perintah menghubungkan 2 garis vertikal tersebut maka rangkaian perintah akan bekerja



Gambar 2.18. Diagram tangga

2.8.2.2 Function Block Diagram (FB/FBD)

Function block diagram adalah suatu fungsi-fungsi logika yang disederhanakan dalam gambar blok dan dapat dihubungkan dalam suatu fungsi atau digabungkan dengan fungsi blok lain



Gambar 2.19. Function block diagram

2.8.2.3 Statment List (STL)

Adalah bahasa program jenis tingkat rendah. Intruksi yang dibuat berupa susunan sederhana menuju ke operand yang berupa alamat atau register. Berikut ini contoh Statement List

```

L      #INC
I      #TEMP19
CPN   DB  [#TEMP19]
CALL  FC    2
      INO := #TEMP19
A      DBX  36.7
JCN   M001

```

Gambar 2.20. Statement list

2.8.2.4 Structured Tex (ST) atau Structure Language (SCL)

Teks terstruktur merupakan bahasa tingkat tinggi yang dapat memproses system logika ataupun alogaritma dan memungkinkan pemrosesan system lain. Perintah umumnya menggunakan IF...THEN...ELSE, WHILE...DO, REPEAT...UNTIL dll. Contoh Text testruktur (ST).

```

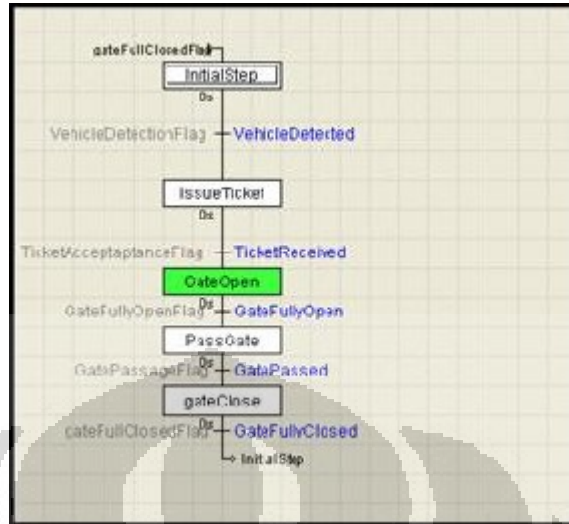
ST program:
IF score > setover THEN (* If score > setover, *)
  underNG := FALSE; (* Turn off underNG *)
  OK := FALSE; (* Turn off OK *)
  overNG := TRUE; (* Turn on overNG *)
ELSF score < setunder THEN (* if score <= setover and score < setunder then *)
  overNG := FALSE; (* Turn on overNG *)
  OK := FALSE; (* Turn off OK *)
  underNG := TRUE; (* Turn on underNG *)
ELSE (* if setover > score > setunder then *)
  underNG := FALSE; (* Turn off underNG *)
  overNG := FALSE; (* Turn off overNG *)
  OK := TRUE; (* Turn off OK *)
ENG_IF; (* end of IF section *)

```

Gambar 2.21. Structured Tex (ST) atau Structure Language (SCL)

2.8.2.5 Sequential Function Chart (SFC)

Bahasa Program yang dibuat dan disimpan dalam chart. Bagian-bagian chart memiliki fungsi urutan langkah , transisi dan percabangan. Tiap step memiliki status proses dan bisa terdiri dari struktur yang berurutan



Gambar 2.22. Sequential Function Chart (SFC)

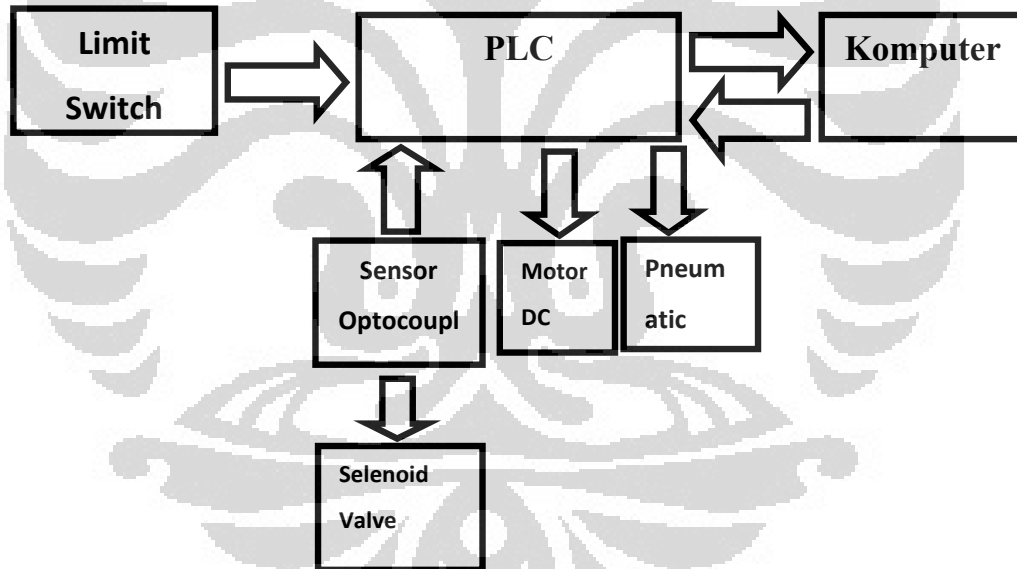
BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing konstruksi mekanik, *hardware*, serta *software* yang digunakan dalam perancangan alat yang dibuat penulis.

3.1 Rancangan Alat Keseluruhan

Pada bab ini akan dibahas mengenai cara kerja alat secara garis besar. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemahaman tentang cara kerja masing-masing *hardware* dan rangkaian, karena dalam pembuatan alat atau sistem maka semua rangkaian saling terhubung dan saling mempengaruhi kinerja. Blok diagram di bawah merupakan garis besar tentang cara kerja alat.



Gambar 3.1. blok diagram rancang bangun penyusun botol, pengisian botol, dan panutupan botol otomatis berbasis PLC

Berdasarkan gambar blok diagram di atas, maka dapat dijelaskan cara kerja dari rancang bangun sistem pengisi botol otomatis. Sebelum botol memasuki konveyor, botol terlebih dahulu disimpan kedalam penyimpanan botol, ketika program diaktifkan botol pertama akan terdorong keatas konveyor, ketika botol

menyentuh limit switch maka motor akan berhenti kemudian solenoid valve akan terbuka, dan air teh akan mengisi botol yang tepat dibawah solenoid, ketika volume air menyentuh sensor optocoupler, maka sensor akan mengirimkan sinyal tegangan ke pada PLC sehingga PLC akan melakukan penutupan solenoid valve dan menggerakan kembali Motor DC.

Ketika botol menyentuh limit switch yang ke dua motor akan berhenti kembali, dan botol akan memasuki proses penutupan botol dengan menggunakan pneumatik, botol akan kembali berjalan setelah menerima input dari sensor optocoupler.

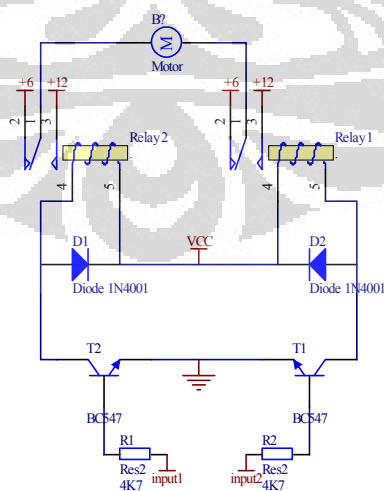
PLC disini akan mengatur semua proses yang akan berlangsung, mulai dari pendeteksian botol, pengisian cairan, penutup botol dan pemberhentian motor, dengan kata lain PLC adalah otak dari rancang bangun sistem pengisi botol otomatis ini.

3.2 Rancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras pada sistem ini terdiri dari beberapa bagian yaitu modul konveyor, modul sensor, modul limit switch, dan modul solenoid valve.

3.2.1 Modul Motor DC

Motor dc digunakan untuk menggerakan konveyor, agar bisa mengendalikan kecepatan motor, diperlukan suatu rangkaian driver motor,

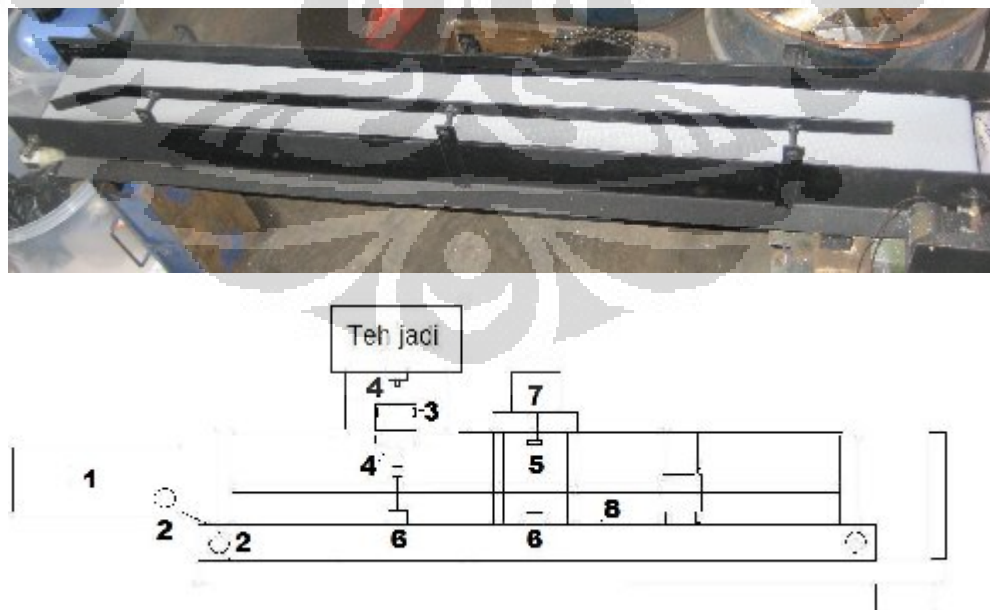


Gambar 3.2. Rangkain *Driver Motor DC*

rangkaian *driver motor* dc diatas menggunakan relay dan transistor. Pada bagian input relay dihubungkan ke PLC sehingga untuk menggerakkan motor dilakukan dengan memberikan logika *high* atau *low* pada kaki input tersebut. Putaran motor tergantung dari input yang diberikan oleh PLC. Rangkaian *driver motor* dc berfungsi untuk mengendalikan gerakan dengan input yang berasal dari PLC. Banyak rangkaian lain untuk mengendalikan motor salah satunya adalah dengan menggunakan transistor dan relay, IC L293, namun pada kesempatan kali ini penulis menggunakan relay dan transistor sebagai *driver motor*.

3.2.2 Modul Konveyor

Pada perancangan konveyor ini, motor dc akan menjalankan konveyor, agar konveyor dapat berjalan dengan baik pada motor dc di tambahkan gear box. Arah gerak konveyor selalu satu arah yaitu bergerak secara horizontal. Pada konveyor ini nantinya dipasangkan sebuah sensor optocoupler, sebuah tabung pengisi cairan dan sebuah penutup botol, dan limit switch. Untuk catu daya konveyor ini dihubungkan langsung oleh sumber tegangan DC 24 Volt yang dapat di ON/OFF kan dengan mengontrol dari PLC. Gambar di bawah ini gambar dan ilustrasi dari rancangan konveyor.



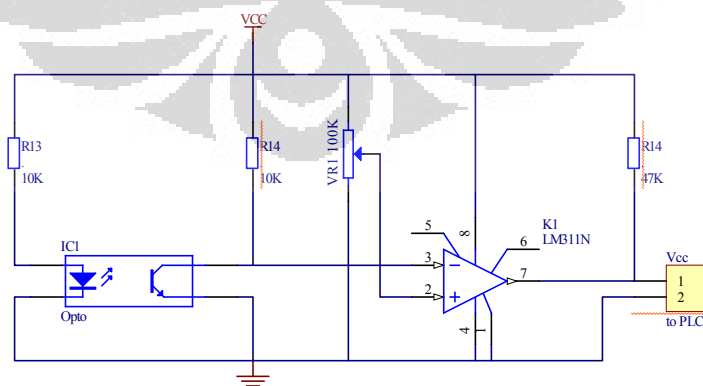
Gambar 3.3. Ilustrasi Konveyor tampak depan

Keterangan :

- 1 = Tempat penyimpanan atau pengumpanan botol
- 2 = Motor penggerak (Motor DC)
- 3 = Sensor optocoupler pada tabung sementara
- 4 = Selenoid Valve
- 5 = Pneumatik
- 6 = *Limit switch*
- 7 = Tempat penyimpanan tutup botol
- 8 = Belt konveyor

3.2.3 Modul Sensor

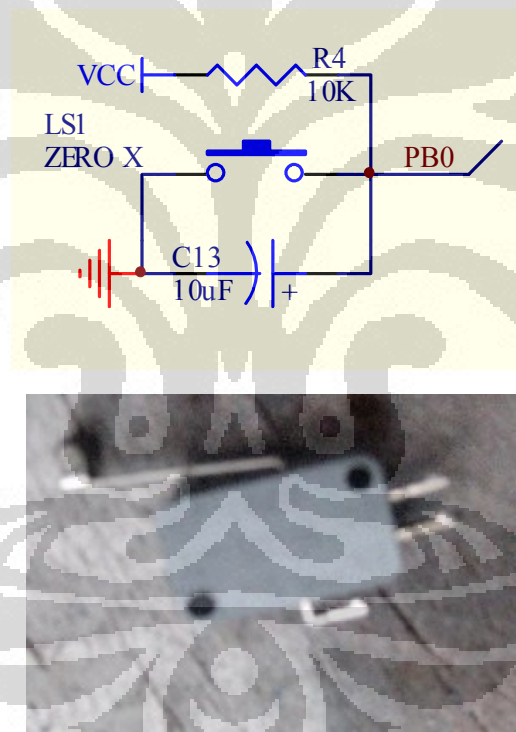
Sensor level yang digunakan adalah Optocoupler, dimana sensor ini berfungsi untuk mendeteksi level cairan pada tabung sementara. Ketika sensor ini terhalang air maka akan terjadi perubahan tegangan, perubahan tegangan ini yang akan digunakan sebagai acuan bagi PLC. Pada gambar 3.4 vcc akan diberikan tegangan sebesar 24V, dan keluaran akan dihubungkan dengan input PLC. Penulis menggunakan rangkain komparator dengan menggunakan IC LM311, IC ini akan membandingkan tegangan pada transistor dengan Vcc, ketika sensor tidak terhalang maka transistor akan menjadi aktif, sehingga tegangan akan langsung jatuh ke kaki 3 IC LM311 dan dibandingkan dengan tegangan ref nya maka output akan bernilai 24 V, sebaliknya bila terhalang maka keluaran dari rangkaian ini akan bernilai 0V.



Gambar 3.4. Rangkaian Sensor Optocoupler

3.2.4 Modul Limit Switch

Sedangkan untuk mendeteksi keberadaan botol itu digunakan *limit switch*. *Limit switch* merupakan salah satu jenis sensor yang bersifat diskrit. Umumnya *limit switch* digunakan untuk mengetahui ada tidaknya suatu obyek di lokasi tertentu. *Limit switch* akan aktif jika mendapatkan sentuhan atau tekanan dari suatu benda fisik. Jenis *limit switch* yang penulis gunakan adalah jenis *roller*, Bila *limit switch* tidak tersentuh maka VCC akan mengalir langsung ke GND melewati kapasitor sehingga membuat pengisian kapasitor, yang setelah jenuh akan membuat VCC langsung mengalir ke pin. Tetapi bila tertekan, maka semua VCC akan mengalir ke GND sehingga membuat pin menjadi logika rendah.

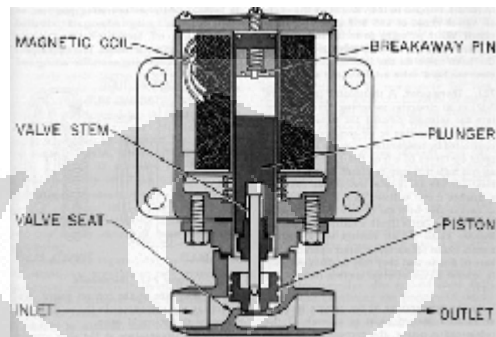


Gambar 3.5. Rangkaian dan bentuk fisik limit switch yang digunakan

3.2.5 Modul Solenoid Valve

Air teh akan tertampung pada tabung yang telah disiapkan, pada proses pengisian air dari tabung air teh jadi ke tabung air sementara dan dari tabung air sementara kedalam botol menggunakan solenoid valve, solenoid valve sendiri akan merubah energy elektrik menjadi energy mekanik, solenoid ini akan langsung

terhubung dengan PLC, dimana logika 1 adalah perintah untuk mengaktifkan kondisi solenoid valve atau solenoid valve akan terbuka, sedangkan kondisi 0 akan menonaktifkan solenoid valve atau solenoid valve akan tertutup. Gambar 3.6 menunjukkan rangkaian solenoid valve.



Gambar 3.6. Rangkaian solenoid valve

3.2.6 Modul Pneumatik

Pada silinder kerja ganda, gerak *outsroke* dan *instroke* digunakan sebagai langkah kerja. Pada umumnya silinder kerja ganda digunakan untuk mengangkat, menurunkan, dan menggeser masuk atau keluar



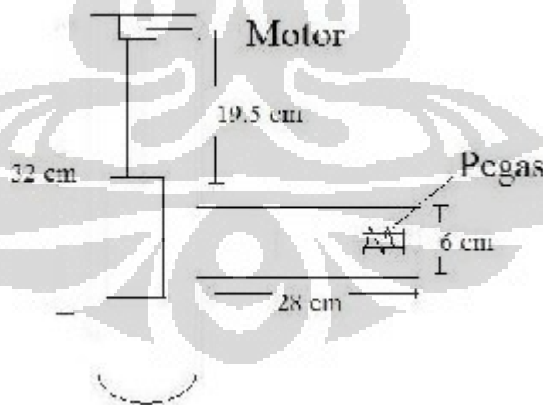
Gambar 3.7. Pnematik dengan *double acting cylinder*

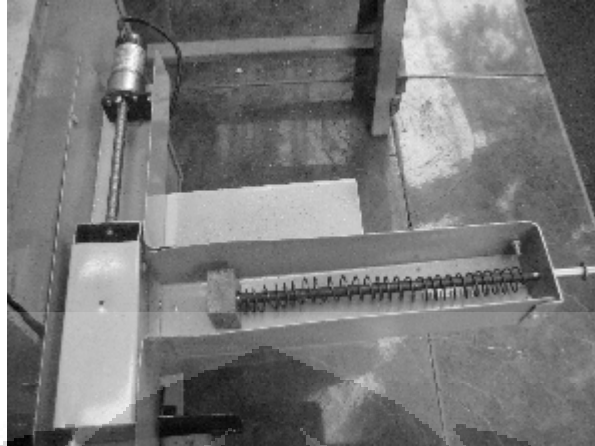
secon akan menyalakan *switch* K5. *Switch* K5 akan menyalakan solenoid Y5 dan membuat silinder 2 *instroke*. Setelah solenoid Y5 on, maka relay K9 akan menyala dan membuat *switch* K9 terputus. *Switch* K5 juga menyalakan relay K6 dengan *on-delay* dan setelah 2 secon akan membuat *switch* K6 terhubung. *Switch* K6 akan menyalakan solenoid Y4 dan membuat silinder 1 *instroke*. Ketika solenoid Y4 on, relay K7 dan membuat *switch* K7 terputus.

Pada rangkaian diatas terdapat rangkaian yang berfungsi sebagai *latching*, rangkaian ini akan bekerja ketika tombol start ditekan maka relay K1 akan menyala, lalu *switch* K1 akan menyalakan relay K2, maka *switch* K2 yang berada diatasnya akan terhubung. Jika tombol start terputus maka relay K1 akan mati, dan *switch* K1 akan terputus, tetapi relay K2 akan tetap menyala karena *switch* K2 tetap terhubung. Rangkaian ini berfungsi sebagai pengaman.

3.2.7 Konstruksi Mekanik Pengumpan Botol

Rangka pengumpan botol terbuat besi, sebuah motor dc dipasang dibagian atas (lihat gambar 3.9) motor digunakan untuk mendorong botol ke konveyor, pada sisi samping dipasang pegas agar botol terdorong kedepan ketika botol yang didepannya sudah didorong oleh motor dc.

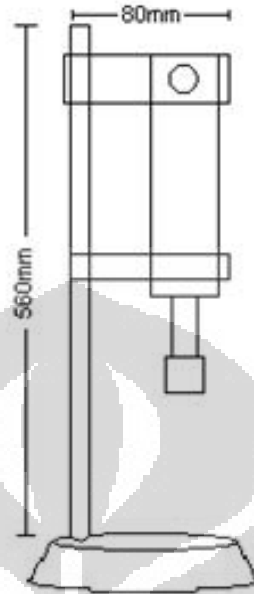




Gambar 3.9. Konstruksi Pengumpan Botol

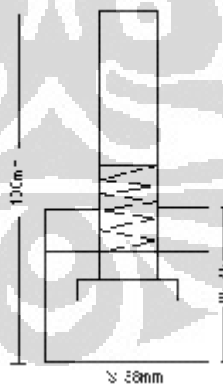
3.2.8 Konstruksi Mekanik Penutup Botol

Rangka penutup botol juga terbuat besi, silinder terpasang pada sebatang pipa besi dan diberi plat besi. Hal ini dilakukan agar rangka kokoh dan dapat menahan tekanan yang besar ketika silinder sedang menutup. Silinder yang digunakan memiliki panjang outside 100 mm dan memiliki diameter 40 mm. Dalam melakukan penutupan botol perlu memiliki diameter yang cukup besar karena dalam penutupan botol diperlukan tekanan yang besar, karena P (tekanan) sebanding dengan F (gaya) maka gaya yang dibutuhkan juga besar.



Gambar 3.10. Rangka Penutup Botol

Pada bagian tengah diberi per seperti pada gambar 3.11, hal ini bertujuan agar setelah tutup botol dipress, maka mangkuk untuk pengepress kembali ke atas.



Gambar 3.11. Mangkuk Pengepress

3.2.9 Modul PLC Omron

1. Tegangan sumber eksternal

PLC	: 24VDC
Modul output	: 24VDC, ± 12 VDC, 5VDC

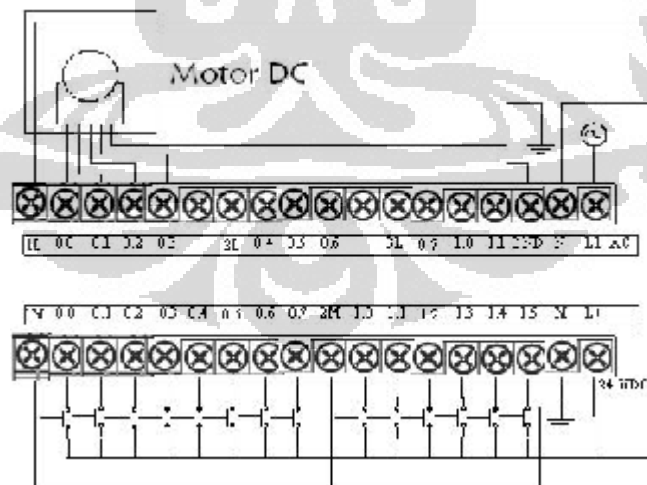
2. Dimensi

Panjang	: 120 cm
Lebar	: 80 cm
Tinggi	: 35 cm

3. PLC

Type	: PLC Omron
Tegangan sumber	:
- Input	: 0-24 Vdc/4-10mA
- Output	: Kontak relay
Input/Output	: 18 input 12 output kontak relay
Kabel RS232	

Contoh wiring modul pengisian dan penutupan botol pada PLC Omron dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini.

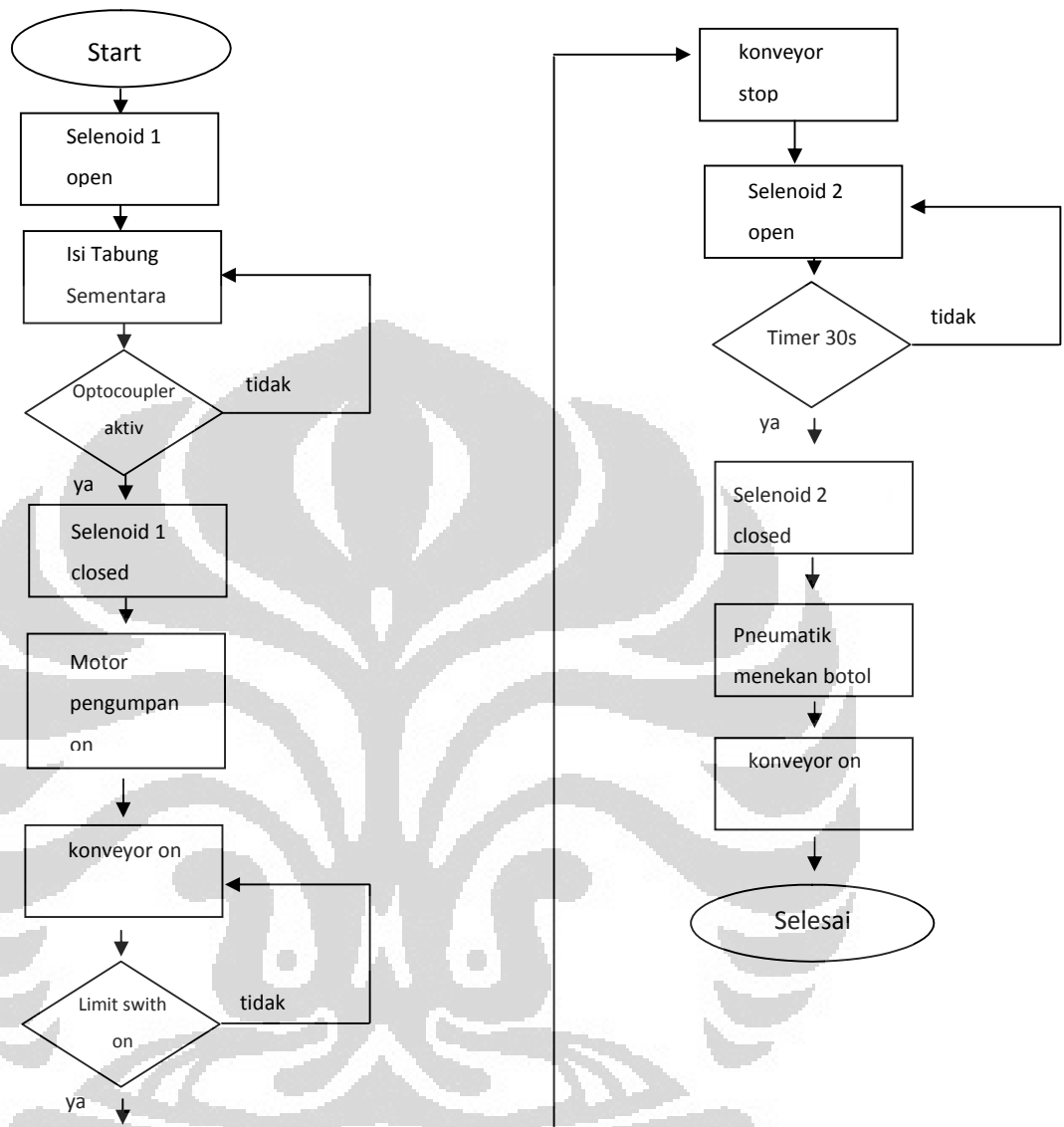


Gambar 3.13. Wiring modul Motor DC pada PLC Omron

Pada gambar diatas, menjelaskan bahwa sambungan motor melalui driver motor akan dihubungkan ke output PLC, satu kaki dihubungkan ke ground satunya dihubungkan ke Vcc, sehingga sumber tegangan didapat dari PLC sebesar 24 V, untuk pengkabelan solenoid valve pun seperti pada gambar, dengan menghubungkan kabel tegangan dan ground pada PLC, untuk pengkabelan sensor dan limit switch, kaki output (data) limit switch dan sensor level dihubungkan ke input dari PLC, sehingga PLC akan mendapat input dari sensor level dan limit switch untuk mengetahui level air dan posisi botol, sehingga PLC dapat memberikan perintah kepada motor dan solenoid valve untuk menonaktifkan atau mengaktifkan solenoid atau motor berdasarkan input dari kedua input tersebut.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada rancang bangun pengumpan, pengisian, dan pentupan botol berbasis PLC ini, penulis menggunakan software bawaan dari omron, Untuk mempermudah pembuatan program pada alat ini maka diagram alir (*flowchart*), diagram alir ini akan menggambarkan secara umum tentang program yang akan dibuat penulis. Dua buah input disambungkan ke PLC yaitu, input dari sensor level dan limit switch, sedangkan solenoid dan motor dihubungkan pada output PLC.



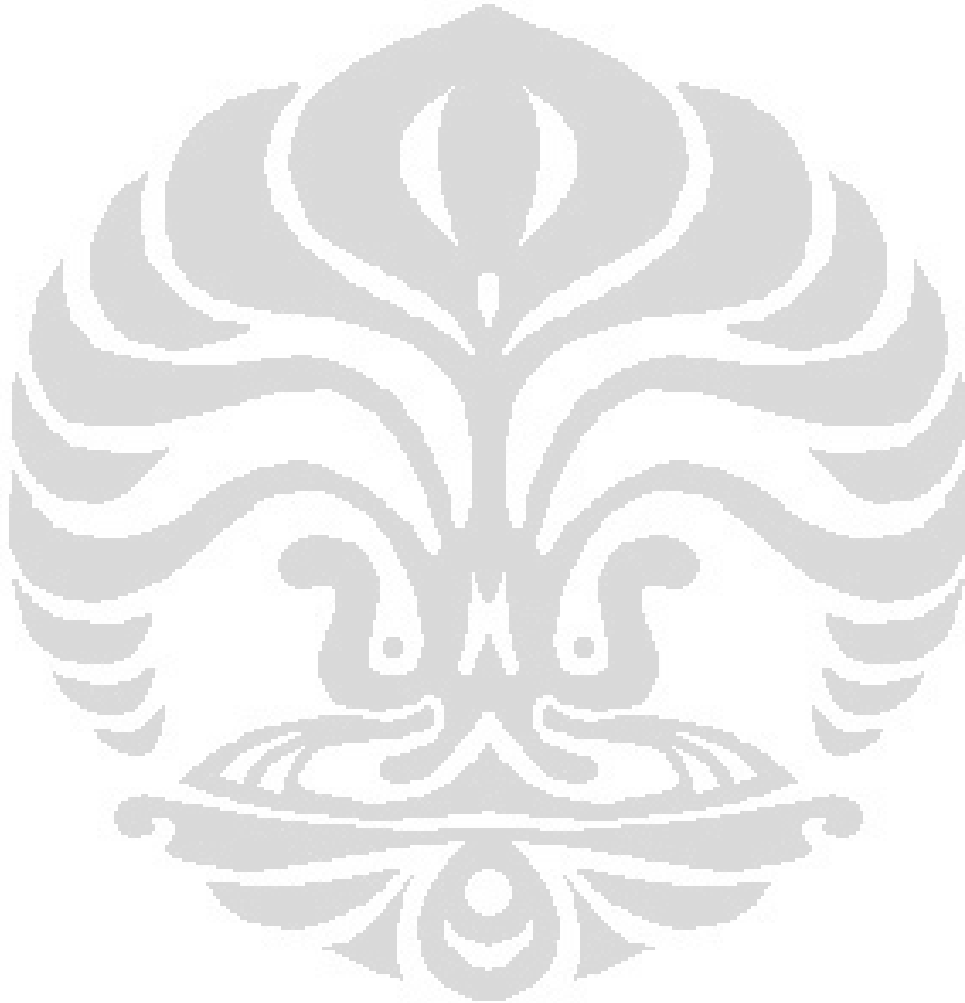
Gambar 3.6. *Flow chart* program penyusun, pengisian dan penutupan botol

Pada flow chart di gambar 3.6, program utama, mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Mulai, menjalankan program dan mengaktifkan perintah-perintah.
2. Solenoid valve terbuka, solenoid akan terbuka dan air pada tabung teh jadi akan mengalir mengisi air pada tabung sementara.

3. Optocoupler aktif, ketika air menyentuh optocoupler maka kondisi sudah terpenuhi, dan akan memerintahkan solenoid valve untuk menutup kembali, jika belum maka solenoid akan terus terbuka.
4. Solenoid tertutup, solenoid akan tertutup ketika mendapat input high dari optocoupler.
5. Motor pengumpan on, setelah solenoid tertutup maka PLC akan memerintahkan untuk menggerakkan motor dc pada pengumpan botol, untuk mendorong botol jatuh keatas konveyor.
6. Konveyor on, konveyor akan bergerak ketika kondisi diatas terpenuhi, dan kemudian PLC akan memberikan tegangan ke motor dc, sehingga konveyor bergerak untuk mengantarkan botol.
7. Limit switch on, ketika limit switch tersentuh maka kondisinya berubah menjadi high, kondisi ini menjadi masukan ke PLC untuk mengaktifkan kondisi selanjutnya, dan apa bila tidak tersentuh maka konveyor akan terus bergerak.
8. Konveyor stop, ketika mendapat input high dari limit switch konveyor akan berhenti, dimana PLC tidak akan memberikan tegangan ke pada motor dc, sehingga konveyor akan berhenti.
9. Solenoid valve 2 open, ketika botol mengenai limit switch maka solenoid pada tabung sementara akan terbuka, dan akan mengisi botol yang terletak di bawah solenoid valve.
10. Timer 20, PLC akan menghitung waktu sebanyak 20 s untuk pengisian, waktu tersebut sudah dicoba oleh penulis untuk mengisi botol sehingga botol tersebut terisi air sebanyak 190 ml, percobaan dilakukan dengan system *try and error*, sehingga didapatkan angka tersebut.
11. Solenoid valve 2 closed, solenoid tertutup karena kondisi sudah terpenuhi, yaitu apabila counting telah terpenuhi, maka solenoid valve akan tertutup, atau PLC akan memberikan logika 0 kepada solenoid valve.
12. Pneumatik on, ketika botol menyentuh limit switch berikutnya, maka PLC akan memberikan logika 1 kepada pneumatic, dan pneumatic akan melakukan proses penutupan botol.

13. Konveyor on, PLC akan memberikan logika 1 kepada motor dc sehingga konveyor kembali berjalan, pemberian logika 1 akan terpebuhi apabila proses pengisian dan penutupan botol telah selesai, kedua proses tersebut membutuhkan waktu yang lebih cepat dari timer yang diberikan.



BAB 4

UJI COBA, HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuktikan alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik atau tidak, maka perlu diadakan pengujian untuk mendapatkan beberapa data yang akan dijadikan bukti.

4.1 Hasil Pengamatan

- Ketika saklar on pada PLC ditekan maka proses akan dimulai, setiap komponen diberikan tegangan 24 volt.
- Proses pertama ketika saklar dimulai adalah mengisi air teh pada tabung sementara, ketika air menyentuh sensor level maka, maka sensor akan memberikan logika rendah (0) dan PLC akan memberikan perintah untuk menutup valve pada tabung utama.
- Ketika botol terdeteksi oleh limit switch (logika 0) maka PLC akan memerintahkan konveyor berhenti dan melakukan proses pengisian atau penutupan botol, proses pengisian dan penutupan botol menggunakan waktu (timer) yang telah di tentukan. Setelah timer selesai menghitung maka PLC akan menggerakkan konveyor kembali.
- Proses penutupan botol menggunakan Pneumatik, ketika botol menyentuh limit switch maka PLC akan memerintahkan solenoid valve memberikan angin ke katup outstroke sehingga piston akan terdorong kedepan, dan kemudian solenoid valve akan mengeluarkan angin pada katup lainnya sehingga piston akan bergerak mundur, ketika timer telah selesai maka konveyor akan kembali bergerak untuk melakukan proses berikutnya.

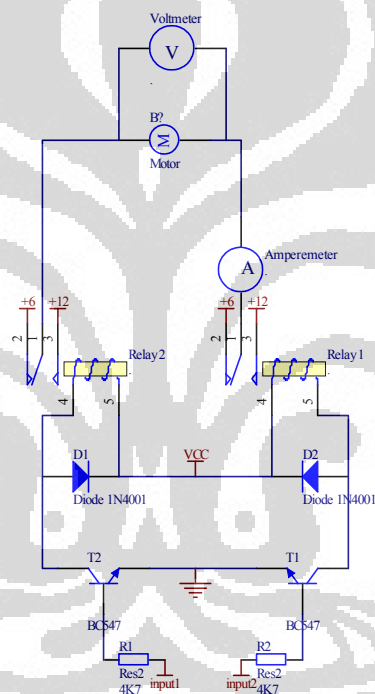
4.2 Data Perangkat Keras

4.2.1 Data Motor DC

Data motor diambil dengan cara mengukur besarnya tegangan dan arus yang mengalir pada motor dengan menggunakan multi tester, data diambil sebanyak 5 kali.

Tabel 4.1. Data pengamatan motor DC

Pengukuran	Kondisi Tidak Aktif		Kondisi Aktif	
	V (Volt)	I (mA)	V (Volt)	I (mA)
1	0.0001	0	25.5	6.1
2	0.0002	0	23.9	5.87
3	0.0004	0	24.13	5.02
4	0.0003	0	24.42	5.15
5	0.0002	0	24.33	5.23

**Gambar 4.1.** Pengukuran tegangan dan arus pada motor dc

kondisi aktif dimana motor diberi tegangan oleh PLC dan kondisi tidak aktif dimana motor tidak diberi tegangan oleh PLC. Gambar 4.1 menjelaskan bagaimana penulis melakukan pengukuran arus dan tegangan pada motor, dengan memparalelkan multi pada motor maka akan didapatkan tegangan pada motor dan menserikan multi pada motor untuk mendapatkan arus. Data yang didapat menunjukkan bahwa tegangan motor stabil, dan masih dalam ambang yang ditoleransi untuk masing-masing kondisi, yaitu kondisi dimana dalam keadaan aktif motor harus mendapatkan tegangan ± 24 V (22 V, 23 V, atau 24 V),

sedangkan untuk kondisi tidak aktif motor tidak akan mendapat tegangan, atau tegangan yang terukur harus ± 0 V (0 V, 1 V atau 2 V), karena kondisi tidak mutlak sehingga besarnya tegangan berkisar yang ditentukan.

4.2.2 Data Konveyor

Data konveyor diambil dengan cara menghitung kecepatan motor, dengan jarak (s) yang telah ditentukan yaitu dari proses jatuhnya botol dari tempat penyimpanan botol ke konveyor sampai pada limit switch di proses pengisian air kedalam botol, yaitu sejauh 24 cm (0.24 m), kemudian dihitung waktu tempuhnya (t), maka akan didapatkan kecepatan konveyor (v) dengan menggunakan persamaan:

$$v = s / t \dots\dots\dots 4.1$$

dimana:

v adalah kecepatan konveyor, meter/second (m/s)

s adalah jarak tempuh botol (m)

t waktu tempuh botol (s)

Tabel 4.2. Data pengamatan konveyor

Pengukuran	Waktu Tempuh (s)	Kecepatan Konveyor (m/s)
1	10.03	0.023928
2	10.00	0.024
3	10.02	0.023952
4	10.00	0.024
5	10.01	0.023976

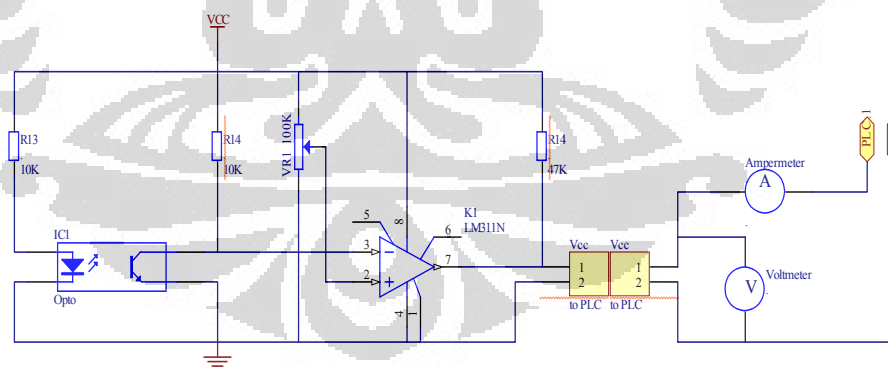
pada data yang diambil, kecepatan konveyor konstan dan tidak banyak terjadi perubahan kecepatan, hal ini dikarenakan konveyor menggunakan jenis sabuk karet sehingga gesekan yang ditimbulkan tidak besar.

4.2.3 Data Sensor

Data sensor optocoupler diambil pada keadaan aktif dan tidak aktif, dimana keadaan aktif adalah ketika kaki basis pada transistor terkena atau menangkap sinar yang dipancarkan oleh LED, pada keadaan ini akan diukur tegangan pada kaki output dan juga mengukur arus yang keluar, penulis juga mengukur tegangan dan arus yang mengalir pada output dalam keadaan aktif, dimana sensor (kaki basis) terhalang oleh air sehingga cahaya pada LED. Dan dalam keadaan tidak aktif dimana sensor tidak tersentuh oleh air. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali, karena penulis menggagap cukup.

Tabel 4.3. Data pengamatan optocoupler

Pengukuran	Kondisi Tidak Aktif		Kondisi Aktif	
	V (Volt)	I (mA)	V (Volt)	I (mA)
1	24.13	5.08	0.002	0
2	24.15	5.09	0.003	0
3	24.38	5.10	0.003	0
4	25.11	5.97	0.004	0
5	23.8	4.88	0.001	0



Gambar 4.2. Pengukuran tegangan dan arus pada keluaran sensor optocoupler

pada data yang diambil terlihat tegangan pada saat aktif dan tidak aktif cukup stabil, tidak ada perubahan tegangan atau arus yang menonjol, semua perubahan dalam orde yang kecil, gambar 4.2 terlihat cara pengukuran yang dilakukan oleh

penulis, pengukuran dilakukan pada kaki output rangkaian, tujuannya agar tegangan dan arus yang masuk ke PLC tepat sehingga dapat dibaca oleh PLC.

4.2.4 Data Limit Switch

Data limit switch diambil dengan cara mengukur besarnya tegangan dan arus yang mengalir pada limit switch dengan menggunakan multi tester, dengan ground di hubungkan ke ground dan untuk mengukur tegangan di tempatkan di kaki data, data diambil sebanyak 5 kali.

Tabel 4.4. Data pengamatan limit switch

Pengukuran	Kondisi Tidak Aftiv		Kondisi Aktif	
	V (Volt)	I (mA)	V (Volt)	I (mA)
1	24.02	4.02	0.002	0
2	23.58	4.01	0.002	0
3	24.19	5.01	0.001	0
4	23.88	4.02	0.003	0
5	25.28	5.22	0.000	0

kondisi aktif dimana limit switch tidak tersentuh oleh benda atau botol, sedangkan kondisi tidak aktif dimana limit switch tersentuh oleh botol yang melintas. Pada data yang penulis ambil, terlihat tegangan dan arus yang mengalir cukup konstan dengan perubahan yang sangat kecil.

4.2.5 Data Solenoid Valve

Data solenoid valve diambil dengan cara mengukur besarnya tegangan dan arus yang mengalir pada solenoid valve dengan menggunakan multi tester, data diambil sebanyak 5 kali.kondisi aktif dimana solenoid dalam keadaan terbuka dan diberikan tegangan oleh PLC, sedangkan keadaan tidak aktif dimana solenoid dalam keadaan tertutup dan tidak mendapat supply dari PLC.

Tabel 4.5. Data pengamatan solenoid valve

Pengukuran	Kondisi Tidak Aftiv		Kondisi Aktif	
	V (Volt)	I (mA)	V (Volt)	I (mA)
1	0.001	0	23.8	5.01
2	0.003	0	24.23	5.56
3	0.002	0	24.01	4.8
4	0.001	0	24.25	5.33
5	0.003	0	23.52	5.80

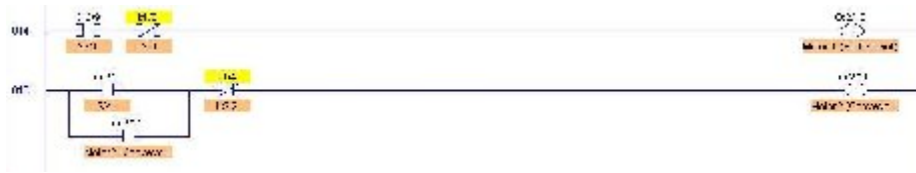
4.3 Hasil Pengamatan Perangkat Lunak

Pengambilan data perangkat lunak ini untuk membuktikan bahwa setiap perintah pada program berjalan sesuai dengan konsep kerja dari instrumen yang penulis buat.

Gambar 4.3 ketika saklar dan sensor level diserikan yang berarti dalam PLC adalah di AND kan, pada sensor diberikan aktiv low, apabila terpenuhi kedua input tersebut maka solenoid valve 1 akan terbuka, program berjalan untuk menagktifkan solenoid valve pada tabung teh jadi, sehingga air mengisi tabung sementara, ketika air menyentuh sensor maka, sensor akan memberikan input kepada PLC sehingga PLC akan menutup solenoid valve tersebut, program ini berhasil, dan data dapat dilihat pada tabel pengukuran limit switch.

**Gambar 4.3.** Diagram ladder untuk pengisian air teh kedalam tabung sementara

Sedangkan pada gambar 4.4 merupakan diagram ladder untuk menjalankan motor pada pengumpanan botol, sehingga motor akan terdorong ke konveyor utama, diagram ladder pada gambar 4.4 juga untuk mengaktifkan motor pada konveyor, sehingga motor menggerakkan konveyor, program ini berhasil berjalan, data motor dan konveyor sudah dijelaskan pada tabel 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.4. Diagram ladder untuk menggerakkan motor dc pada pengumpan botol

Pada gambar 4.5 menjelaskan diagram ladder untuk mengaktifkan pengisian air teh kedalam botol, LS 2 di OR kan dengan SV 2 dengan tujuan untuk mengunci solenoid valve agar tidak langsung menutup valve ketika valve aktif, kemudian rangkaian OR LS 2 dan SV2 di AND kan dengan output 0:2/13 dan akan menggerakkan output yaitu mengaktifkan solenoid valve, solenoid valve ini akan aktif ketika botol menyentuh *limit switch*. Solenoid valve diberikan timer selama 30s, ketika sudah 30s solenoid akan tertutup.



Gambar 4.5. Diagram ladder untuk mengisi air ke botol

Gambar 4.6 menjelaskan diagram ladder untuk menjalankan perintah penutupan botol, 0:20 menggambarkan limit switch dan output 0:30 (normally close) diseriikan, apabila kedua input tersebut aktif maka pneumatic akan bergerak, pneumatic akan menekan botol dengan delay 30s.



Gambar 4.6. Diagram ladder untuk menutup botol

4.4 Data Keseluruhan

Data keseluruhan ini berupa data hasil pengisian dan pentutupan botol pada instrumen yang penulis buat, pengambilan data dilakukan Selama proses berjalan

Pengujian dan pengambilan data di lakukan sebanyak 5 kali dengan air yang tertampung akan diukur menggunakan gelas ukur. Setelah melakukan pengujian didapatkan data seperti berikut ini.

Tabel 4.5. Data Percobaan Pengisian Botol

Percobaan ke	Waktu Pengisian	Volume yang tertampung
1	30 detik	190 ml
2	30 detik	190 ml
3	30 detik	190 ml
4	30 detik	190 ml
5	30 detik	190 ml

Kemudian dilakukan pengambilan data pada proses penutupan botol, yang datanya sebagai berikut:

Tabel 4.6. Data Percobaan Penutupan Botol

Percobaan ke	Waktu Penutupan	Hasil Penutupan
1	8 detik	Tertutup
2	8 detik	Tertutup
3	8 detik	Tertutup
4	8 detik	Tertutup
5	8 detik	Tertutup

Kondisi bagus, adalah kondisi dimana hasil penutupan menempel pada ujung botol, dan air tidak tumpah atau keluar dari botol yang terisi.

Pada data diatas dapat dijelaskan bahwa alat bekerja dengan baik dan tidak ada error sistem, untuk lima pengambilan data, semuanya menunjukkan akurasi dan presesi yang tinggi. Percobaan diatas hanya terbatas pada botol dengan 190ml, akan berubah apabila botolnya diganti dengan yang lebih besar kapasitasnya, namun untuk penutupan hasilnya akan sama, karena menggunakan objek dan cara yang sama.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada sistem ini penentuan level air menggunakan sensor optocoupler, penggunaan sensor optocoupler lebih presisi dibandingkan dengan menggunakan timer.
2. Gerak arah motor DC dapat diubah hanya dengan menggunakan rangkaian transistor.
3. Penggunaan PLC memudahkan perancangan sistem karena menggunakan logika 0 dan 1, dan dikembangkan lebih jauh dengan menggunakan DCS seperti yang telah banyak diterapkan didunia industri.

5.2 Saran

1. Mengganti belt konveyor dengan menggunakan belt yang dapat memegang leher botol, sehingga posisi botol persisi dan memiliki peluang yang kecil untuk terjatuh.
2. Pengembangan sistem pengontrolan instrumen dengan menggunakan internet sehingga alat dapat dikontrol pada jarak jauh.
3. Mengganti model penampungan botol dengan yang lebih besar sehingga dapat menyimpan botol lebih banyak.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Seborg, Dale E., “Process Dynamics And Control”, John Wiley & Sons Inc, 1989.
- [2]. Stenerson, Jon. “Fundamentals of PLC, Sensors, and Communications”. Prentice Hall, 2004.
- [3]. Hackworth, John R. Hackworth, Frederick D. “PLC – Programming Methods & Applications”. Pearson Education Inc, 2004.
- [4]. Bolton. William. “Programmable Logic Control (PLC) Sebuah Pengantar ED.3”. Gramedia, 2007.

