



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**JUDUL**

**SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI  
PINTU AIR**

**TUGAS AKHIR**

**NAMA : MIRZA WINASIS PRABOWO**

**NIM : L0E 009014**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2012**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : MIRZA WINASIS PRABOWO

NIM : LOE 009014

Tanda Tangan :

Tanggal : NOVEMBER 2012



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS TEKNIK**

**TUGAS PROYEK AKHIR**

**No. : / V / PA / DIII TM / 2012**

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

Nama : MIRZA WINASIS PRABOWO

NIM : LOE 009010

Judul Proyek Akhir :

“SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI  
PINTU AIR”

Isi Tugas :

1. Merencanakan aplikasi elektropneumatik dengan kendali PLC.
2. Membuat rangkaian elektropneumatik dari aplikasi PLC serta penentuan komponen-komponennya.
3. Pemrograman PLC dari aplikasi yang telah dibuat.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini, dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Ketua PSD III Teknik Mesin

Semarang, 1 September 2012  
Dosen Pembimbing

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

Tembusan :

- Koordinator Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

## **HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul : ” Simulasi Aplikasi Elektro Pneumatik dan PLC Sebagai Kendali Pintu Air” yang telah disusun oleh :

Nama : MIRZA WINASIS PRABOWO  
NIM : LOE 009014  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 19 November 2012

Ketua PSD III Teknik Mesin  
FT Universitas Diponegoro

Semarang, 19 November 2012  
Dosen Pembimbing

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : MIRZA WINASIS PRABOWO

NIM : LOE 009014

Jurusan/Program Studi : DIPLOMA III TEKNIK MESIN

Judul Tugas Akhir :

“SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI  
PINTU AIR”

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

		Ttd.
Pembimbing	: Ir. Sutomo, M.Si.	( ..... )
Penguji	: Drs. Juli Mrihardjono, MT.	( ..... )
Penguji	: Didik Ariwibowo, ST.MT.	( ..... )

Semarang, November 2012  
Ketua PSD III Teknik Mesin

Ir. Sutomo, M.Si.  
NIP. 195203211987031001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MIRZA WINASIS PRABOWO  
NIM : LOE 009014  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

### **SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI PINTU AIR**

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/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 : Semarang  
Pada Tanggal : November 2012  
Yang menyatakan

( Mirza Winasis Prabowo )

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

1. Jangan lupa untuk selalu bersyukur atas apa yang telah kita dapat dari Tuhan.
2. Jadilah orang yang dikenal kebaikan dan ketulusan hatinya
3. Niat, usaha, dan doa adalah suatu jalan dalam meraih kesuksesan.
4. Jika sudah bergerak maju jangan pernah berpikir untuk melihat ke belakang dan mundur.
5. Ilmu bisa didapatkan darimana saja selagi kita ada niat untuk selalu belajar.

### Persembahan :

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan.
2. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberikan kepercayaan dan dukungan secara moril dan materiil kepada penulis.
3. Bapak Ir. Sutomo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Program Studi Diploma III Teknik Mesin sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Rifki Hermana, ST., I.P., selaku koordinator Dosen Pembimbing Tugas Akhir
5. Bapak Seno Darmanto, ST.MT., selaku Dosen Wali.
6. Bapak/Ibu Dosen yang telah senantiasa memberikan ilmu kepada penulis.
7. Para Teknisi yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir.
8. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat.
9. Keluarga Besar Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Penulis merasa banyak mendapat saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Ir. H. Zainal Abidin, MS., selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Sutomo, M.Si., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Rifki Hermana, ST., I.P., selaku koordinator Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Seno Darmanto, ST.MT., selaku Dosen Wali.
5. Dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan.
6. Jurusan Mekatronika SMK N 7

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, November 2012

Penulis

## **ABSTRAKSI**

### ***SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI PINTU AIR***

*Programmable Logic Controller adalah suatu peralatan elektronika yang bekerja secara digital memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti logika, timing, dan counting untuk mengontrol berbagai jenis mesin melalui modul input – output analog atau digital.*

*Tugas akhir ini adalah pemanfaatan teknologi PLC OMRON SYSMAC CP1E 20 I/O dan elektropneumatik sebagai simulator untuk mengotomasi gerakan membuka dan menutup pintu air. Inputnya berupa saklar push button, sementara outputnya berupa katup solenoid. PLC disini berfungsi sebagai kontroler yang mengolah input dan output.*

*Pengujian atau simulasi Tugas Akhir ini dilakukan dengan menggunakan alat peraga elektropneumatik - PLC . Hasil dari simulasi ini adalah PLC berhasil mengontrol pergerakan pintu air dengan ukuran tinggi 1,5m, lebar 1,5m, dan tebal 10cm dengan penggerak silinder aktuator double acting berdiameter 250mm. Sedangkan daya kompresor yang dibutuhkan adalah sebesar 5HP.*

*Kata kunci : Programmable Logic Controller (PLC), pintu air, silinder aktuator.*

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF SIMULATION ELEKTROPNEUMATIK TOOL FIGURE FOR AUTOMATIC WATER DOOR WITH CONTROL PLC**

*Programmable Logic Controller is a device that works in digital electronics has a memory that can be programmed, save the commands to perform specific functions such as logic, timing, and counting to control different types of machines with input modules - analog or digital output.*

*This final testing is the use of technology OMRON SYSMAC CP1E PLC 20 I / O and elektropneumatic as simulator to automate the movement of opening and closing the water door. Input in the form of push button switch, while the output in the form of solenoid valve. PLC were to act as a controller which processes input and output.*

*Final testing or simulation is performed using props elektropneumatik - PLC. The results of these simulation are successful PLC controls the movement of water door with height 1.5m, 1.5m wide and 10cm thick with double acting actuator cylinder drive 250mm diameter. While the required compressor power is 5HP.*

*Keywords: Programmable Logic Controller (PLC), water door, cylinder actuators.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR.....	
HALAMAN PERSETUJUAN .....	
HALAMAN PENGESAHAN .....	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	
KATA PENGANTAR.....	
ABSTRAKSI.....	
DAFTAR ISI .....	
BAB 1 PENDAHULUAN.....	
1.1. Latar Belakang	
1.2. Perumusan Masalah	
1.3. Pembatasan Masalah	
1.4. Alasan Pemilihan Judul	
1.5. Tujuan Tugas Akhir	
1.6. Manfaat Tugas Akhir	
1.7. Metodologi Tugas Akhir	
1.8. Sistematika Penulisan Laporan	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Dasar Teori Pneumatik	
2.2. Dasar Teori Elektro-Pneumatik	
2.3. PLC OMRON SYSMAC CP1E 20 I/O	
BAB III KOMPONEN YANG DIBUTUHKAN DALAM PEMBUATAN SIMULASI PINTU AIR OTOMATIS DENGAN KENDALI PLC	
3.1. Komponen Pneumatik	
3.2. Komponen Elektrik	
BAB IV APLIKASI SIMULASI ALAT PERAGA ELEKTROPNEUMATIK UNTUK PINTU AIR OTOMATIS DENGAN KENDALI PLC	
4.1. Desain Pintu Air dengan Penggerak Silinder Aktuator	
4.2. Diskripsi Kerja	
4.3. Diagram Tangga Pintu Air Otomatis	
4.4. Diskripsi Diagram Tangga	
4.5. Perhitungan Pneumatik	
4.6. Pemrograman PLC	
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	
5.2. Saran	
DAFTAR PUSTAKA	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri dewasa ini, khususnya dunia industri di negara kita, berjalan amat pesat seiring dengan meluasnya jenis produk-produk industri, mulai dari apa yang digolongkan sebagai industri hulu sampai dengan industri hilir. Kompleksitas pengolahan bahan mentah menjadi bahan baku, yang berproses baik secara fisika maupun secara kimia, telah memacu manusia untuk selalu meningkatkan dan memperbaiki kinerja kerja sistem yang mendukung proses tersebut, agar semakin produktif dan efisien. Salah satu yang menjadi perhatian utama dalam hal ini ialah penggunaan sistem pengendalian proses industri (sistem kontrol industri).

Dalam era industri modern, sistem kontrol proses industri biasanya merujuk pada otomatisasi sistem kontrol yang digunakan. Sistem kontrol industri dimana peranan manusia masih amat dominan, misalnya dalam merespon besaran-besaran proses yang diukur oleh sistem kontrol tersebut dengan serangkaian langkah berupa pengaturan panel dan saklar-saklar yang relevan telah banyak digeser dan digantikan oleh sistem kontrol otomatis.

Sebabnya jelas mengacu pada faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri itu sendiri, misalnya faktor *human error* dan tingkat keunggulan yang ditawarkan sistem kontrol tersebut. Salah satu sistem kontrol yang amat luas pemakaiannya ialah *Programmable Logic Controller (PLC)*. Penerapannya meliputi berbagai jenis industri mulai dari industri rokok, otomotif, petrokimia, kertas, bahkan sampai pada industri tambang, misalnya pada pengendalian turbin gas dan unit industri lanjutan hasil pertambangan. Kemudahan transisi dari sistem kontrol sebelumnya (misalnya dari sistem kontrol berbasis relay mekanis) dan kemudahan *trouble-shooting* dalam konfigurasi sistem merupakan dua faktor utama yang mendorong populernya PLC ini..

PLC sendiri merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, dan memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat, dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. PLC menerima masukan dan menghasilkan keluaran sinyal-sinyal listrik untuk mengendalikan suatu sistem. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia yang dikendalikan, sebelum diolah oleh PLC, akan diubah menjadi sinyal listrik baik analog maupun digital, yang merupakan data dasarnya. Karakter proses yang dikendalikan oleh PLC sendiri merupakan proses yang sifatnya bertahap, yakni proses itu berjalan urut untuk mencapai kondisi akhir yang diharapkan. Dengan kata lain proses itu terdiri beberapa subproses, dimana subproses tertentu akan berjalan sesudah subproses sebelumnya terjadi. Istilah umum yang digunakan untuk proses yang berwatak demikian ialah proses sekuensial (*sequential process*). Sebagai perbandingan, sistem kontrol yang populer selain PLC, misalnya *Distributed Control System (DCS)*, mampu menangani proses-proses yang bersifat sekuensial dan juga kontinyu (*continuous process*) serta mencakup *loop* kendali yang relatif banyak.

Salah satu penggunaan PLC dapat digunakan pada pemakaian pneumatik (udara bertekanan) dibidang produksi. Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya. Gerakan mekanik tersebut dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik, motor pneumatik, robot

pneumatik translasi, rotasi maupun gabungan keduanya. Perpaduan dari gerakan mekanik oleh aktuator pneumatik dapat dipadu menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus menerus (*continue*), dan *flexible*.

Penggunaan silinder pneumatik biasanya untuk keperluan antara lain: mencekam benda kerja, mengair benda kerja, memosisikan benda kerja, mengarahkan aliran material ke berbagai arah. Penggunaan secara nyata pada industri antara lain untuk keperluan: membungkus (*verpacken*), mengisi material, mengatur distribusi material, penggerak poros, membuka dan menutup pada pintu, transportasi barang, memutar benda kerja, menumpuk/menyusun material, menahan dan menekan benda kerja. Melalui gerakan rotasi pneumatik dapat digunakan untuk, mengebor, memutar mengencangkan dan mengendorkan mur atau baut, memotong, membentuk profil plat, menguji, proses finishing (gerinda, pasah, dll.).

Pemilihan penggunaan pneumatik sebagai sistim kontrol dalam proses otomasinya, karena pneumatik mempunyai beberapa keunggulan, antara lain:

- a. Mudah memperoleh udara bertekanan
- b. Bersih dari kotoran zat kimia yang merusak peralatan.
- c. Mudah untuk disalurkan pada instalasi rangkaian karena fluidanya adalah udara.
- d. Aman dari bahaya ledakan dan hubungan pendek.
- e. Tidak peka terhadap perubahan suhu.

Berdasarkan kenyataan diatas, maka penulis ingin mengadakan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul “SIMULASI APLIKASI ELEKTRO PNEUMATIK DAN PLC SEBAGAI KENDALI PINTU AIR”

## **1.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan judul dan pembatasan masalah di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mendesain dan membuat diskripsi kerja dari pintu air.
- b. Bagaimana cara merencanakan sistem elektro pneumatik untuk pintu air.
- c. Bagaimana cara merencanakan perhitungan pneumatik untuk pintu air otomatis.
- d. Bagaimana cara pemrograman PLC yang akan digunakan sebagai kendali dari pintu air.

## **1.3. Pembatasan Masalah**

Mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan, sarana dan prasarana serta agar ruang lingkup penelitian lebih sistematis dan terarah, oleh karena itu masalahnya hanya dibatasi untuk perancangan sistem elektro pneumatik, perhitungan, dan pemrograman PLC untuk pintu air otomatis.

## **1.4. Alasan Pemilihan Judul**

Pemilihan judul “Simulasi Aplikasi Elektro Pneumatik dan PLC Sebagai Kendali Pintu Air“ dengan mempertimbangkan beberapa alasan, yaitu:

- a. Pemanfaatan alat peraga elektro pneumatik dan PLC yang telah dibuat.
- b. Pintu air adalah salah satu aplikasi sederhana dari sistem elektro pneumatik dan juga pemrograman PLC.
- c. Mengimplementasikan ilmu dari mata kuliah Pneumatik dan Hidrolik yang telah didapat.

### 1.5. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pembuatan alat peraga ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu tujuan akademis dan tujuan teknis.

#### a. Tujuan Akademis

Tujuan akademis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai syarat kelulusan pada Program Studi Diploma III teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Menerapkan ilmu yang didapat di bangku perkuliahan secara terpadu dan terperinci sehingga berguna bagi perkembangan industri di Indonesia.
3. Melatih dan mengembangkan kreatifitas dalam merancang dan mengemukakan gagasan ilmiah sesuai dengan spesifikasinya secara sistematis.

#### b. Tujuan Teknis

Tujuan teknis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu membuat sistem elektro pneumatik pada pintu air sesuai diskripsi kerja yang telah ditentukan.
2. Mahasiswa mampu merancang perhitungan pneumatik pada pintu air.
3. Mahasiswa mampu membuat program PLC untuk mengendalikan pintu air sesuai diskripsi kerja yang telah ditentukan.

### 1.6. Manfaat Tugas Akhir

Jika tujuan penelitian ini mencapai hasil yang positif, maka manfaat yang akan diperoleh antara lain sebagai berikut:

- a. Menambah alat instrumen praktikum PSD III Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Diponegoro sebagai alat praktikum elektro pneumatik dan PLC khususnya alat kontrol.
- b. Membantu proses pembelajaran elektro pneumatik dan sistem kontrol PLC.
- c. Mampu dijadikan modul dalam praktek elektro pneumatik dan PLC.

### 1.7. Metodologi Tugas Akhir

Penulisan laporan dilaksanakan dengan menggunakan metode studi kasus, yaitu melihat dan mengaplikasikan alat-alat sederhana menjadi peralatan modern dengan menggunakan rekayasa teknologi untuk hasil yang efektif dan efisien. Dari metode studi kasus tersebut penyusunan laporan Tugas Akhir ini menggunakan metode *observasi*, *interview*, dan *literature*.

#### a. Metode *Observasi*

Metode *observasi* yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis mengadakan pengamatan dan pengujian secara langsung alat yang sudah dibuat, sehingga mempejelas penulis dalam penulisan laporan karena mengetahui *variabel-variabel* pada media yang diamatai.

#### b. Metode *Interview*

Metode *interview* merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara wawancara langsung dengan orang atau sumber yang berkepentingan.

#### c. Metode *Literature*

Metode *literature* yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis membaca dan mempelajari bahan-bahan penunjang laporan baik dari buku maupun jurnal ilmiah.

## **1.8. Sistematika Penulisan**

Laporan tugas akhir terbagi dalam bab-bab yang diuraikan secara terperinci. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang masalah, alasan pemilihan judul, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas tentang dasar-dasar teori yang berkaitan dengan PLC, Pneumatik, dan juga Elektropneumatik.

### **BAB III KOMPONEN SIMULASI**

Membahas tentang komponen-komponen yang dipakai dalam simulasi aplikasi elektro pneumatik dan PLC sebagai kendali pintu air.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Membahas tentang desain, diskripsi kerja, rancangan elektro pneumatik, perhitungan pneumatik, dan juga pemrograman PLC untuk pintu air.

### **BAB V PENUTUP**

Membahas tentang kesimpulan dan saran-saran dari hasil tugas akhir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

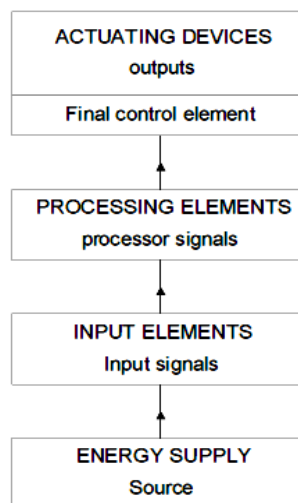
### 2.1 Dasar Teori Pneumatik

Sejalan dengan pengenalan terhadap sistem keseluruhan pada pneumatik, secara individu elemen pneumatik pun mengalami perkembangan pesat, misalnya dalam pemilihan bahan/material, manufaktur dan proses disain. Contohnya silinder pneumatik memegang peranan penting sebagai elemen kerja, dimana silinder ini murah harganya, mudah pemasangannya, sederhana dan kuat konstruksinya serta tersedia dalam berbagai ukuran dan panjang langkah. Penggunaan silinder dan elemen pneumatik yang lain dapat digunakan untuk pengekleman, pengangkat, penepat, pengukur, pencari, pengepak, pengatur gerakan, pengendali, pemutar, dan sebagainya. Pada permesinan dapat dipakai sebagai pengoperasian pada mesin bor, mesin milling, mesin bubut, mesin gergaji, mesin pembentuk, dan *quality control*.

Pengembangan produk dalam pneumatik bisa dibagi dalam: aktuator, sensor, prosesor, sistem kontrol dan perlengkapan.

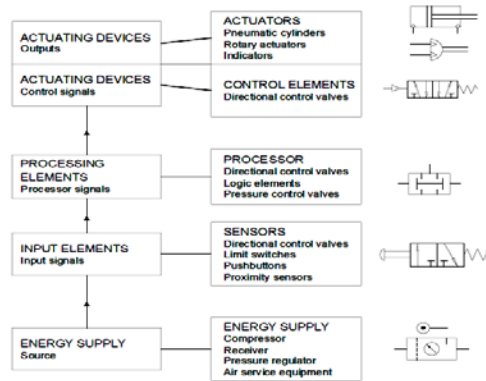
#### 2.1.1 Struktur Dan Komponen Sistem Pneumatik

Di bawah ini diperlihatkan jaringan kontrol untuk sinyal aliran yang dipakai sebagai output ke sistem kerja.



Gambar 2.1. Jaringan kontrol untuk sinyal aliran

Elemen-elemen tersebut pada penggunaan dalam pneumatik biasanya mempergunakan simbol yang menunjukkan fungsinya. Simbol-simbol itu bisa dikombinasikan/dirangkai untuk menghasilkan solusi pada diagram jaringan kerja. Diagram kerja harus digambarkan susunannya seperti struktur di bawah ini. Katup penentu arah dapat mempunyai fungsi sebagai pengontrol sensor, prosesor atau aktuator. Apabila katup penentu arah dipergunakan untuk mengontrol gerakan sebuah silinder maka katup ini berfungsi sebagai pengontrol aktuator. Apabila dipakai mengolah sinyal maka katup ini berfungsi sebagai prosesor. Begitu pula bila dipakai sebagai peraba sebuah gerakan maka berfungsi sebagai sensor.



Gambar 2.2. Diagram kerja rangkaian pneumatik

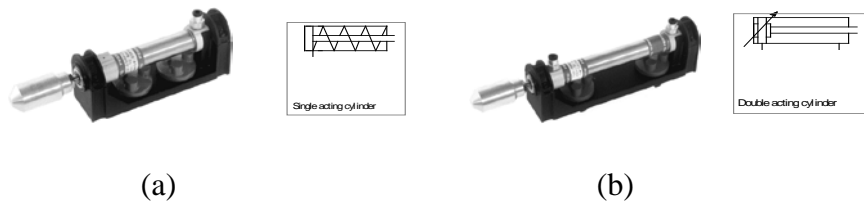
## 2.1.2. Komponen Pneumatik

### a) Silinder Aktuator

Aktuator adalah bagian terakhir dari output suatu sistem kontrol pneumatik. Output biasanya digunakan untuk mengidentifikasi suatu sistem kontrol ataupun aktuator. Pada pneumatik, jenis aktuator ada bermacam-macam, diantaranya:

#### 1. Aktuator gerakan linier:

- *Single acting cylinder* (silinder aksi tunggal)
- *Double acting cylinder* (silinder aksi ganda)



Gambar 2.3. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk (a) *aktuator single acting* dan (b) *aktuator double acting*

#### 2. Aktuator gerakan berputar (*rotary*):

- Motor yang digerakkan oleh udara. Motor pneumatik adalah suatu peralatan pneumatik yang menghasilkan gerakan putar yang sudut putarnya tidak terbatas bila terhadap peralatan ini dialiri udara yang dimampatkan. Ada 4 jenis motor pneumatik, yaitu *piston motors*, *sliding vane motors*, *gear motors*, dan turbin.
- Aktuator yang berputar/gerakan putar.



Gambar 2.4. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk aktuator gerakan berputar.

### b) Indikator

Indikator optik secara *visual* bisa mewakili status dari sistim pneumatik dan membantu diagnosa. Beberapa semboyan secara *visual*:

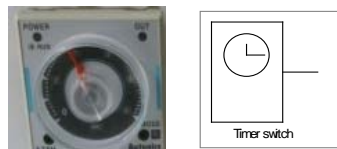
- indikator optik dengan warna tunggal ataupun majemuk

- indikator optik dengan pena, untuk *display* dan sensor sentuh
- *counter*
- penunjukkan resistansi
- *timer*



(a) (b)

Gambar 2.5. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk (a) *indicator optic capacitive proximity switch*, (b) *inductive proximity switch*.



Gambar 2.6. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk *timer*

Dengan menggunakan warna, indikator optik mewakili fungsi pada jaringan kerjanya. Di bawah ini tabel arti dari warna-warna indikator optik.

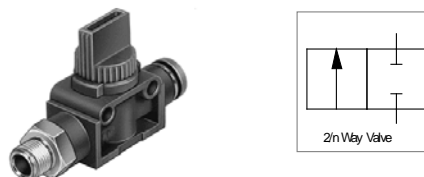
Tabel 2.1. Arti dari warna-warna indikator optik

Warna	Arti	Catatan
Merah	Bahaya	Status mesin dalam situasi membutuhkan pertolongan/bantuan dengan segera. Tidak boleh masuk.
Kuning	Perhatian	Pengertian atau minta perhatian
Hijau	Aman	Operasi normal
Biru	Info khusus	
Putih/Bening	Info umum	

### c) Katup

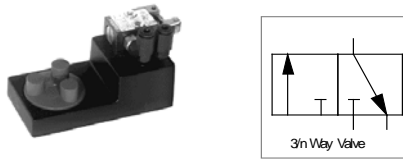
1. Katup pengarah (*Directional Control Valve*), terdiri dari 2 jenis katup:

- Katup *poppet*, yang bekerja dengan cara melepas dan menempelkan bola/piringan terhadap dudukannya yang terpasang 'seal' yang bersifat elastis namun kuat. Gaya untuk menggerakkan katup *poppet* relatif besar karena harus melawan gaya pegas pada saat posisi kerja.
- Katup geser (*slide valve*), yang bekerja dengan menggeser silinder atau piringan. Ada beberapa jenis dari katup ini, yaitu :
  - *2/2 way valve* : mempunyai 2 *port* pada masing-masing kotak



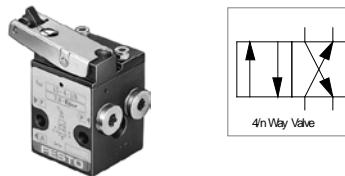
Gambar 2.7. Komponen dan simbol dari *2/2 way valve*

- *3/2 way valve* : mempunyai 3 *port* pada masing-masing kotak.



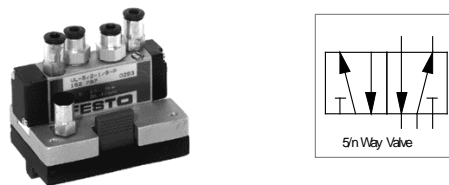
Gambar 2.8. Komponen dan simbol dari *3/2 way valve*

- *4/2 way valve* : mempunyai 4 *port* pada masing-masing kotak.



Gambar 2.9. Komponen dan simbol dari *4/2 way valve*

- *5/2 way valve* : mempunyai 5 *port* pada masing-masing kotak.

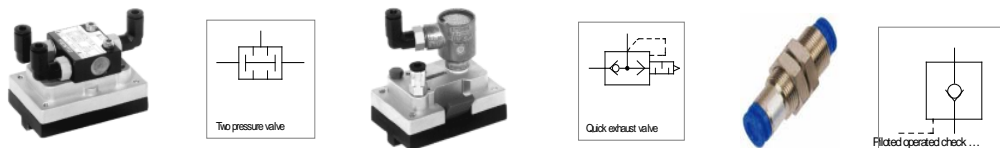


Gambar 2.10. Komponen dan simbol dari *5/2 way valve*

- Dan sebagainya.

2. Katup searah (*Non return valve*), yang jenisnya antara lain:

- Check valves*: hanya mempunyai 1 *inlet* dan 1 *outlet*, dapat menutup aliran pada satu arah aliran. Pada arah lainnya katup ini dengan bebas dapat mengalirkan aliran udara dengan tekanan rendah.
- Two pressure valve*: mempunyai 2 *inlet* dan 1 *outlet*. Udara mampat mengalir melalui katup ini bila sinyal udara terdapat pada kedua sambungan *inlet*. (= *Logic AND function*)
- Shuttle valve*: (= *Logic OR function*) Udara mampat dapat mengalir dari salah satu atau kedua saluran *inlet* menuju *outlet*.
- Quick exhaust valve*: berfungsi sebagai penambah kecepatan silinder. Dengan ini memungkinkan waktu yang diperlukan untuk langkah kerja silinder terutama untuk *single act cylinder* lebih singkat lagi.



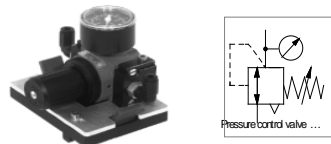
Gambar 2.11. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk (a) *two pressure valve*, (b) *quick exhaust valve*, (c) *check valve*

3. Katup pengatur aliran (*Flow control valve*), berfungsi mengatur aliran udara secara volumetrik.
  - a. *Bi-directional flow control valve*, mengatur udara ke dua arah.
  - b. *One way flow control valve*, mengalirkan udara ke satu arah untuk mengatur kecepatan aktuator.



Gambar 2.12. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk *flow control valve*

4. Katup pengatur tekanan (*pressure valve*), fungsinya mengatur besarnya tekanan udara yang diperlukan.

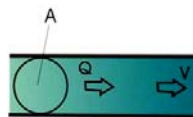


Gambar 2.13. Gambar dan simbol pada rangkaian untuk *pressure valve*

### 2.1.3. Perhitungan Pneumatik

- **Debit aliran udara**

Udara yang melewati saluran dengan luas penampang  $A$  ( $m^2$ ) dengan kecepatan udara mengalir  $V$  ( $m/dtk$ ), maka akan memiliki debit aliran  $Q$  ( $m^3/dtk$ ) sebesar  $A$  ( $m^2$ ) x  $V$  ( $m/dtk$ ).



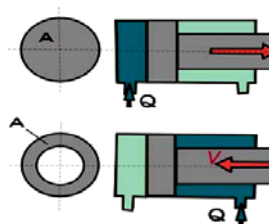
Gambar 2.14. Debit aliran udara dalam pipa

#### Debit Aliran Udara (Q)

$$Q \text{ (m}^3\text{/dtk)} = A \text{ (m}^2\text{)} \cdot V \text{ (m/dtk)}$$

- **Kecepatan Torak**

Suatu silinder pneumatik memiliki torak dengan luas dan memiliki luas penampang stang torak, maka kecepatan torak saat maju akan lebih kecil dibandingkan dengan saat torak bergerak mundur.



Gambar 2.15. Arah kecepatan torak pada saat maju dan mundur

Kecepatan torak saat maju dan mundur (V)

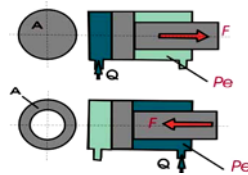
$$V_{\text{maju}} = \frac{Q}{A}$$

$$V_{\text{mundur}} = \frac{Q}{A_n}$$

Dimana :

- V = kecepatan torak ( $m/s$ )
- Q = debit aliran udara ( $liter/menit$ )
- A = luas penampang silinder ( $m^2$ )
- $A_n$  =  $A - A_k$  ( $m^2$ )

• **Gaya Torak**



Gambar 2.16. Arah gaya torak pada saat maju dan mundur

Gaya torak saat maju dan mundur (F)

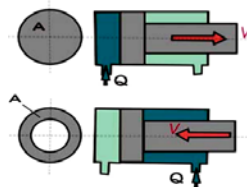
$$F_{\text{maju}} = P_e \times A - F_R \text{ (N)}$$

$$F_{\text{mundur}} = P_e \times A_n - F_R \text{ (N)}$$

Dimana :

- F = gaya torak (N)
- $P_e$  = tekanan kerja efektif ( $N/m^2$ )
- A = luas penampang silinder ( $m^2$ )
- $A_k$  = luas batang torak ( $m^2$ )
- $F_R$  = gaya gesek batang piston (%)

• **Udara yang diperlukan**



Gambar 2.17. Arah aliran udara pada saat torak maju dan mundur

Kapasitas aliran udara (Q)

$$Q_{\text{maju}} = A \cdot S \cdot n \cdot \left( \frac{P_e \cdot P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}} \right) \text{ (litr/mnt)}$$

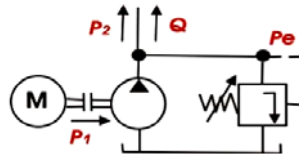
$$Q_{\text{mundur}} = A_n \cdot S \cdot n \cdot \left( \frac{P_e \cdot P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}} \right) \text{ (litr/mnt)}$$

Dimana :

- S = langkah (m)
- $P_e$  = tekanan kerja efektif ( $N/m^2$ )

- A = luas penampang silinder ( $m^2$ )
- $A_n$  =  $A - A_k = (m^2)$
- $A_k$  = luas batang torak ( $m^2$ )
- n = banyaknya langkah (kali/menit)

• **Perhitungan Daya Kompresor dan Daya Motor**



Gambar 2.18. Skema susunan motor dan kompresor

Daya kompresor ( $W_{komp}$ )  

$$W_{komp} = \frac{Q \cdot P_{e+2\text{ bar}}}{60000}$$

Daya motor ( $W_{mot}$ )  

$$W_{mot} = \frac{W_{komp}}{\eta}$$

Dimana :

$W_{komp}$  = daya output kompresor (KW)

$W_{mot}$  = daya motor (KW)

**2.2. Dasar Teori Elektro-Pneumatik**

Elektropneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal yang dikirimkan ke kumparan tadi akan menghasilkan medan elektromagnetik dan akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti motor-pneumatik atau silinder yang akan menjalankan sistem.

**Komponen Elektro-Pneumatik**

Bila energi listrik tersedia dan akan dipakai maka perlu diproses dan didistribusikan oleh komponen utama. Untuk mempermudah penunjukkannya maka komponen itu digambarkan dalam bentuk simbol pada diagram rangkaiannya. Berikut ini adalah komponen utama dari elektro-pneumatik:

**a) Sinyal Masukan Listrik (*Electrical Signal Input*)**

Sinyal listrik pada teknik kontrol elektro-pneumatik diperlukan dan diproses tergantung pada gerakan langkah kerja elemen kerja. Sinyal listrik ini didapatkan bisa dengan cara mengaktifkan sakelar atau bisa juga dengan mengaktifkan sensor, misalkan sensor mekanik ataupun elektronik. Sinyal masukan listrik kerjanya tergantung kepada fungsi sinyal itu. Ada yang disebut “*Normally open*” (NO, pada kondisi tidak aktif sambungan tidak tersambung), “*Normally closed*” (NC, kondisi tidak aktif sambungan tersambung) dan “*Change Over*” (tersambung bergantian,

kombinasi dari NO dan NC). Bagian-bagian dari komponen sinyal masukan listrik adalah sebagai berikut:

1) Sakelar tekan, dioperasikan manual

- Sakelar tekan biasa

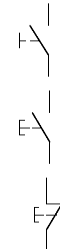
Elemen sinyal masukan diperlukan untuk memungkinkan sebuah sistem kontrol dinyalakan. Yang paling umum dipakai adalah sakelar tekan (*Push-button switch*). Disebut sakelar tekan karena untuk mengalirkan sinyal, mengaktuasikannya dengan menekan tombol atau sakelar.

Simbol yang digunakan:

\* Sakelar tekan manual secara umum untuk kontak NO (*General Push-button switch, NO*)

\* Sakelar tekan manual, diaktifkan dengan cara Ditekan untuk kontak NO

\* Sakelar tekan manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NC



- Sakelar tekan mengunci (*Latching Push-button switches*)

Sakelar ini diaktuasikan/diaktifkan dengan tombol yang mengunci. Adapun menguncinya sakelar ini disebabkan kerja mekanik. Untuk mengembalikan ke posisi semula (posisi tidak aktif) maka sakelar ini harus ditekan lagi. Penunjukkan sistem ini berdasarkan standardisasi Jerman, diatur dengan nomor *DIN 43 065*. Penunjukkan aktuasi: **I** tanda mengaktifkan, **O** tanda untuk mengembalikan ke posisi sebelum bekerja. Posisi penempatan sakelar:

- Berjajar ke pinggir: pada posisi ini perlu diperhatikan bahwa tanda untuk mengaktifkan disimpan disebelah kanan.
- Berjajar ke bawah: pada posisi ini tanda untuk mengaktifkan berada pada posisi atas.

Contoh sakelar tekan mengunci:



Gambar 2.19. Prinsip kerja sakelar tekan mengunci

Simbol-simbol yang digunakan:

\* Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NO

\* Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara ditarik untuk kontak NC

\* Sakelar mengunci manual, diaktifkan dengan cara diputar untuk kontak NO



2) Sakelar Pembatas (*Limit Switches*)

- Mekanik Tipe Sentuh (*Mechanical Limit Switches Contacting Type*)

Sakelar pembatas ini dipakai sebagai indikasi dalam kontrol otomatis yang menyatakan bahwa posisi ini merupakan posisi akhir baik itu untuk mesin ataupun untuk silinder. Biasanya sistem kontak yang dipakai adalah sistem tersambung bergantian (*Change over*). Sakelar pembatas ini akan bekerja bila tuas sakelar tertekan. Contoh konstruksi dan simbol sakelar pembatas mekanik:



Gambar 2.20. Konstruksi dan simbol sakelar pembatas mekanik

- Tipe Tidak Sentuh (*Non-Contacting Proximity Limit Switch*)

Sakelar pembatas tipe ini biasanya dipakai bila sakelar pembatas mekanik tidak dapat digunakan. Macam sakelar pembatas tipe ini antara lain:

\* Sakelar Pembatas (sensor) Buluh

Penggunaan sakelar ini biasanya dikarenakan keadaan sekitar yang tidak memungkinkan dipasangnya sakelar mekanik, misalnya karena banyaknya debu, pasir ataupun lembab. Sakelar ini diaktivasikan/diaktifkan dengan magnet yang terpasang pada silinder. Dengan adanya magnet maka buluh kawat akan tersambung atau terputus bila magnet itu mendekati atau menjauhi buluh kawat tersebut.

\* Sakelar Pembatas Induktif

Digunakan bila sakelar pembatas mekanik ataupun buluh tidak dapat digunakan. Biasa dipakai untuk sensor penghitung benda kerja yang terbuat dari logam, pada suatu mesin atau ban berjalan. Sakelar pembatas ini hanya akan beraksi atau terpakai untuk logam. Sakelar pembatas atau sensor ini biasanya terdiri dari oscillator, pemicu tegangan dan penguat. Biasanya ada dua macam, yaitu yang dialiri arus bolak-balik dan arus searah, tapi keduanya mempunyai tegangan operasi antara 10–30 volts.

\* Sakelar Pembatas Kapasitif

Sensor kapasitif ini mempunyai respons terhadap segala material, metal maupun non-metal. Tapi sensor ini terpengaruhi oleh adanya perubahan-perubahan yang diakibatkan keadaan sekelilingnya, misalnya dengan debu logam.

\* Sakelar Pembatas Optik

Sensor ini memberi respons pada semua benda kerja. Sinyal masukannya berupa sinar.

**b) Pengolah Sinyal Listrik**

1) Relay

Relay adalah komponen untuk penyambung saluran dan pengontrol sinyal, yang kebutuhan energinya relatif kecil. Relay ini biasanya difungsikan dengan elektromagnet yang dihasilkan dari kumparan. Pada awalnya relay ini digunakan pada peralatan telekomunikasi yang berfungsi sebagai penguat sinyal. Tapi sekarang sudah umum didapatkan pada perangkat kontrol, baik pada permesinan ataupun yang lainnya.

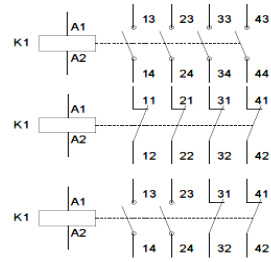
Cara kerja relay:

Apabila pada lilitan dialiri arus listrik maka arus listrik tadi akan mengalir melalui lilitan kawat dan akan timbul medan magnet yang mengakibatkan pelat yang ada di dekat kumparan akan tertarik ataupun terdorong sehingga saluran dapat tersambung ataupun terputus. Hal ini tergantung apakah sambungannya NO atau NC. Bila tidak ada arus listrik maka pelat tadi akan kembali ke posisi semula karena ditarik dengan pegas.

Simbol Relay:  
*Relay Normally Open*

*Relay Normally Closed*

Kombinasi NO & NC



Penunjukkan angka pada relay mempunyai arti sebagai berikut:

Angka yang pertama menunjukkan contactor yang keberapa sedangkan angka yang kedua selalu bernomor  $\frac{3}{4}$  untuk relay NO dan  $\frac{1}{2}$  untuk relay yang NC.

2) Relay Mengunci (*Latching relays*)

*Latching relay* adalah relay yang dikontrol dengan *electromagnetic*, dimana relay ini akan tetap berada pada posisi setelah diaktifkan walaupun sumber energi sudah diputuskan, seolah-olah terkunci pada posisi akhir. Sistem pengunci biasanya dengan mempergunakan kerja mekanik. Penggunaan relay ini biasanya untuk jaringan listrik di rumah tinggal.

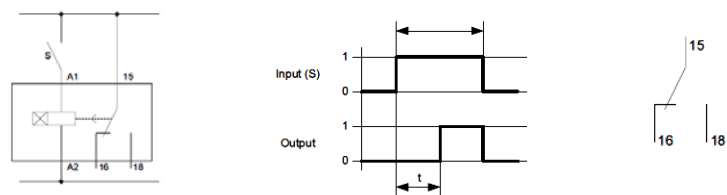
3) *Remnant Relay*

Relay ini disainnya khusus, maksudnya adalah bila relay ini diaktifkan maka akan terjadi elektromagnet. Elektromagnet ini akan tinggal dan tetap ada walaupun sumber energinya telah dihilangkan. Atau dengan kata lain relay ini dikunci pada posisi akhir. Untuk menyalakan relay ini maka arus yang dipakai adalah arus positif, sedangkan untuk mematikannya mempergunakan arus negatif.

4) Relay Tunda Waktu

Berfungsi untuk menyambung kontaktor NO atau memutus kontaktor NC, di mana hubungan kontaktor diputuskan ataupun disambungkan tidak langsung seketika pada saat relay diaktifkan, melainkan perlu waktu. Waktu yang diperlukan untuk memutuskan ataupun menyambungkannya bisa diatur. Ada dua jenis relay tunda waktu, yaitu relay tunda waktu hidup (*time delay switch on*) dan relay tunda waktu mati (*time delay switch off*).

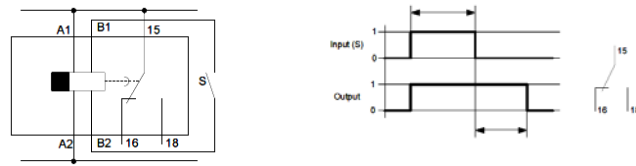
- *Time Delay Switch On Relay*



Gambar 2.21. Simbol dari *time delay switch on relay*

Bila sakelar S diaktifkan maka relay tunda waktu mulai bekerja. Ketika waktu yang ditentukan tercapai maka terminal 18 akan tersambungkan. Sinyal output (keluaran) akan ada selama sinyal input ada. Elemen tunda waktu digambarkan pada kotak yang dibatasi dengan garis strip.

- *Time Delay Switch Off Relay*



Gambar 2.22. Simbol dari *time delay switch off relay*

Bila sakelar S diaktifkan maka relay tunda waktu mulai bekerja. Sinyal output akan ada selama sinyal input ada. Tapi bila sinyal input diputus maka sinyal output tidak akan langsung hilang, melainkan tetap ada sampai batas waktu yang telah ditentukan. Elemen tunda waktu digambarkan pada kotak yang dibatasi dengan garis strip.

#### 5) Solenoid

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakanya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*. Maksudnya *double coil valve* tersebut mempunyai dua koil untuk menggerakkan *plunger* yang berfungsi sebagai pemindah jalur.

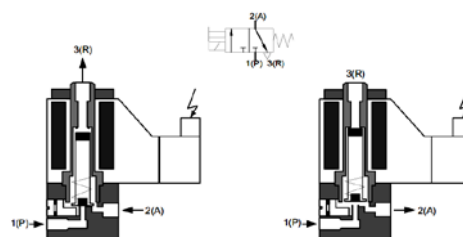
#### c) Elemen Akhir

Apabila suatu kontrol mempergunakan sinyal kontrolnya dengan sinyal listrik dan sinyal kerjanya mempergunakan pneumatik maka harus ada suatu alat yang dapat mengawinkan sinyal kontrol listrik dengan sinyal kerja pneumatik itu. Sistem yang mengawinkan sinyal kontrol dan sinyal kerja ini biasanya terdiri dari katup yang diaktuasikan dengan solenoid. Maksudnya adalah untuk menyalurkan sinyal kerja mempergunakan katup-katup pneumatik, sedangkan yang mengatur membuka atau menutup tersebut adalah arus listrik yang dialirkan ke kumparan kawat/solenoid.

##### 1) Katup 3/2 diaktuasikan dengan sinyal listrik, kembali dengan pegas

- *Normally Closed 3/2*

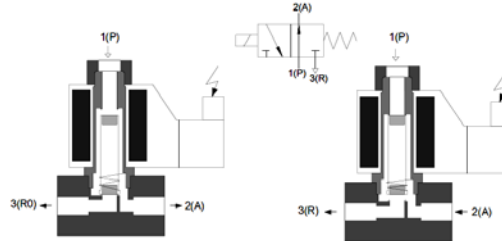
Katup 3/2 NC bekerja bila arus listrik dialirkan ke solenoid sehingga terbentuk elektromagnet yang mengakibatkan bergesernya *armature* dan selanjutnya udara dialirkan dari saluran masuk 1(P) ke saluran keluar 2(A). Sedangkan saluran 3(R) tertutup. Sebaliknya bila arus listrik diputuskan maka elektromagnet yang terbentuk pada solenoid menghilang dan berakibat saluran 1(P) tertutup sedangkan udara yang berada di saluran 2(A) akan dibuang melalui saluran buang 3(R).



Gambar 2.23. Konstruksi dan simbol *valve solenoid 3/2 normally closed*

- *Normally Open 3/2*

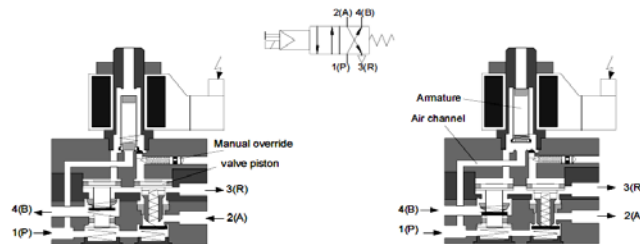
Katup ini kebalikan dari katup 3/2 NC. Jadi bila arus listrik tidak ada maka saluran 1(P) mengalirkan udara ke saluran 2(A) dan saluran 3(R) tertutup. Tapi bila solenoid dialiri arus listrik, saluran 1(P) tertutup dan udara dari 2(A) dialirkan langsung ke 3(R).



Gambar 2.24. Konstruksi dan simbol *valve solenoid 3/2 normally open*

- Katup 3/2 Diaktuasikan Sinyal Listrik dan Kontrol Pneumatik, Kembali Dengan Pegas

Katup ini bila diaktifkan masih mempergunakan sinyal kontrol pneumatik. Sedangkan fungsi kumparan ini hanya untuk mengaktifkan sumbat yang ada pada katup, dengan demikian gaya elektromagnet yang diperlukan untuk mengaktifkan sumbat tidak terlalu besar. Dengan kata lain arus listrik yang diperlukan tidak terlalu besar pula. Prinsip kerja saluran yang terdapat pada katup ini sama dengan prinsip kerja katup 3/2 yang telah dibahas di atas.



Gambar 2.25. Konstruksi dan simbol *valve solenoid 3/2 pengembali pegas*

2) Katup 4/2 diaktuasikan sinyal listrik dan kontrol pneumatik, kembali dengan pegas

Katup 4/2 pada prinsipnya terdiri dari 2 buah katup 3/2. Biasanya digunakan untuk mengaktuasikan silinder kerja ganda. Sinyal listrik digunakan seperti pada katup 3/2, berfungsi sebagai pembuka sumbat sedangkan yang mengatur katup piston adalah sinyal kontrol.

**2.3. PLC OMRON SYSMAC CP1E 20 I/O**

PLC CP1E adalah jenis PLC yang dibuat oleh *OMRON* yang dirancang untuk aplikasi mudah. CP1E termasuk Unit CPU jenis-E (model dasar) untuk operasi pengendalian standar menggunakan dasar, gerakan, aritmatika, dan instruksi perbandingan. Untuk pemrogramannya menggunakan *software* yang disebut *CX-Programmer*.

**Model Unit CPU untuk PLC CP1E-20DR A**

Konfigurasi model angka satuan pada PLC CP1E-E20DR-A dapat dilihat di bawah ini :  
**C P 1 E –E 20 D R-A**

Keterangan :

- CP1E = Jenis PLC
- E = Tipe unit (model dasar)
- 20 = Kapasitas *Input/Output* (20 I/O = 12 *Input*, 8 *Output*)
- D = Mempunyai tegangan input DC.
- R = Tipe outputnya adalah relay.
- A = *Input Power supply* (catu daya) AC 100-240 volt.

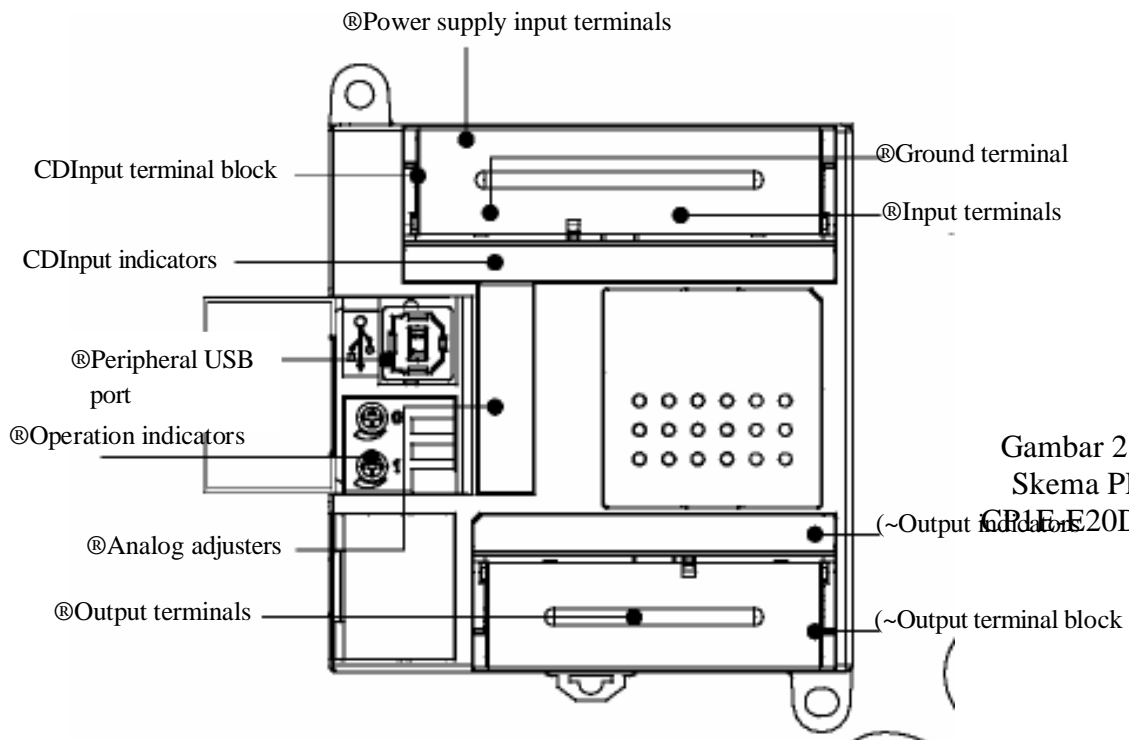
**Konsumsi Arus Listrik**

Untuk PLC jenis CP1E dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2.2. konsumsi arus listrik

Kapabilitas I/O	Model Penomoran	Konsumsi Arus Listrik	
		5 VDC	24 VDC
20 I/O	CP1E-E20DR-A	0.17 A	0.08 A
30 I/O	CP1E-E30DR-A	0.17 A	0.07 A
40 I/O	CP1E-E40DR-A	0.17 A	0.09 A

**Nama Bagian dan Fungsinya dari PLC CP1E-E20DR-A**



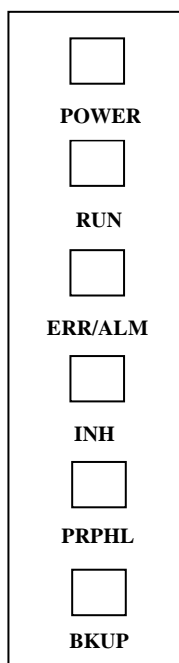
Gambar 2.26.  
 Skema PLC  
 CP1E-E20DR-A

Tabel 2.3. Fungsi dari masing-masing bagian pada PLC CP1E

Nomor (Kode)	Nama	Fungsi
CD	<i>Input terminal block</i>	Ini adalah blok terminal untuk <i>input</i> seperti masukan catu daya dan <i>input push button</i> , dll.
CD	<i>Input indicators (green)</i>	Menampilkan status dari input. Sebuah indikator akan ON ketika input dalam kondisi ON.
Ⓜ	<i>Peripheral USB port</i>	Sebagai penghubung ke komputer untuk pemrograman dan pemantauan oleh <i>CX-Programmer</i> untuk CP1 E.
r. ...)	<i>Analog adjusters</i>	untuk menyesuaikan nilai A642 atau A643 dalam kisaran 0 sampai 255 dengan cara diputar.
Ⓜ	<i>Operation indicators</i>	Untuk mengetahui status operasi.
Ⓜ	<i>Output terminals</i>	Penghubung output seperti ke relay, lampu, atau solenoid.
Ⓜ	<i>Power supply input terminals</i>	Digunakan sebagai terminal <i>power supply</i> (catu daya).
Ⓜ	<i>Ground terminal</i>	Untuk mencegah sengatan listrik, tanah untuk 100 Q atau kurang.
Ⓜ	<i>Input terminals</i>	Penghubung input seperti saklar, sensor, dll.
(~	<i>Output indicators (green)</i>	Menampilkan status <i>output</i> . Indikator akan ON jika outputnya ON.
(~	<i>Output terminal block</i>	Ini adalah blok terminal untuk input seperti relay, lampu, dll.

### Status Indikator PLC CP1E

Tabel 2.4. Status indikator pada PLC CP1E




Indikator	Warna	Status	Keterangan
<i>POWER</i>	Hijau	☀ Nyala	<i>Power ON</i>
		● Mati	<i>Power OFF</i>
<i>RUN</i>	Hijau	☀ Nyala	PLC menjalankan suatu program baik dalam keadaan <i>RUN</i> maupun <i>mode MONITOR</i>
		● Mati	Operasi dihentikan dalam <i>mode PROGRAM</i> atau karena kesalahan fatal
<i>ERR/ALM</i>	Merah	☀ Nyala	Sebuah kesalahan fatal (termasuk eksekusi <i>FALS</i> ) atau kesalahan <i>hardware</i> (WDT error) telah terjadi. Operasi akan berhenti dan semua output akan berubah OFF.
		☀ Kedip	Sebuah kesalahan non-fatal telah terjadi (termasuk eksekusi <i>FALS</i> ). Operasi tetap berjalan.
		● Mati	Normal (tidak ada kesalahan)


<i>INH</i>	Kuning	☀ Nyala	Semua output berubah jadi OFF
		● Mati	Normal
<i>PRPHL</i>	Kuning	☀ Kedip	Komunikasi (baik mengirim atau menerima) sedang berlangsung melalui <i>port USB perifer</i> .
		● Mati	Tidak ada komunikasi.
<i>BKUP</i>	Kuning	☀ Nyala	Program pengguna, parameter, atau kata-kata tertentu di Area DM sedang ditulis ke memori cadangan ( <i>dibackup</i> ).
		● Mati	Tidak ada proses pembackupan.

### Pengaturan Susunan terminal

#### Susunan Terminal *Input AC Power Supply*

L1	LI/N	COM	01	03	05	07	09	11
NC		00	02	04	06	08	10	

**Keterangan :**

- L1 dan L2 = Terminal catu daya
- NC = Tidak ada sambungan
- COM = Terminal *Common*
- 00 – 11 = Terminal *input*
-  = Terminal *ground*

#### Susunan Terminal *output AC Power Supply*

00	01	02	03	04	05	07
COM	COM	NC	COM	NC	COM	06

**Keterangan :**

- NC = Tidak ada sambungan
- COM = Terminal *Common*
- 00 – 07 = Terminal *output*

## BAB III KOMPONEN SIMULASI

Dalam pembuatan simulasi pintu air otomatis dengan kendali PLC terdapat dua komponen alat dan bahan, yaitu :

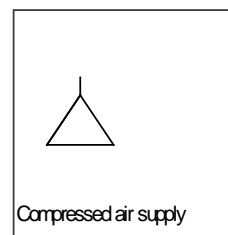
1. Komponen Pneumatik
2. Komponen Elektrik

### 3.1. Komponen Pneumatik

Komponen pneumatik yang digunakan terdiri dari beberapa alat, antara lain :

- a. 1 buah kompresor

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan/menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan di dalam tangki udara kempa untuk disuplai kepada pemakai (sistem pneumatik). 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.

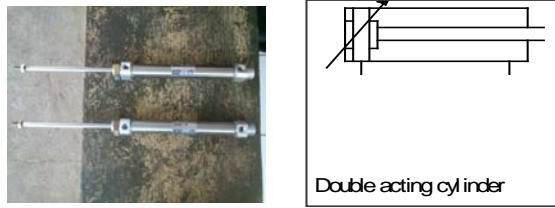


Gambar 3.1. Kompresor

- b. 2 buah Silinder aktuator dengan diameter 20mm dan panjang langkah 125mm *double acting*.

Silinder ini mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga kepada dua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada yang memiliki batang torak (*piston rod*) pada satu sisi dan ada pada kedua pula yang pada kedua sisi. Konstruksinya yang mana yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan.

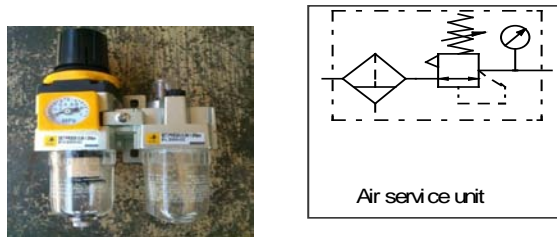
Silinder pneumatik penggerak ganda akan maju atau mundur oleh karena adanya udara bertekanan yang disalurkan ke salah satu sisi dari dua saluran yang ada. Silinder pneumatik penggerak ganda terdiri dari beberapa bagian, yaitu torak, seal, batang torak, dan silinder. Sumber energi silinder pneumatik penggerak ganda dapat berupa sinyal langsung melalui katup kendali, atau melalui katup sinyal ke katup pemroses sinyal (*processor*) kemudian baru ke katup kendali. Pengaturan ini tergantung pada banyak sedikitnya tuntutan yang harus dipenuhi pada gerakan aktuator yang diperlukan. Silinder aktuator yang digunakan pada alat peraga pneumatik mempunyai panjang langkah 125mm dengan diameter 20mm.



Gambar 3.2. Silinder aktuator double acting

c. 1 buah FRL (*Filter Regulator Lubrication*)  $\frac{1}{4}$ "

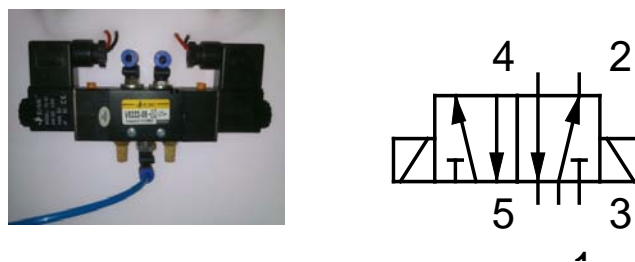
- Filter Udara (*air filter*), berfungsi sebagai alat penyaring udara yang diambil dari udara luar yang masih banyak mengandung kotoran. Filter berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel yang terbawa seperti debu, oli residu, dsb.
- Regulator , berfungsi untuk mengatur besar kecilnya tekanan udara yang masuk agar sesuai dengan tekanan kerja yang diinginkan.
- pelumasan (*lubrication*) berfungsi agar komponen pneumatik tidak cepat aus, korosi, 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.



Gambar 3.3. FRL (*Filter Regulator Lubrication*)

d. 2 buah *solenoid valve*  $\frac{5}{2}$  double coil 24 volt DC

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*. Maksudnya *double coil valve* tersebut mempunyai dua koil untuk menggerakkan *plunger* yang berfungsi sebagai pemindah jalur. Maksudnya  $\frac{5}{2}$  adalah katup ini mempunyai 5 *port (input dan output)* dan juga mempunyai 2 ruangan untuk memindah jalur aliran udara.



Gambar 3.4.  $\frac{5}{2}$  Solenoid valve double coil

- e. 1 buah *Ball valve*  $\frac{1}{4}$ " + *naple kompresor* 6mm + *naple FRL*  $\frac{1}{4}$ "

*Ball* dan *Plug Valve* digunakan untuk membuka dan menutup laju aliran fluida dengan cepat. Cara kerja valve jenis ini adalah dengan cara memutar *handle* yang menyebabkan posisi *ball* atau *plug* berubah 90 derajat. *Valve* jenis ini tidak boleh digunakan untuk mengontrol/ menekan laju aliran fluida, karena gesekan antara laju aliran fluida dengan *ball* atau *plug* dapat menyebabkan erosi pada sudut *ball* atau *plug* tersebut dan mengakibatkan kerusakan pada *seal* dengan cepat.



Gambar 3.5. *Ball valve*

- f. Selang diameter 4mm

Selang disini digunakan untuk mengalirkan udara di dalam sistem.

- g. 1 buah distributor

Distributor adalah suatu alat berbentuk persegi panjang yang digunakan untuk membagi aliran udara dalam sistem. Distributor bisa dibuat sendiri dengan menggunakan bahan aluminium, kuningan, ataupun besi baja. Di dalam distributor terdapat saluran utama yang berasal dari sumber (kompresor) dan juga beberapa lubang (*port*) yang berfungsi untuk membagi aliran udara ke dalam sistem.



Gambar 3.6. Distributor

- h. *Naple*  $\frac{1}{4}$ " x 4mm

*Napel* atau konektor berfungsi untuk menyambungkan atau menjepit konduktor (selang atau pipa) agar tersambung erat pada bodi komponen pneumatik. Bentuk ataupun macamnya disesuaikan dengan konduktor yang digunakan.

Maksudnya  $\frac{1}{4}$ " x 4mm adalah *napel* ini mempunyai diameter luar sebesar  $\frac{1}{4}$ " dan diameter dalam sebesar 4mm.

### 3.2. Komponen Elektrik

Komponen elektrik yang digunakan juga terdiri dari beberapa macam alat yaitu :

- a. 1 buah PLC (*Programable Logic Controller*) OMRON SYSMAC CP1E-E20DR-A  
PLC CP1E adalah jenis PLC yang dibuat oleh OMRON yang dirancang untuk aplikasi mudah. CP1E termasuk Unit CPU jenis-E (model dasar) untuk operasi pengendalian standar menggunakan dasar, gerakan, aritmatika, dan instruksi perbandingan. Untuk pemrogramannya menggunakan software yang disebut *CX-Programmer*.

Maksud dari kode E20DR-A adalah sebagai berikut :

E = CPU jenis-E (model dasar).

20 = Mempunyai total 20 input dan output (12 input dan 8 output).

D = Mempunyai tegangan input DC.

R = Tipe outputnya adalah relay.

A = Input Power supply (catu daya) AC 100-240 volt.



Gambar 3.7. PLC OMRON SYSMAC CP1E-E20DR-A

b. 1 buah *Limit Switch* 24 volt

Sakelar pembatas ini dipakai sebagai indikasi dalam kontrol otomatis yang menyatakan bahwa posisi ini merupakan posisi akhir, baik itu untuk mesin ataupun untuk silinder. *Limit switch* ini berfungsi sebagai *switching position* berdasarkan batasan atau lingkup gerak. *Limit switch* biasanya digunakan pada peralatan mekanis/ bergerak yang berfungsi sebagai *safety* atau batas limit aman *Limit switch* yang digunakan disini adalah saklar dengan *roll* pada ujung tuasnya.



Gambar 3.8. *Limit switch*

c. 1 buah *Power Supply*

*Power supply* atau catu daya adalah komponen yang digunakan untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, memory, dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Catu daya yang digunakan disini adalah catu daya dengan *output* 24 VDC.



Gambar 3.9. *Power supply*

d. 3 buah *Push Button*

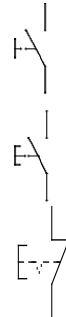
Elemen sinyal masukan diperlukan untuk memungkinkan sebuah sistem kontrol dinyalakan. Yang paling umum dipakai adalah sakelar tekan (*Push-button switch*). Disebut sakelar tekan karena untuk mengalirkan sinyal, mengaktivasikannya dengan menekan tombol atau sakelar. Simbol yang digunakan:

Sakelar tekan manual secara umum untuk kontak

NO (*General Push-button switch, NO*)

Sakelar tekan manual, diaktifkan dengan cara ditekan untuk kontak NO

Sakelar tekan manual dengan kontak NC menggunakan pengunci



*Push button* yang digunakan disini adalah dua buah *push button* tanpa pengunci sebagai tombol open, dan satu buah *push button* dengan pengunci sebagai tombol *manual open*.



Gambar 3.10. Push button

e. Relay MY 4 24 volt + soket

Relay adalah komponen untuk penyambung saluran dan pengontrol sinyal, yang kebutuhan energinya relatif kecil. Relay ini biasanya difungsikan dengan elektromagnet yang dihasilkan dari kumparan. Pada awalnya relay ini digunakan pada peralatan telekomunikasi yang berfungsi sebagai penguat sinyal. Tapi sekarang sudah umum didapatkan pada perangkat kontrol, baik pada permesinan ataupun yang lainnya.

Cara kerja relay:

Apabila pada lilitan dialiri arus listrik maka arus listrik tadi akan mengalir melalui lilitan kawat dan akan timbul medan magnet yang mengakibatkan pelat yang ada di dekat kumparan akan tertarik ataupun terdorong sehingga saluran dapat tersambung ataupun terputus. Hal ini tergantung apakah sambungannya NO atau NC. Bila tidak ada arus listrik maka pelat tadi akan kembali ke posisi semula karena ditarik dengan pegas.

Relay yang dipakai adalah relay MY4, maksudnya adalah relay ini mempunyai 4 switchingan, yaitu 4 masukan dan delapan keluaran.



Gambar 3.11. Relay

- f. Kabel  *jumper*  (merah, dan hitam)

Kabel ini digunakan untuk menyambung rangkaian sekaligus mengalirkan aliran listrik pada sistem elektro pneumatik.



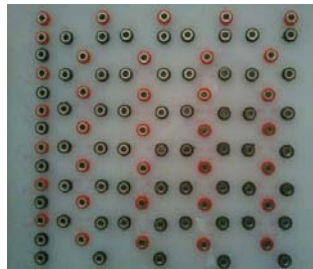
Gambar 3.12. Kabel

- g. *Stacker*

*Stacker* adalah alat yang digunakan sebagai penghubung kabel komponen elektrik dengan terminal listrik.

- h. *Banana jumper*

*Banana jumper* adalah sepasang alat yang digunakan untuk menghubungkan arus listrik.



Gambar 3.13. *Banana jumper*

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil rancangan dan perhitungan sistem gerak otomatis pintu air dengan kendali PLC, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dibutuhkan lima *input* dan lima output untuk menjalankan pintu air.
2. Pintu air dengan ukuran tinggi 1,5m, lebar 1.5m, tebal 10cm, dan berat kurang lebih 16996 N dapat diotomasikan pergerakannya menggunakan aktuator *double acting FESTO DNG* berdiameter 250 mm dan panjang langkah 1500 mm.
3. Kecepatan pergerakan pintu saat maju dan mundur sebesar 12.3 cm/sekon.
4. Untuk menggerakkan piston pada silinder dibutuhkan kompresor dengan daya 5 HP dengan penggerak motor listrik berdaya 6.5 HP.
5. PLC OMRON Sysmac CP1E mampu menjalankan program dari pintu air sesuai dengan diskripsi kerja yang dibuat.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan dari hasil rancangan dan pengujian sistem gerak otomatis pintu air dengan kendali PLC OMRON Sysmac CP1E, penulis menyarankan beberapa hal :

1. Sebaiknya dalam pembuatan rangkaian agar diperhatikan benar kutub positif dan negatifnya, karena berhubungan dengan listrik jika terdapat kesalahan dapat menimbulkan hubungan arus pendek dan bisa merusak komponen.
2. Perhatikan pengalamatan *input* dan *output* dalam pembuatan program pada *CX-Programmer* agar rangkaian pneumatik dapat berjalan.
3. Pasang input dan output PLC dengan benar sesuai program yang telah dibuat, karena kalau salah memasang input dan output pada PLC akan eror atau menjalankan perintah tidak sesuai dengan program yang dibuat.
4. Kembangkan aplikasi sistem elektropneumatik dan PLC OMRON Sysmac CP1E untuk proses yang lain seperti pengendali proses pengepakan, *cutting*, *press*, dan lain-lain.

