

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan.

Alat pemotong kertas ini menggunakan tampilan HMI dengan berbasis PLC (*Programable logic control*) Alat ini dapat memotong kertas secara otomatis berdasarkan ukuran dengan tampilan HMI. Pada penelitian tugas akhir ini di jelaskan mengenai sebuah alat untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam pemotongan kertas yang masih berbentuk gulungan. Alat ini menggunakan HMI sebagai tampilan ukuran yang di keluarkan oleh *rotary encoder*

Pada Tugas Akhir dengan judul “PLC OMRON E30DR-4 Sebagai Kontrol Pengendali Rancang Bangun Miniatur Mesin Pemotong Kertas”. Dituliskan bahwa pusat dari operasi mesin ini adalah PLC OMRON E30DR-4. Roller akan menarik gulungan kertas menuju pneumatik. Sebelum menuju pneumatik gulungan kertas akan melewati *photodiode* sebagai sensor ukuran kertas. Pada saat *photodiode* mendeteksi ada nya kertas. Maka pneumatik akan bekerja memotong kertas menjadi potongan – potongan yang akan dihitung menggunakan Sensor Photodiode dan ditampilkan melalui LCD 16 x 2. Yang membedakan alat ini dengan ide alat penulis. Pada ide alat penulis terdapat HMI sebagai monitoring dan penggunaan *rotary encoder* untuk mengukur ukuran kertas. Serta penggunaan PLC *SCHNEIDER MODICON M221* sebagai pusat operasi. Sehingga kita dapat

mengetahui alat penulis memiliki kelebihan dari sisi monitoringnya yang menggunakan HMI yang dapat memperlihatkan simulasi kerja alat. Dan pada PLCnya yang merupakan PLC terbaru yang tentunya lebih unggul dapat kita lihat dari jumlah masukan dan keluarannya. Pada PLC OMRON memiliki 12 masukan dan memiliki 8 keluaran. Sedangkan pada PLC SCHEIDER memiliki 8-32 masukan dan memiliki 6-32 keluaran. Kekurangan dari alat ini dibanding dari alat penulis yaitu alat penulis membutuhkan dana yang lebih mahal dalam pembuatannya. <sup>[1]</sup>

Pada Tugas Akhir dengan judul “Perangkat Lunak Sistem Pemotong Kertas Berbasis MIKROKONTROLER AT89S51 Dengan Borland Delphi 7”. Tugas akhir ini merupakan perangkat lunak dari sistem pemotong kertas yang menggunakan aplikasi Borland Delphi 7 yang memberikan berbagai fasilitas pembuatan aplikasi untuk mengelola teks, grafis, angka, data base dan aplikasi web. Perangkat ini mempunyai kemampuan luas yang terletak pada produktifitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi, pola desain yang menarik serta pemrogramannya terstruktur dan lengkap. Serta penggunaan Mikrokontroler sebagai pusat kontrol mesin. Perbedaan alat ini dengan ide alat penulis. Pada ide alat penulis menggunakan PLC sebagai pusat kontrol. Kelebihan alat ini terdapat dari sistem pengoperasiannya yang dapat dioperasikan melalui web (jarak jauh). Serta kekurangannya terletak pada pusat kontrolnya yang merupakan Mikrokontroler yang secara elektronik setiap mesin produksinya memerlukan masing-masing kendali. Tidak seperti PLC yang dapat mengendalikan beberapa mesin sekaligus. <sup>[2]</sup>

Pada tugas akhir yang berjudul “rancang bangun pemotong kertas menggunakan sensor photodiode berbasis PLC”, prototype ini menggunakan sensor photodiode sebagai sensor pengukur kertas yang akan di potong dan di kontrol menggunakan PLC omron. . rancangan tugas akhir yang akan penulis buat yaitu menggunakan *rotary encoder*, menggunakan PLC Schneider dan menggunakan HMI (*Human Machine Interface*) sebagai tampilan ukuran kertas yang akan di potong .<sup>[3]</sup>

Pada tugas akhir yang berjudul “*Design and Implementation Wheelchair For the Blind and Disable Based PID Method*”. Alat ini menggunakan rotary encoder sebagai pengukur jarak tempuh dan menggunakan ultrasonik untuk mendeteksi ada nya benda pada saat bergerak di dalam rute. Perbedaan dengan alat penulis terletak pada metode dimana penulis menggunakan pneumatik yang di kontrol oleh PLC. Keunggulan alat penulis ada pada safety yang lebih tinggi.<sup>[4]</sup>

Kelebihan dari *rotary encoder* itu sendiri ialah harga lebih murah dan terjangkau , efektifitas lebih maksimal dan konfigurasi ke PLC lebih mudah sehingga penggunaan *rotary encoder* ini akan lebih maksimal.

Beberapa sumber perancangan di atas memiliki kesamaan dengan rancangan yang penulis lakukan yaitu mengenai tema yang di angkat tentang pembuatan alat pemotong kertas otomatis , namun dengan metode dan monitoring yang berbeda , kekurangan yang ada pada tugas akhir sebelum nya yaitu masih menggunakan sensor photodiode yang mempunyai keakuratan pengukuran menyesuaikan cahaya

yang ada pada reflektor dan tidak menggunakan HMI untuk pemantauan ukuran kertas yang akan di potong.

Kelebihan rancangan alat yang akan penulis buat dari alat yang telah ada sebelum nya yaitu penggunaan PLC *schneider* sebagai sistem kontrol dan pada rancangan ini penulis menggunakan HMI ntuk memantau atau menampilkan ukuran kertas yang akan di potong melalui tampilan layar.

Dengan demikian , meskipun di atas telah di sebutkan ada nya tugas akhir tema yang serupa dengan apa yang akan penulis lakukan , maka penelitian ini tertarik untuk memperbaiki alat dan mekanisme yang telah ada agar penggunaan alat lebih tbermanfaat dan tepat guna

## **2.2 Dasar Teori**

Untuk merealisasikan alat penyortir barang atau objek maka dasar teori yang diperlukan meliputi : PLC *Schneider*, *Conveyor*, *Belt Conveyor*, sensor photodiode, HMI, Catu Daya, *Relay*, dan Motor DC, *Rotary encoder*. Berikut adalah uraian dari masing-masing landasan teori tersebut.

### **2.2.1 HMI**

HMI (*Human Machine Interface*) adalah perangkat lunak antarmuka berbasis komputer berupa tampilan penghubung antara manusia dengan mesin atau peralatan yang dikendalikan. HMI dapat membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata, visualisasi tersebut dilengkapi dengan data – data yang nyata dan sesuai dengan keadaan di lapangan. Selanjutnya visulisasi tersebut ditampilkan pada monitor – monitor diruang kendali secara *realtime* bahkan sudah dapat diakses secara *online* melalui peralatan elektronik dimanapun dan kapanpun selama ada

jaringan internet. Untuk proses skala kecil seperti di sub sistem maka HMI yang digunakan dapat berupa tampilan *touchscreen* yang lebih sederhana. Pada HMI juga terdapat visualisasi pengendali mesin berupa tombol, *slider* dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu dalam HMI juga ditampilkan alarm jika terjadi kondisi gulungan kertas akan habis.<sup>[5]</sup>

### **2.2.1.1 Fungsi HMI**

1. Memberikan informasi *plant* yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.
2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical (Trending history* atau *real time)*.

### **2.2.1.2 Prinsip Kerja HMI sebagai tampilan kerja alat**

1. Berikut ini adalah deskripsi cara kerja sistem pengangkutan material pada *prototype* konveyor secara umum:
2. Sistem terdiri dari dua bagian yaitu bagian *plant* (perangkat keras) dan bagian aplikasi (perangkat lunak).
3. Proses dapat dimulai dengan menekan tombol *on* pada *plant* di monitor Dalam proses pengangkutan material, sensor yang aktif akan dapat di lihat dari aplikasi. Kondisi barang merah dan hijau yang masuk akan terhitung jumlahnya

4. Bagian aplikasi dapat mengirimkan perintah dan menerima data dari bagian alat dan mengolahnya menjadi data yang dibutuhkan oleh *user*.
5. Bagian aplikasi akan mengambil data pada sensor yang digunakan. Data tersebut digunakan untuk mempermudah proses *maintenance*.<sup>[5]</sup>

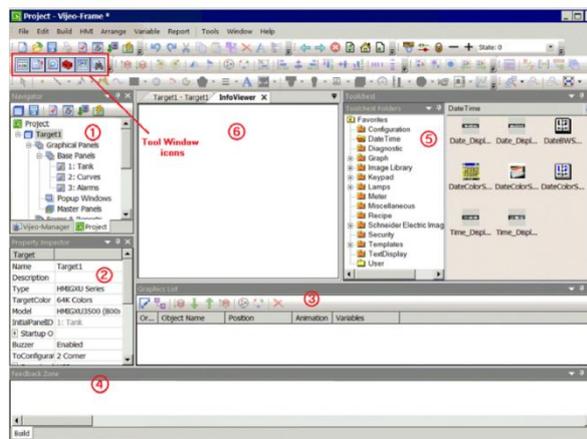
### 2.2.1.3 HMI dengan *Vijeo Designer*

Penggunaan data *Vijeo Designer Basic* menggunakan dua jenis data:

- a. Data internal yang dibuat dalam aplikasi pengguna.
- b. Data yang disediakan oleh perangkat eksternal seperti PLC dan modul I / O jarak jauh.

Objek grafis, skrip, dan panel yang dibuat dengan *Vijeo Designer Basic* dapat disimpan di *Toolchest* sehingga dapat digunakan kembali dalam proyek lain. Kemampuan untuk menggunakan kembali data ini dapat membantu mengoptimalkan pengembangan aplikasi baru dan menstandarisasi layar dalam aplikasi yang dikembangkan. Konektivitas *Multi-PLC* dengan *Vijeo Designer Basic* dapat mengkonfigurasi panel HMI bertujuan untuk berkomunikasi secara bersamaan beberapa perangkat *Schneider Electric* dan pihak ketiga yang berbeda. Pembuatan layar HMI *Vijeo Designer Basic* memungkinkan untuk membuat layar dinamis untuk panel HMI. Ini menggabungkan berbagai fungsi seperti objek bergerak, zoom, indikator level, indikator *on / off*, dan *switch* dalam aplikasi sederhana. Simbol animasi dapat digunakan untuk membuat dan mengedit layar grafis dengan sangat baik secara sederhana. Tindakan *Vijeo Designer Basic* memungkinkan untuk melakukan tindakan, seperti pengaturan variabel atau menjalankan *skrip*, pada waktu berjalan. *Properties Vijeo Designer Basic*

menggabungkan fungsi lanjutan yang menyederhanakan pengelolaan variabel yang digunakan dalam layar animasi. Bekerja di jendela Inspektur Properti, dapat mengkonfigurasi atau memodifikasi variabel dan karakteristik objek. Pesan multi-bahasa *Vijeo Designer Basic* dapat menyimpan *string teks* untuk *alarm*, label, dan objek teks dalam yang sama aplikasi hingga 10 bahasa yang berbeda. Saklar sederhana dapat mengubah tampilan ke yang dipilih bahasa. Mengedit variabel dari aplikasi lain *Vijeo Designer Basic* dapat mengimpor / mengekspor variabel dan resep sebagai *file CSV*. Demikian pula, variabel dibuat di *Vijeo Designer Basic* dapat diekspor ke aplikasi lain. Gambar 2.1 menunjukkan gambar tampilan awal *vijeo designer*.<sup>[5]</sup>



**Gambar 2.1** *Vijeo Designer*

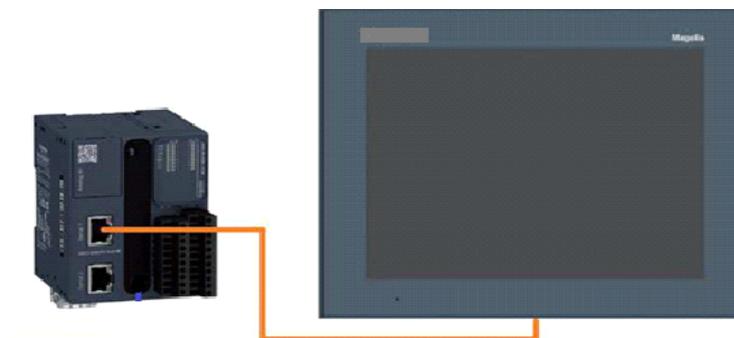
*Vijeo Designer Basic* adalah aplikasi perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat panel operator dan mengkonfigurasi parameter operasi untuk seri HMIGXU dari mesin target dan menyediakan semua alat yang diperlukan untuk merancang proyek HMI, mulai dari akuisisi data hingga pembuatan dan tampilan animas gambar yang di tunjukkan pada gambar 2.2. <sup>[5]</sup>



**Gambar 2.2** Tampilan *Vijeo Designer*

#### **2.2.1.4 Monitor atau Display untuk PLC**

Monitor berfungsi sebagai tampilan dari hasil kerja alat dan alat pengontrol hidup atau matinya kerja alat. Monitor akan menampilkan jumlah barang merah dan hijau yang masuk dan terdapat fitur *on/off* sebagai kontrol menghidupkan atau mematikan kerja alat. Sebagai *Operating System* pada monitor digunakan Window 7 karena lebih mudah mengkonekan dan kompatibel dengan aplikasi *Vijeo Designer*, gambar 2.3 menunjukkan monitor mini pc to plc.<sup>[5]</sup>



**Gambar 2.3** Monitor Window to PLC

### 2.2.1.5 Konfigurasi SoMachine dan Vijeo Designer

1. Petunjuk Pertama pada gambar 2.4 ,untuk menjalankan program SoMachine Basic

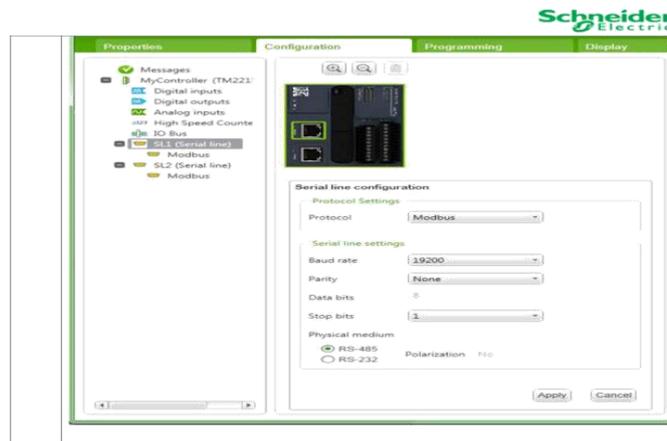
Pada SoMachine Basic, pada tab “*Configuration*” pilih PLC M221 yang sesuai kebutuhan aplikasi, dari katalog di sebelah kanan. Pada contoh, menggunakan TM221M16R.



**Gambar 2.4** *Configuration*

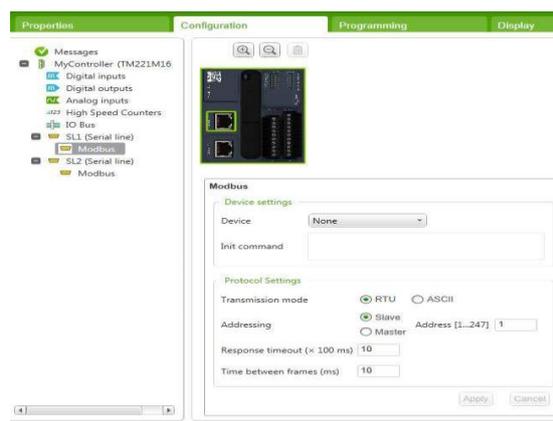
2. Petunjuk berikutnya pada gambar 2.5 mengatur *Serial Line Configuration*. Masih pada tab “*Configuration*”, pada bagian kiri, pilih bagian “*SL1 (Serial line)*”. Di tengah, “*Serial line configuration*”, pilih *Protocol: Modbus*. *Serial line settings: Baud rate 19200, Parity: None, Stop bits : 1*. Click “*Apply*”. *Setting serial line* ini harus sama dengan *setting port serial HMIGTO* di *Vijeo Designer*. *Physical medium: RS-485*. Dengan RS-485, sambungan kabel serial langsung ke HMI *touchscreen*, tanpa pengisolasian, maksimum panjangnya 15 meter. Jika diperlukan lebih dari 15 meter, diperlukan sepasang unit *serial isolation module* TWDCAISO, dimana satu dipasang dekat dengan PLC M221, yang lain dipasang dekat HMI

touchscreen. Untuk kabel yang panjang, Baud rate harus menggunakan nilai yang lebih rendah.



**Gambar 2.5** *Serial Line Configuration*

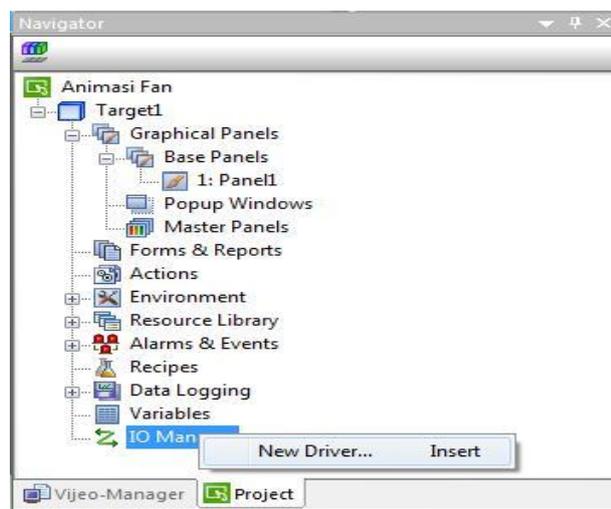
- Petunjuk berikutnya pada gambar 2.6 mengatur *Transmission mode*  
Tekan tombol + pada “SL1 (Serial line). *Device: None, Transmission mode*  
: RTU, Slave. *Addressing: Address:1*. Click “Apply”. HMI touchscreen akan berperan sebagai *Master*, sedangkan PLC M221 berpesan sebagai *Slave*.



**Gambar 2.6** *Transmission Mode*

4. Petunjuk selanjut nya adalah *navigator*.

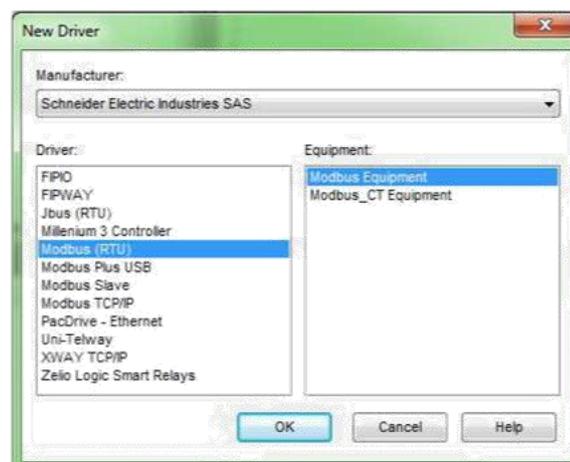
Pada *Vijeo Designer*, pada “ *Navigator*” panel, klik kanan pada “ *I/O Manager*” , pilih “ *New driver*”.pada gambar 2.7



**Gambar 2.7** Tool Navigator pada *Vijeo Designer*

5. Petunjuk selanjut nya untuk mengatur modbus

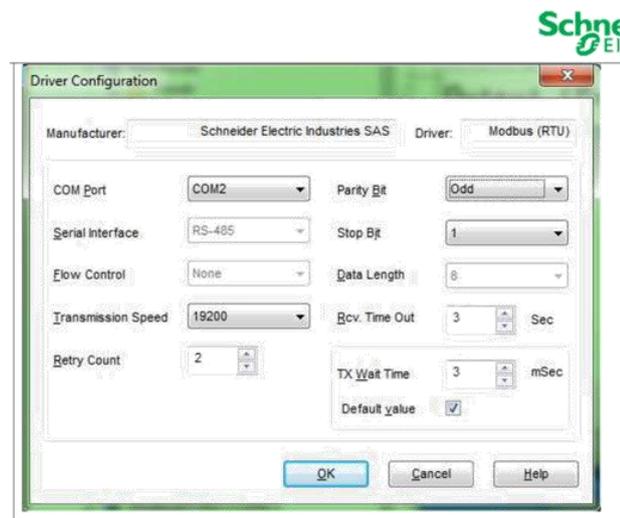
Pilih *Manufacturer* “*Schneider Electric Industries SAS*”, lalu pilih *driver* “*Modbus (RTU)*” dan *equipment* “*Modbus Equipment*”. Di tunjukan pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Tool Modbus Equipment

Untuk HMIGTO, untuk menggunakan *port serial* RJ45, pilih COM Port : COM2. menyamakan “*Transmission Speed*” dengan “*Baud rate*”, “*Parity Bit*” dengan “*Parity*” dan “*Stop Bit*” dengan “*Stop bits*” di *SoMachine Basic* . pada gambar 2.9.

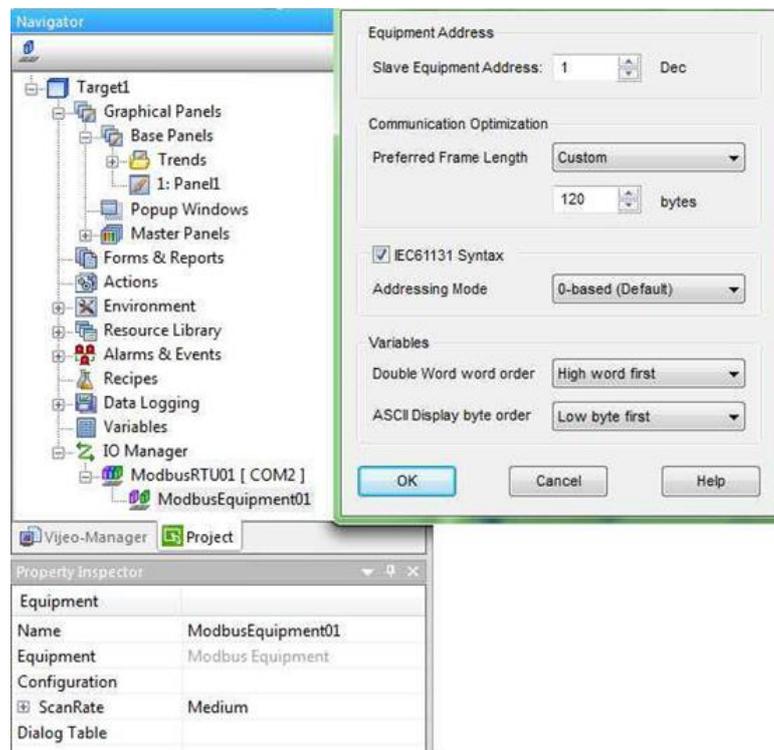
2). Klik “OK”



**Gambar 2.9** *Driver Configuration*

6. Petunjuk terakhir yaitu untuk mengatur navigator pada tool navigator

Di dalam *driver* “*Modbus RTU01 (COM2)*” yang baru dibuat, terdapat *Modbus Equipment*, yang nama *defaultnya* “*ModbusEquipment01*” yaitu PLC yang akan berkomunikasi dengan HMI *touchscreen*, lalu memasukkan *Slave Equipment Address* yang sama dengan yang dimasukkan di *SoMachine Basic* (nomor 3).<sup>[5]</sup>



**Gambar 2.10** *Tool Navigator*

## 2.2.2 PLC Schneider



**Gambar 2.11** PLC Schneider

Pada gambar 2.11 PLC didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti: logika, sekuen, timing, counting, dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai

dengan yang diinginkan. Dalam mengeksekusi program, PLC memerlukan waktu scan untuk satu siklus eksekusi. Waktu scan ini terdiri dari beberapa proses, yakni pemrosesan internal, pembacaan masukan, pemrosesan program dan pengeluaran keluaran. Pemrosesan ini menyangkut penyalan status lampu indikator, pendeteksian mode *RUN* atau *STOP*, dan lainnya. Proses pembacaan masukan merupakan proses membaca modul input yang digunakan. Pemrosesan program merupakan proses PLC dalam mengolah data input sesuai dengan program yang dibuat. Proses pengeluaran keluaran adalah proses PLC dalam mengeluarkan data yang akan dikeluarkan yang ditambahkan pada PLC. Semua proses ini dilakukan berurutan dan akan selalu berulang.<sup>[6]</sup>

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.

Di dalam dunia modern yang mengutamakan kenyamanan dan kecepatan, sistem yang bekerja secara otomatis akan semakin banyak. Otomatis sering kali diartikan sebagai “tidak menggunakan tenaga manusia”. Pada kenyataannya adalah

sebuah kondisi, teknik, dan peralatan yang dioperasikan secara otomatis. Latar belakang tersebut yang mendorong dunia industri untuk meningkatkan sistem otomatis dalam membuat produk yang besar dan waktu yang sedikit. Salah satu pengendali yang paling populer dalam industri, khususnya yang bekerja secara sekuensial, ialah PLC. Ada berbagai macam tipe-tipe PLC Schneider yang dipakai di suatu industri salah satunya yaitu PLC Modicon M221. PLC modicon M221 merupakan produk PLC Schneider electric yang terbaru diluncurkan. Pengontrol Modicon M221 terbaru dirancang untuk membantu pembangun mesin merancang dan membangun mesin lebih cepat sambil meningkatkan profitabilitas. Sebagai bagian dari *MachineStruxure* generasi berikutnya, solusi otomatisasi mesin yang komprehensif dan terpadu dari pengendali perangkat keras, perangkat lunak, arsitektur siap digunakan, dan jasa teknis dari Schneider Electric, Modicon M221 memberikan performa yang luar biasa dalam ukuran yang sangat kompak. Fungsi-fungsi yang tertanam sangat mengesankan untuk meningkatkan profitabilitas. di tunjukkan pada gambar 2.12<sup>[6]</sup>



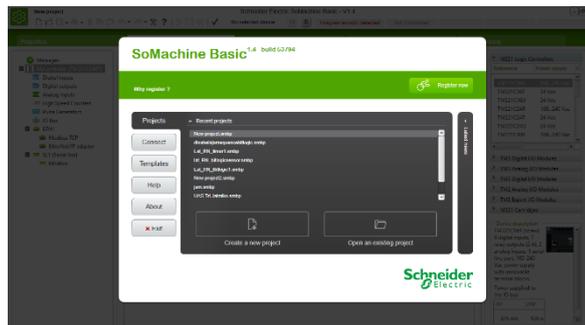
**Gambar 2.12** PLC Modicon M221

*Main Specification :*

<i>Range of product</i>	: Modicon M221
<i>Product or component type</i>	: <i>Logic controller</i>
<i>[Us] rated supply voltage</i>	: 100-240 VAC
<i>Discrete input number</i>	: <i>9 discrete input conforming to IEC</i>
<i>61131-2 Type 1 including 4 fast input</i>	
<i>Analogue input number</i>	: <i>2 at input range : 0-10 V</i>
<i>Discrete output type</i>	: <i>Relay normally open</i>
<i>Discrete output number</i>	: <i>7 relay</i>
<i>Discrete output voltage</i>	: <i>5-250VAC ; 5-125 VDC</i>
<i>Discrete output current</i>	: <i>2 A</i>

Pemrograman PLC dilakukan dengan komputer dalam sistem operasi *windows*, sehingga mudah dalam menggunakannya. PLC memiliki perangkat lunak sendiri untuk memprogramnya, yakni *So Machine Basic. Software* ini memiliki keunggulan, yaitu :

- Mudah dalam pemrograman.
- *Comissioning* mudah (Pemrograman melalui *USB/Ethernet*, fungsi *upload*, menyimpan adat mengembalikan datapem).
- Fleksibilitas dan Skalabilitas.



**Gambar 2.13** Software *SoMachine Basic*

Pada gambar 2.13 PLC juga menyajikan beberapa bentuk bahasa dan cara untuk memprogram suatu PLC, diantaranya:

- a. Bahasa *Ladder* atau bahasa grafis

Bahasa jenis ini merupakan penggambaran diagram relay kedalam program, sehingga bahasa *ladder* ini sangat cocok untuk proses sistem kombinasional yang menyajikan elemennya, yakni kontaktor dan koil. Kalkulasi numeris dapat diprogramkan menggunakan bahasa jenis ini dengan menuliskannya didalam blok operasi yang telah disediakan oleh perangkat lunak.

- b. Bahasa *boolean* atau bahasa list instruksi

Bahasa jenis ini dapat dikatakan sebagai sebuah bahasa mesin untuk menuliskan operasi-operasi proses numeris atau logis.

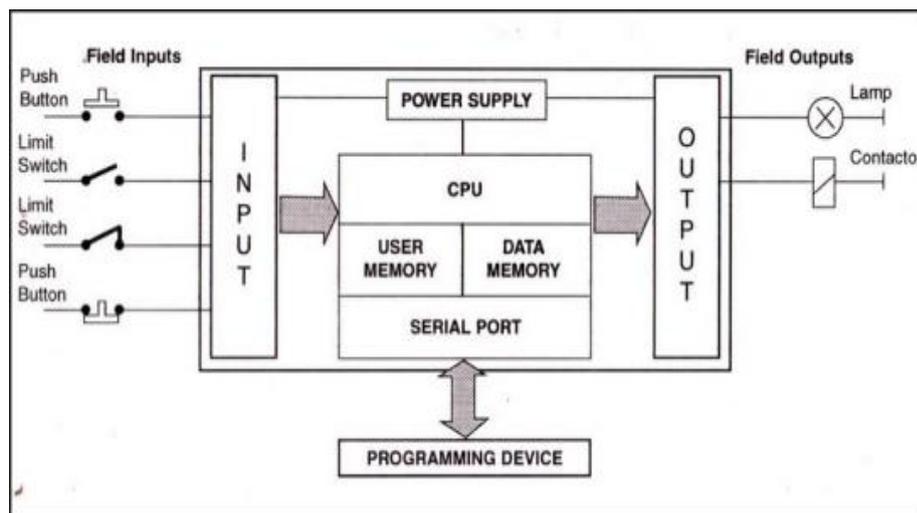
- c. Bahasa teks terstruktur

Bahasa jenis ini memungkinkan pembuatan berbagai algoritma kendali pada PLC. Bahasa teks terstruktur merupakan sebuah tipe bahasa pemrosesan

data yang menggunakan penulisan terstruktur dari proses logis dan numeris.

d. Bahasa *grafcet*

Bahasa ini digunakan untuk mempresentasikan operasi dari sebuah sistem kontrol sekuensial didalam cara grafis dan terstruktur. Pada gambar 2.14.<sup>[6]</sup>

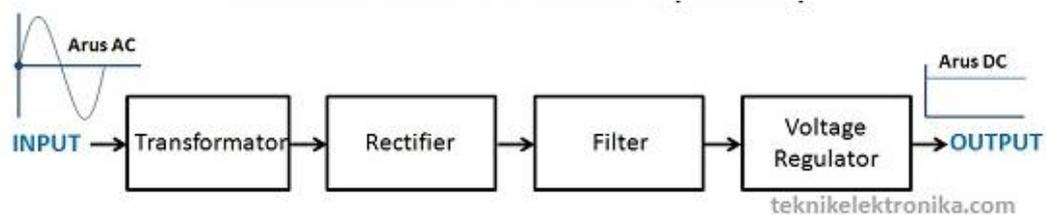


**Gambar 2.14** Blok Diagram Pemrosesan PLC Schneider

### 2.2.3 Daya

Peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC *Power supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan

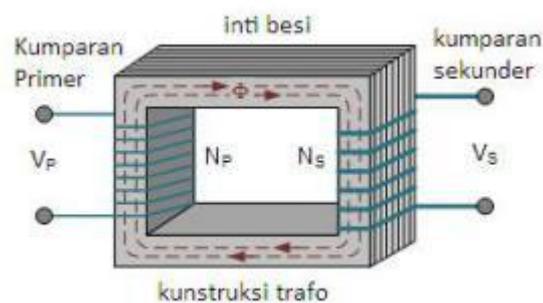
Catu daya DC. *DC Power supply* atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”.<sup>[7]</sup>



**Gambar 2.15** Blok Diagram Catu Daya

Pada gambar 2.15 menunjukkan cara kerja Sebuah *DC Power supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator*.

### 2.2.3.1 Transformator *Step Down*



**Gambar 2.16** Bagian Inti Trafo

Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Pada gambar 2.16 Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai

*input*, kumparan kedua (skunder) yang bertindak sebagai *output*, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

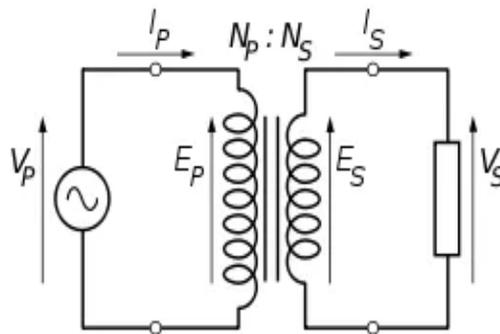
Prinsip kerja dari sebuah transformator adalah sebagai berikut. Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

Ketika arus listrik dari sumber tegangan yang mengalir pada kumparan primer berbalik arah (berubah polaritasnya) medan magnet yang dihasilkan akan berubah arah sehingga arus listrik yang dihasilkan pada kumparan sekunder akan berubah polaritasnya.

Transformator *Step Down* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ( $N_p > N_s$ ).

Rumus Perbandingan Trafo<sup>[7]</sup>

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S} \dots\dots\dots (2.1)$$



**Gambar 2.17** Dasar Rangkaian Trafo

Pada gambar 2.17 di atas menunjukkan gambar rangkaian dasar Trafo. Adapun keterangan gambar tersebut ialah :

- $V_p$  = tegangan pada kumparan primer (volt)
- $V_s$  = tegangan pada kumparan sekunder (volt)
- $I_p$  = arus pada kumparan primer (A)
- $I_s$  = arus pada kumparan sekunder (A)
- $N_p$  = banyak lilitan primer
- $N_s$  = banyak lilitan sekunder

### Rumus Efisiensi Trafo

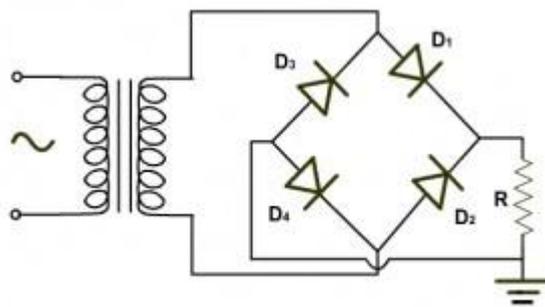
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \text{ atau } \eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \text{ -----}$$

- $\eta$  = efisiensi transformator (%)
- $P_s$  = daya pada kumparan sekunder (W)
- $P_p$  = daya pada kumparan primer (W)
- $I_s$  = arus pada kumparan sekunder (A)

$I_p$  = arus pada kumparan primer (A)

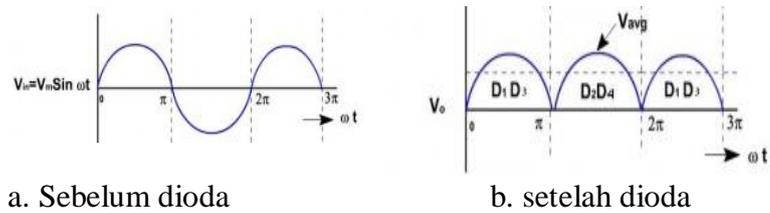
### 2.2.3.2 Rectifier Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator *non-CT* seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.18 .<sup>[7]</sup>



**Gambar 2.18** Full Wave Rectifier 4 Bridge

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward* bias dan D1, D2 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik *output* pada gambar 2.19 <sup>[7]</sup>

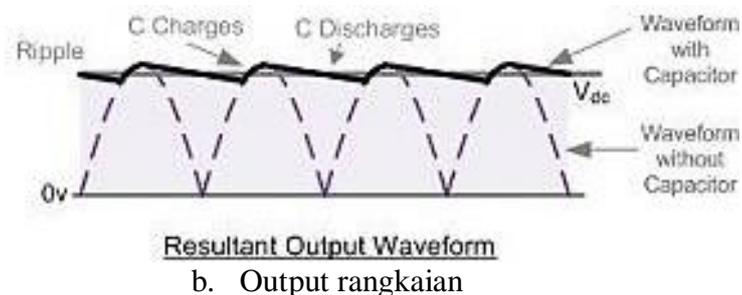
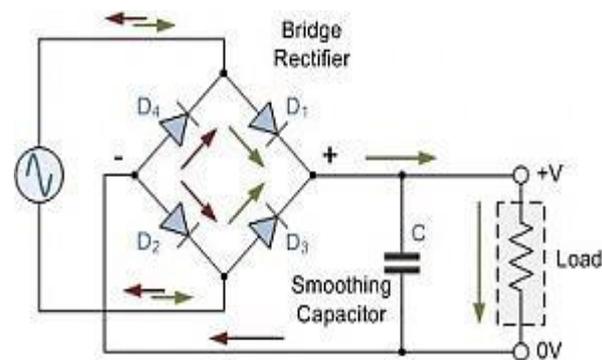


**Gambar 2.19** Full Wave Rectifier Output

(a) Sebelum Dioda (b) Setelah Dioda

### 2.2.3.3 Filter

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah seperti di tunjukkan pada gambar 2.20 .



**Gambar 2.20** Full Wave Rectifier Bridge Filter; (a) Rangkaian keseluruhan (b) Output rangkaian

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_{dc} = \frac{2V_{max}}{\pi} \text{-----}$$

Kemudian untuk nilai *ripple* tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{Ripple} = \frac{I_{Load}}{fC} \text{-----}$$

#### 2.2.3.4 IC *Fix Voltage Regulator*

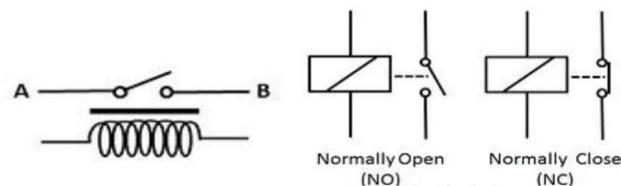
Regulator tegangan adalah bagian *power supply* yang berfungsi untuk memberikan stabilitas *output* pada suatu *power supply*. *Output* tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada *power supply*. Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Regulator tegangan untuk suatu *power supply* paling sederhana adalah menggunakan dioda zener, tetapi ada juga yang menggunakan IC Regulator.

Salah satu IC regulator yaitu *Fixed Voltage Regulator*. *Fixed Voltage Regulator* adalah jenis IC regulator tetap atau pengatur tegangan tetap. Batas *output* tegangan yang dihasilkan oleh IC nilainya tetap. Contoh IC 7805 memiliki batas nilai *output* 5 volt dan tidak bisa diubah lagi.<sup>[7]</sup>

*Fixed Voltage Regulator* dibedakan menjadi dua jenis yakni *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator*. Contoh dari *Positive Voltage Regulator* adalah IC 78xx. Nilai yang ada di belakang tipe IC atau nilai xx menunjukkan batas nilai tegangan IC tersebut. Misal 7805 punya batas nilai 5 volt, 7809 punya batas 9 volt, dan 7812 punya batas 12 volt.

Sedangkan contoh *Negative Voltage Regulator* adalah IC tipe 79xx seperti 7905 dan 7912. Sebenarnya *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator* punya fungsi sama. Yang membedakan antara dua jenis IC *fixed regulator* tersebut hanyalah polaritas yang ada pada tegangan *outputnya*.<sup>[7]</sup>

#### 2.2.4 Relay

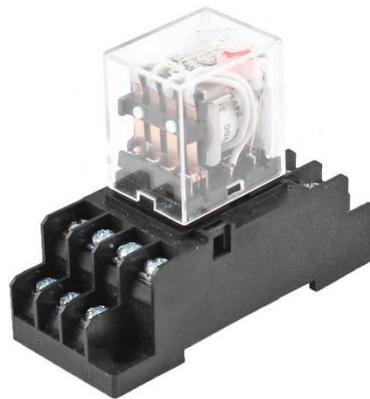


**Gambar 2.21** rangkaian *Relay*

Pada gambar di atas gambar 2.21 menunjukkan prinsip kerja sebuah relay , *Relay* merupakan suatu komponen elektronika yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk memutus atau menghubungkan aliran besaran listrik. *Relay* terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:<sup>[8]</sup>

1. *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan *Normally Close* (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama *relay* yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.

3. Kontak, merupakan sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada atau tidaknya arus listrik pada *coil*. Ada 2 jenis kontak pada relay yaitu :
- a. *Normaly open* adalah kondisi *relay* di mana sebelum mendapatkan logic 1 atau tidak mendapatkan tegangan adalah terbuka (*OFF*).
  - b. *Normaly close* adalah kondisi *relay* di mana sebelum mendapatkan logic 1 atau tidak mendapatkan tegangan adalah menutup (*ON*)



**Gambar 2.22** *Relay*

Pada gambar 2.22 merupakan Modul *Relay* , relay ini digunakan sebagai *electronic-switch* yang dapat digunakan untuk mengendalikan *ON/OFF* peralatan listrik berdaya besar, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Menggunakan *Relay* SONGLE SRD-24VDC-SL-C.
- 2) Menggunakan tegangan rendah, 24V, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem PLC.
- 3) Tipe *relay* adalah SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 COMMON, 1 NC (*Normally Close*), dan 1 NO (*Normally Open*).
- 4) Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.

- 5) Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler.
- 6) Deskripsi : Modul ini menggunakan *relay Sngle* untuk kontrol, voltase AC maks pada 250V, arus AC maks pada tegangan 10A, DC 30V DC saat ini maksimum 10A; Pada dasarnya menghubungkan TTL tinggi dan TTL terbuka atau rendah. 9013 atau transistor setara dengan drive (untuk 4 saluran), transistor 8550 atau ekuivalen (untuk 8 saluran dan 2 saluran) untuk dikendarai, Tegangan operasi 24V. Dengan lubang baut tetap untuk memudahkan pemasangan. Indikator daya (hijau), empat indikator status *relay* (merah).
- 7) Sambungan : *VCC connect to 24V, GND connect to GND, 1N1-1N3 relay control interface connected MCU's IO port.*<sup>[8]</sup>

### **2.2.5 Roller**

*Roller* adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi menjepit suatu benda agar benda tersebut menjadi pipih atau tertarik , Dalam kondisi tertentu, *roller* banyak dipakai karena lebih baik dan mudah cara kerjanya. Roller ini akan menarik kertas yang akan di potong , roller tersebut di gerakkan oleh motor dc 24V sebagai penggerak utama. Pada alat ini roller di fungsikan sebagai penarik serta menjepit kertas yang akan terpotong agar kertas tersebut pada saat terpotong tidak berubah posisi. pada gambar 2.23 menunjukkan gambar roller yang di pakai.<sup>[9]</sup>



**Gambar 2.23** *Roller*

### **2.2.6 Motor DC**

Motor DC memerlukan *supply* tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor ( bagian yang berputar).

Bentuk motor yang paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas diantara kutub-kutub magnet permanen. Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak balik.

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar

yang berputar dalam medan magnet dihasilkan tegangan (GGL) , adapun gambar motor dc tersebut di tunjukkan pada gambar 2.24.<sup>[10]</sup>



**Gambar 2.24** Motor DC JYHE-63200-3

Adapun spesifikasi motor dc di atas di tunjukkan pada tabel 2.1 di bawah ini :

**Tabel 2.1** Spesifikasi Motor DC

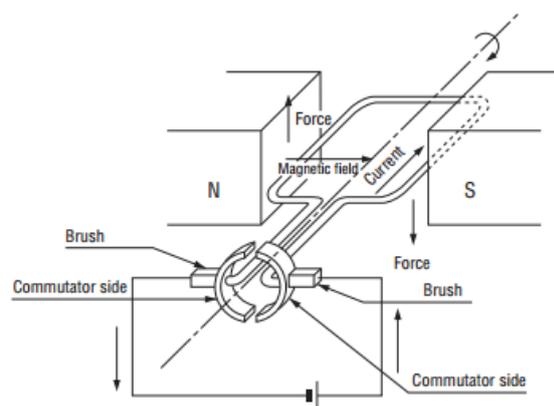
Terukur	Ukuran
<i>Rated voltage</i>	24 VDC
<i>Diameter – outline</i>	37 mm
<i>Gear ratio</i>	1/10 ~ 1/1500
<i>Rated torque</i>	4.9 (mN . m)
<i>Rated speed</i>	95 (rpm)

### 2.2.6.1 Prinsip Kerja Motor

Penjelasan dari operasi tersebut adalah sebagai berikut. Bila arus listrik dilewatkan melalui rotor melalui komutator, karena berada di medan magnet, ia berputar. Gaya rotasi ini digunakan untuk melakukan kerja mekanik.

Dalam penggunaan motor DC ini perlu beberapa hal yang diperhatikan saat digunakan, yaitu : untuk meningkatkan rasio reduksi menghasilkan torsi yang meningkat, namun ada batasan kekuatan material, jadi jika torsi awal untuk motor yang digerakkan melebihi kekuatan yang dijamin, hindari mengunci poros *output*; Bila menggunakan ikat pinggang untuk mentransmisikan torsi dari poros *output*, masalah dapat terjadi pada nilai PV dari bahan poros roda gigi yang secara drastis mengurangi umur, jadi perlu perawatan; Hindari komponen pas tekan ke poros *output*; Saat menggunakan *pulsa drive* dalam mode operasi, hati-hati untuk menghindari penggunaan beban kejut yang tidak perlu pada roda gigi.

Jangan mencoba memodifikasi atau membongkar motor DC yang disesuaikan. Secara khusus, *pinholing* atau *cutting* poros akan menghasilkan kinerja yang terdegradasi dan harus benar-benar dihindari. Hal tersebut di tunjukkan pada gambar 2.25<sup>[10]</sup>

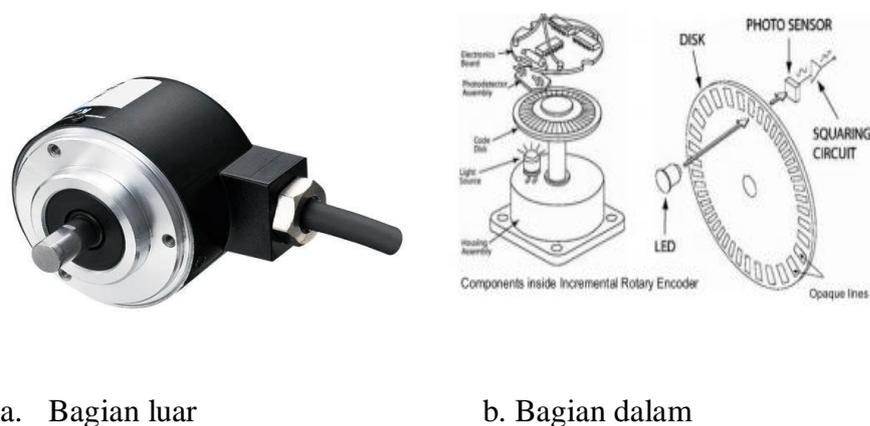


**Gambar 2.25** Prinsip Kerja Motor DC

### 2.2.7 Rotary encoder

*Rotary Encoder* adalah suatu komponen elektro mekanis yang memiliki fungsi untuk memonitoring posisi angular pada suatu poros yang berputar. Dari

perputaran benda tersebut data yang termonitoring akan diubah ke dalam bentuk data digital oleh *rotary encoder* berupa lebar pulsa kemudian akan dihubungkan ke kontroler (Mikrokontroler/PLC). Berdasarkan data yang di dapat berupa posisi *angular* (sudut) kemudian dapat diolah oleh kontroler sehingga mendapatkan data berupa kecepatan, arah, dan posisi dari perputaran porosnya. Hal tersebut di jelaskan pada gambar 2.26.<sup>[11]</sup>



a. Bagian luar

b. Bagian dalam

**Gambar 2.26** *Rotary encoder*

( a ) **bagian luar** ( b ) **bagian dalam**

Untuk menentukan panjang suatu benda dengan menggunakan putaran atau pulsa yang di haislkan oleh *rotary encoder* bisa di tentukan dengan rumus. <sup>[9]</sup>

Pada alat ini *rotary encoder* sebagai pengukur panjang kertas yang memanfaatkan putaran per menit untuk mengetahui berapa pulsa yang di hasilkan

dan ukuran panjang kertas dalam putaran tersebut. Adapun spesifikasi *rotary encoder* di tunjukkan pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Spesifikasi *rotary encoder*

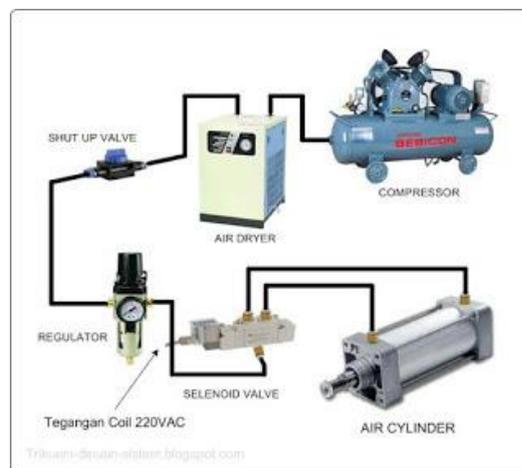
Terukur	Ukuran
<i>Type</i>	E40S6-360-3-T-24
<i>Power source</i>	DC12-24V
<i>Shaft</i>	E40S6
<i>Size</i>	38*35.5mm/1.49*1.39"
<i>Output</i>	AB 2 phase
<i>Speed max</i>	5000 RPM
<i>Max. Response frequency</i>	300 kHz

### 2.2.8 Pneumatik

Pneumatik adalah suatu filsafat (*science*) yang menggunakan tekanan udara (*compressed air*) untuk mengerjakan sesuatu yang sifatnya lurus (*linear*) atau memutar (*rotational*). Tenaga fluida adalah istilah yang mencakup pembangkitan, kendali dan aplikasi dari fluida bertekanan yang digunakan untuk memberikan gerak. Berdasarkan *fluida* yang digunakan tenaga fluida dibagi menjadi pneumatik, yang menggunakan udara.<sup>[12]</sup>

Dasar dari aktuator tenaga *fluida* adalah bahwa *fluida* mempunyai tekanan yang sama ke segala arah. Dalam sistem pneumatik, aktuator berupa batang piston mendapat tekanan udara dari katup masuk, yang kemudian memberikan gaya

kepadanya. Gaya inilah yang menggerakkan *piston* pneumatik, baik maju atau mundur. Pada dasarnya sistem pneumatik dan *hidrolik* tidaklah jauh berbeda. Perbedaan utama keduanya adalah sifat dari *fluida* kerja yang digunakan. Cairan adalah *fluida* yang tidak dapat ditekan (*incompressible fluid*) sedangkan udara adalah *fluida* yang dapat terkompresi (*compressible fluida*)<sup>[12]</sup>



**Gambar 2.27** Prinsip kerja pneumatik.

Pada gambar 2.27 menjelaskan prinsip kerja pneumatic . gerakan disebabkan oleh adanya tekanan Udara sebagai *fluida* kerja pada sistem pneumatik memiliki karakteristik khusus, antara lain :

- Jumlahnya tak terbatas
  - a. Mencari tekanan yang lebih rendah
  - b. Dapat dimampatkan
  - c. Memberi tekanan yang sama rata ke segala arah
  - d. Tidak mempunyai bentuk (menyesuaikan dengan tempatnya)

e. Mengandung kadar air

Pada sistem pneumatik terdapat beberapa komponen utama, yaitu:

- sistem pembangkitan udara terkompresi yang mencakup kompresor, *cooler*, *dryer*, tanki penyimpan.
- Unit pengolah udara berupa filter, regulator tekanan, dan *lubrifier* (*pemercik oli*) yang lebih dikenal sebagai *Air Service Unit*
- Katup sebagai pengatur arah, tekanan, dan aliran fluida
- Aktuator yang mengkonversikan energi fluida menjadi energi mekanik
- Sistem perpipaan
- Sensor dan transduser
- Sistem kendalidan display

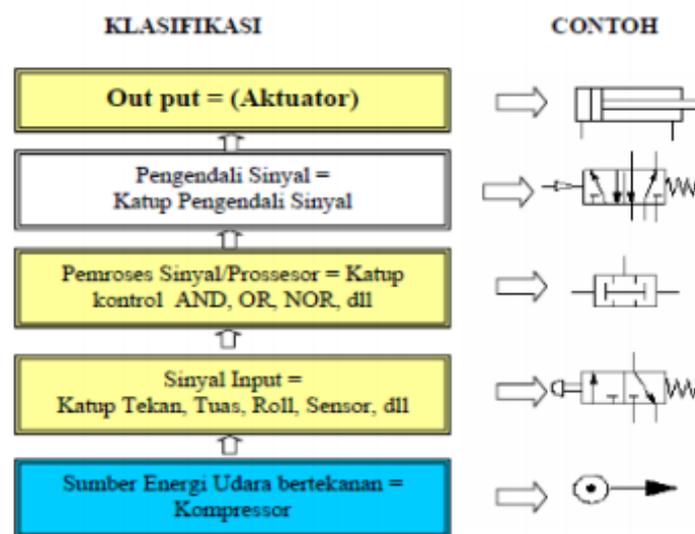
Gambar menunjukkan suatu sistem pneumatik yang disederhanakan. Untuk mengendalikan katup di perlukan suatu kontroler. Kontroler ini dapat berupa rangkaian pneumatik atau pun rangkaian elektrik. Sistem pneumatik menggunakan rangkaian kontroler elektrik disebut sebagai sistem elektro pneumatik

Pneumatik menggunakan hukum-hukum *aeromekanika*, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya luar (*aerostatika*) dan aliran (*aerodinamika*). Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan.<sup>[12]</sup>

Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara mampat (udara bertekanan).

### 2.2.8.1 Klasifikasi Elemen Pneumatik

Elemen pada pneumatik memiliki bagian-bagian yang mempunyai fungsi berbeda. Secara garis besar pembagian elemen pada pneumatik ini dijelaskan pada gambar 2.28.



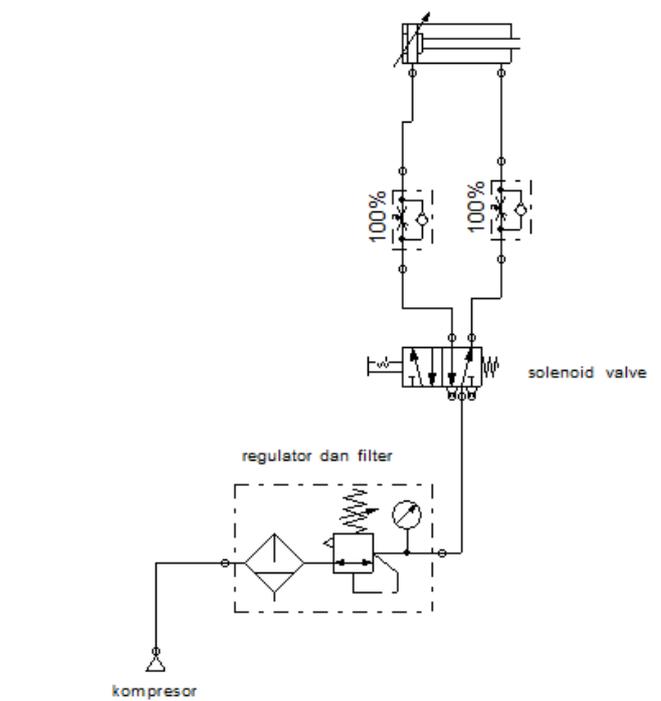
**Gambar 2.28** Klasifikasi elemen sistem pneumatik (*FESTO FluidSIM*)

Fungsi setiap komponen perlu dimengerti agar dapat menempatkan secara tepat, memperlakukan secara benar dan merawat secara proporsional. Seperti kita ketahui bahwa menurut fungsinya komponen tersebut dikelompokkan<sup>[12]</sup> :

- Unit tenaga yaitu *air generation and distribution*
- Unit pengatur atau control elemen yaitu mulai dari yang berfungsi sebagai pemberi isyarat masukan (*signal input*) sampai dengan final control element.

- Unit penggerak atau working element baik berupa silinder pneumatik , motor pneumatik atau *limited rotary actuator*.
- Konduktor dan konektor yang berfungsi menghubungkan komponen yang satu ke komponen yang lain.

Pada gambar 2.29 berikut merupakan diagram pneumatik dengan pembagian elemennya.



**Gambar 2.29** Diagram pneumatik dengan pembagian elemennya

### 2.2.8.2 Peralatan Pada Sistem Pneumatik

#### a. Kompresor

Kompresor berfungsi untuk membangkitkan atau 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. Pemilihan jenis kompresor yang digunakan tergantung dari syarat-syarat pemakaian yang harus dipenuhi misalnya dengan tekanan kerja dan volume udara yang akan diperlukan dalam sistem peralatan (katup dan silinder pneumatik). Pada gambar 2.30 menunjukkan gambar kompresor .<sup>[12]</sup>

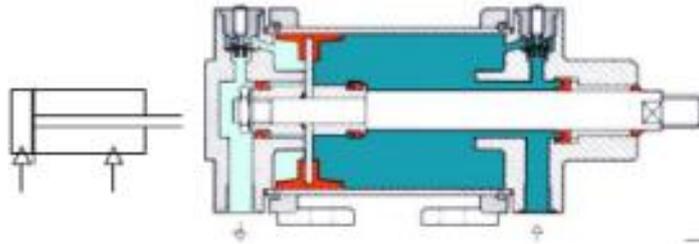


**Gambar 2.30.** Kompresor

b. Silinder pneumatik kerja ganda

Silinder ini mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder yang memiliki batang torak (piston rod) pada satu sisi dan ada pula yang memilikinya pada kedua sisi. Konstruksinya yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan. Silinder pneumatik penggerak ganda akan maju atau mundur 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 melalau 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. Hal tersebut di tunjukan pada gambar 2.31.<sup>[12]</sup>



**Gambar 2.31.** Silinder pneumatik kerja ganda

### c. *Air Service Unit*

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

1. Tidak mengandung banyak debu yang dapat menyebabkan keausan komponenkomponen dalam sistem pneumatik.
2. Mengandung kadar air rendah, kadar air yang tinggi dapat menyebabkan korosi dan kemacetan pada peralatan pneumatik
3. pelumas, pelumas sangat diperlukan untuk mengurangi gesekan antar komponen yang bergerak seperti pada katup-katup dan aktuator

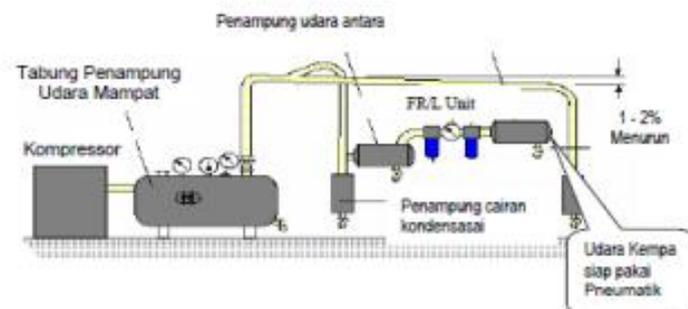
Secara lengkap suplai udara bertekanan memiliki urutan sebagai berikut: Filter udara, sebelum udara atmosfer dihisap kompresor, terlebih dahulu disaring agar tidak ada partikel debu yang merusak kompresor. Kompresor digerakkan oleh motor listrik atau mesin bensin/diesel tergantung kebutuhan. Tabung penampung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

Pengolahan udara bertekanan agar memenuhi persyaratan memerlukan peralatan yang memadai, antara lain :

1. 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.
2. Tangki udara Berfungsi untuk menyimpan udara bertekanan hingga pada tekanan tertentu hingga pengisian akan berhenti, kemudian dapat digunakan sewaktu-waktu diperlukan.
3. Pengering udara (*air dryer*)
4. Kompresor Berfungsi untuk menghisap udara atmosfer kemudian dimampatkan ke tabung penyimpan hingga tekanan tertentu. Sebelum digunakan harus ada sistem pengolahan udara bertekanan untuk membersihkan dan mengeringkan sebelum digunakan.
5. Pemisah air Udara bertekanan yang keluar melalui filter masih mengandung uap air. Kelembaban dalam udara bertekanan dapat menyebabkan korosi pada

semua saluran, sambungan, katup, alat-alat yang tidak dilindungi sehingga harus dikeringkan dengan cara memisahkan air melalui tabung pemisah air,

6. Tabung pelumas Komponen sistem pneumatik memerlukan pelumasan (*lubrication*) agar tidak cepat aus, serta dapat mengurangi panas yang timbul akibat gesekan. Oleh karena itu udara bertekanan/mampat harus mengandung kabut pelumas yang diperoleh dari tabung pelumas pada regulator.
7. Regulator udara bertekanan Udara yang telah memenuhi persyaratan, selanjutnya akan disalurkan sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengatur besar kecilnya udara yang masuk, diperlukan keran udara yang terdapat pada regulator, sehingga udara yang disuplai sesuai dengan kebutuhan kerjanya. Hal tersebut di tunjukkan pada gambar 2.32.

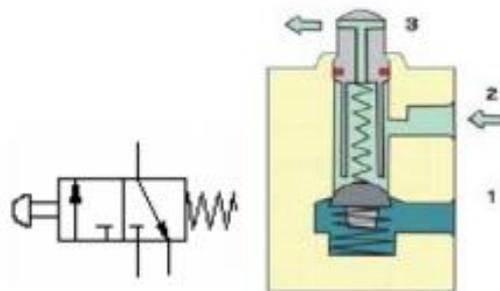


**Gambar 2.32** Air service unit

- a. Katup sinyal pneumatik 3/2 NC (*Push button-Pegas*)

Katup ini biasanya dipergunakan sebagai tombol *start* atau *off* pada sistem pneumatik. Terdiri dari tiga port atau lubang dan dua kamar dengan pengembali pegas. Katup ini bekerja bila tombol penekan pada katup tertekan secara manual melalui nok yang terdapat pada silinder Pneumatik atau karena adanya sistim

mekanik lainnya. Saat posisi katup pneumatik belum tertekan yaitu saat katup tidak dioperasikan, saluran 2 berhubungan dengan 3, dan lubang 1 tertutup sehingga tidak terjadi kerja apa-apa. Katup akan bekerja dan memberikan reaksi apabila ujung batang *piston* (batang penekan) sudah mendekat dan menyentuh pada roller-nya. Saat tombol penekan tertekan maka terlihat bahwa lubang 1 berhubungan dengan saluran 2, sedangkan saluran 3 menjadi tertutup. Hal ini akan berakibat bahwa udara bertekanan dari lubang 1 akan diteruskan ke saluran 2. Aplikasinya nanti adalah saluran 2 itu akan dihubungkan pada katup pemroses sinyal berikutnya. Saluran 2 akan berfungsi sebagai pemberi sinyal pada katup berikutnya. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.33.

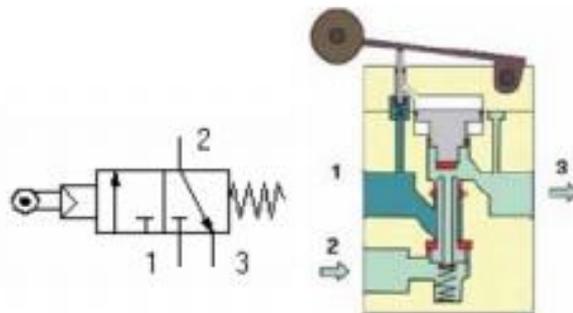


**Gambar 2.33.** Katup 3/2 *Push button*-pegas

b. Katup sinyal pneumatik 3/2 *NC (Roller-Pegas)*

Katup ini sering digunakan sebagai saklar pembatas yang dilengkapi dengan roll sebagai tombol. Katup ini bekerja bila tombol roll pada katup tertekan secara manual melalui nok yang terdapat pada silinder Pneumatik atau karena adanya sistem mekanik lainnya. Saat posisi katup pneumatik belum tertekan yaitu saat katup tidak dioperasikan, saluran 2 berhubungan dengan 3, dan lubang 1 tertutup sehingga tidak terjadi kerja apa-apa. Katup akan bekerja dan memberikan reaksi

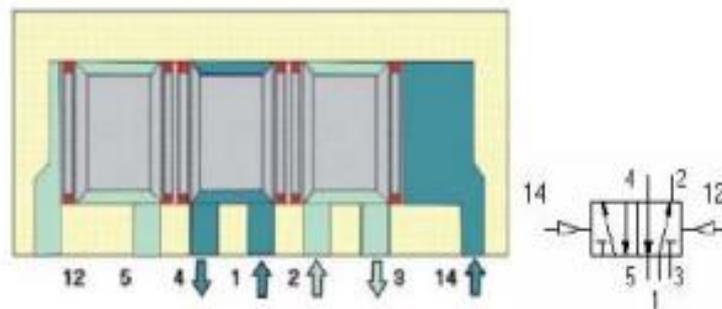
apabila ujung batang *piston* (batang penekan) sudah mendekat dan menyentuh pada roller-nya. Saat roller tertekan maka terlihat bahwa lubang 1 berhubungan dengan saluran 2, sedangkan saluran 3 menjadi tertutup. Hal ini akan berakibat bahwa udara bertekanan dari lubang 1 akan diteruskan ke saluran 2. Aplikasinya nanti adalah saluran 2 itu akan dihubungkan pada katup pemroses sinyal berikutnya. Saluran 2 akan berfungsi sebagai pemberi sinyal pada katup berikutnya. Katup sinyal roll ini akan bekerja apabila ujung roller tertekan oleh nok aktuator atau lainnya. Katup semacam ini dapat berfungsi sebagai pembatas gerakan atau pencegah gerakan yang berlebihan. Katup pneumatik pada dasarnya identik dengan saklar pada rangkaian listrik, maka katup tersebut juga disebut saklar pembatas. Seperti pada gambar 2.34.



**Gambar 2.34** Katup 3/2 roller-pegas

c. Katup kendali 5/2 NC (*Pneumatik- Pneumatik*)

Katup kendali 5/2 penggerak udara kempa ini terdiri dari lima port, masing-masing diberi nomor. Pada bagian bawah (*input*) terdapat saluran masuk udara kempa yang diberi kode nomor 3, dan dua saluran buang yang diberi kode 3.dan 5. sedangkan bagian atas (*output*) terdapat dua saluran (*port*) yang diberi kode nomor 2 dan 4. Kedua saluran genap tersebut akan dihubungkan dengan aktuator. Selain itu terdapat dua ruang yang diberi nama ruang a dan ruang b. Kedua ruang diaktifkan/digeser oleh udara bertekanan dari sisi 14, dan sisi 12. Pada umumnya sisi 14 akan mengaktifkan ruang a sehingga port 1 terhubung dengan port 4, aktuator bergerak maju. Sisi 12 untuk mengaktifkan ruangan b yang berdampak saluran 1 terhubung dengan saluran 2, sehingga aktuator bergerak mundur. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.35.



**Gambar 2.35.** Katup 5/2 pneumatik-pneumatik

d. *Flow control valve*

Katup ini berfungsi untuk mengontrol/mengendalikan besar-kecilnya aliran udara kempa atau dikenal pula dengan katup cekik, karena akan mencekik aliran udara hingga akan menghambat aliran udara. Hal ini diasumsikan bahwa besarnya

aliran yaitu jumlah volume udara yang mengalir akan mempengaruhi besar daya dorong udara tersebut. Macam-macam *flow control* :

- a) *Fix flow control* yaitu besarnya lubang laluan tetap (tidak dapat disetel).
- b) *Adjustable flow control* yaitu lubang laluan dapat disetel dengan baut penyetel.
- c) *Adjustable flow control* dengan *check valve by pass*.<sup>[12]</sup>