

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variable keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Pada saat ini, sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi, berikut penjelasan mengenai macam-macam sensor. Sensor proximity merupakan sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam dengan tanpa adanya kontak fisik. Biasanya sensor ini terdiri dari alat elektronis solid-state yang terbungkus rapat untuk melindungi dari pengaruh getaran, cairan, kimiawi, dan korosif yang berlebihan. Sensor proximity dapat diaplikasikan pada kondisi penginderaan pada objek yang dianggap terlalu kecil atau lunak untuk menggerakkan suatu mekanis saklar.

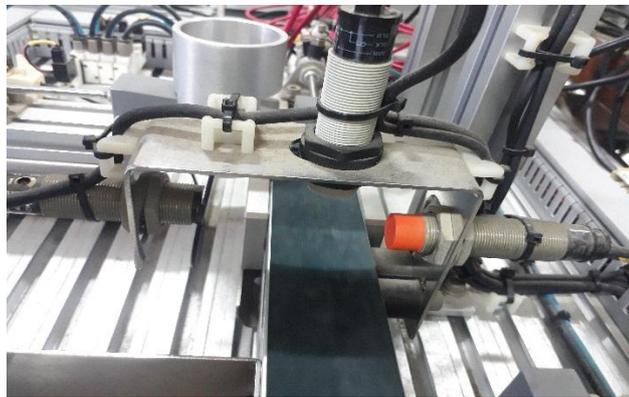
(D Sharon, dkk 1982)

2.2 Sensor Induktif

Saat ini sensor induktif merupakan komponen penting dalam mesin. Sensor jarak jenis induktif digunakan untuk mendeteksi adanya benda logam pada jarak tertentu tanpa harus menyentuh benda tersebut. Sensor induktif menggunakan arus induksi oleh medan magnet untuk mendeteksi benda logam di sekitarnya. Sensor induktif menggunakan coil yang berperan sebagai konduktor untuk menghasilkan medan magnet frekuensi tinggi. Jika ada benda logam di dekat medan magnet yang berubah, arus akan mengalir dalam objek. Sensor ini dapat dengan mudah digunakan di luar ruangan dan aplikasi yang berhubungan dengan kebersihan. Sensor Induktif berfungsi untuk mendeteksi objek besi/metal. Meskipun terhalang oleh benda non-besi sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area

sensingnya maka kondisi output akan berubah.

Sensor ini dapat menggantikan limit switch / saklar mekanikal yang merupakan teknologi lama. Sensor induktif menggunakan koil (Induktor) untuk membangkitkan frekuensi tinggi di medan magnet. Jika di sana objek metal dekat dengan medan magnet aliran arus ada pada objek. Hasil dari aliran arus membangun medan magnet baru itu dengan menentang medan magnet yang asli. Pengaruhnya dapat menganti induktansi dari koil di sensor induktif. Dengan mengukur induktansi sensor bisa ditentukan ketika metal elah semakin dekat. (<http://www.automationindo.com>)



Gambar 2.1. Sensor Induktif

(Festech, 2019)

2.2.1 Bagian-Bagian Sensor Induktif

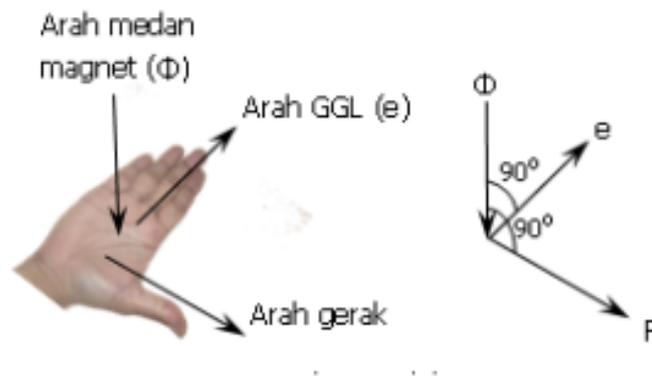
Ada banyak desain sensor induktif yang dibuat khusus sesuai dengan aplikasi tertentu, misalnya sensor yang digunakan untuk mengukur suhu tinggi dan sensor multi-voltase. sensor jarak jenis ini tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim, getaran, debu dan kelembaban, sehingga menjadikannya pilihan yang ideal untuk digunakan pada beberapa industry. Sensor Proximity Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. Output dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0–10 VDC) atau arus (4–20 mA). Jarak pengukurannya

bisa mencapai hingga 2 inci. Sedangkan versi Digital biasanya digunakan pada rangkaian DC saja ataupun rangkaian AC/DC. Sebagian besar Sensor Induktif Digital dikonfigurasi dengan Output “NORMALLY – OPEN” namun ada juga yang dikonfigurasi dengan Output “NORMALLY – CLOSE”.

Sensor Induktif ini sangat cocok untuk mendeteksi benda-benda logam di mesin dan di peralatan otomatisasi. *Inductive Proximity* Sensor ini pada dasarnya terdiri dari sebuah osilator, sebuah koil dengan inti ferit, rangkaian detektor, rangkaian output, kabel dan konektor. Osilator pada Sensor Jarak ini akan membangkitkan gelombang sinus dengan frekuensi yang tetap. Sinyal ini digunakan untuk menggerakkan kumparan atau koil. Koil dengan Inti Ferit ini akan menginduksi medan elektromagnetik. Ketika garis-garis medan elektromagnetik ini ter-interupsi oleh objek logam, tegangan osilator akan berkurang sebanding dengan ukuran dan jarak objek dari kumparan/koil. Dengan demikian, Sensor Proksimitas ini dapat mendeteksi adanya objek yang sedang mendekatinya. Pengurangan tegangan osilator ini disebabkan oleh arus Eddy yang di induksi pada logam yang meng-interupsi garis-garis logam. (<https://teknikelektronika.com/>)

2.2.2 Gaya Gerak Listrik (GGL)

Gaya gerak listrik (GGL) induksi merupakan gaya gerak listrik yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet, gerak GGL induksi yang terjadi ditunjukkan dengan aturan tangan kanan, dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Arah gerak GGL dengan kaidah tangan kanan

(Abi1ae. 2010)

Bila telapak tangan kanan dibuka sedemikian rupa sehingga ibu jari dan keempat jari lainnya saling tegak lurus (90^0), maka ibu jari menunjukkan arah gerak penghantar (F) sedangkan garis yang menembus telapak tangan kanan adalah garis gaya (medan) magnet (Φ) dan empat jari lainnya menunjukkan arah GGL induksi yang terjadi (e).

Besarnya GGL induksi yang terjadi dalam suatu penghantar atau rangkaian berbanding lurus dengan kecepatan perubahan flux magnet yang dilingkupinya. Secara matematis dituliskan :

$$e = - \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.1)$$

Jika penghantar tersebut merupakan sebuah kumparan dengan N lilitan, maka besar GGL induksi yang terjadi adalah :

$$e = - \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.2)$$

(sumber: <https://ab11ae.academia.com/2010/05/27/prinsip-terbentuknya-gaya-gerak-listrik-ggl-induksi>, diakses pada 26 Juni 2019)

Apabila gaya gerak listrik terjadi pada suatu kumparan maka terdapat beda potensial diantara ujung-ujung kumparan menyebabkan timbulnya arus listrik

yang mengalir pada kumparan tersebut, dimana dalam hukum ohm dijelaskan bahwa tegangan berbanding lurus terhadap arus listrik dikalikan dengan tahanan, persamaannya adalah sebagai berikut.

$$V=I.R \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

V = Tegangan listrik (volt)

I = Arus Listrik (A)

R = Tahanan (Ohm)

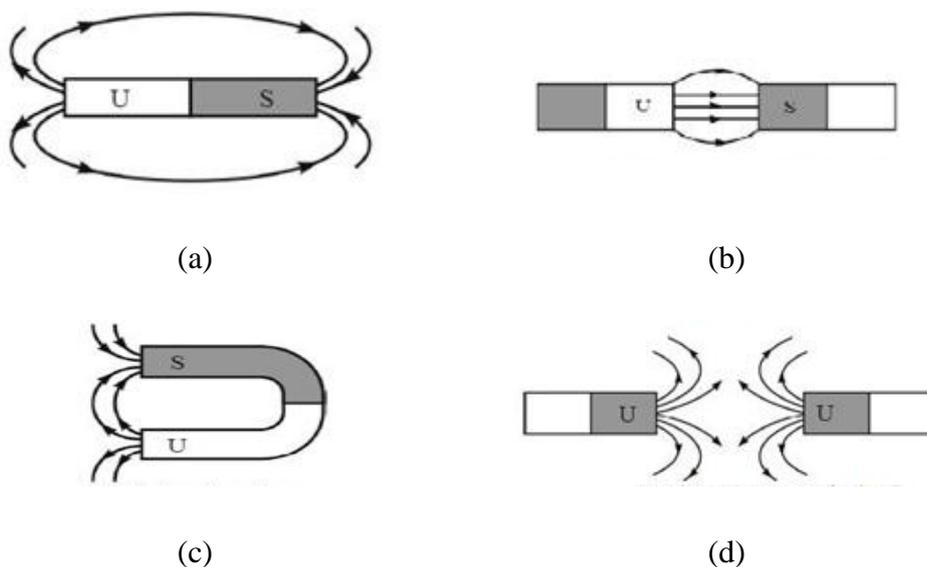
Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya GGL induksi elektromagnetik adalah

1. Banyaknya jumlah lilitan. Semakin banyak lilitan maka semakin besar nilai GGL nya
2. Besar kuat medan magnet/ kekuatan magnet. Semakin kuat magnet yang digunakan maka semakin besar pula nilai GGL dan arusnya
3. Kecepatan gerak magnet yang keluar masuk kumparan. Hal ini menyebabkan semakin cepat perubahan medan magnetnya sehingga GGL semakin besar.
4. Lilitan terbuat dari bahan feromagnetik seperti besi dan baja.

2.2.3 Garis Gaya Magnet (GGM)

Garis gaya magnet (GGM) adalah arah medan magnet yang berupa garis-garis yang menghubungkan kutub-kutub magnet. Setiap magnet memiliki kutub magnet yang saling berlawanan, yaitu kutub utara (U) dan kutub selatan (S), yang keduanya memiliki energi untuk menarik sekeping besi atau semacamnya. Sama halnya dengan muatan listrik, kutub yang senama saling tolak-menolak dan kutub yang berlawanan saling tarik-menarik. Daerah di antara kutub utara dan kutub selatan disebut medan magnet. Medan magnet memiliki energi untuk menarik sekeping logam atau semacamnya. Medan magnet tersusun dari garis-garis yang keluar dari kutub utara menuju kutub selatan, demikian arah medan magnet juga

dari kutub utara ke kutub selatan. Semakin kuat kemagnetan, semakin banyak jumlah garis gaya magnetnya.



Gambar 2.3 (a) Arah garis gaya magnet batang, (b) Arah garis gaya dua kutub magnet yang tidak sejenis, (c) Arah garis-garis gaya magnet U, (d) Arah garis gaya dua kutub magnet yang sejenis.

(Sumber: <http://fisikazone.com/gejala-kemagnetan-dan-cara-membuat-magnet/garis-gaya-magnet/>, diakses pada 30 Januari 2019)

Jumlah garis gaya magnet yang keluar dari kutub utara suatu magnet disebut fluks magnet (*magnetic flux*), yang dinyatakan dengan simbol π (phi). Satuan internasional untuk fluks magnet adalah *Weber* (Wb). Satu Weber sama dengan 10⁸ garis gaya magnet. Satuan cgs untuk fluks magnet adalah Maxwell. Satu Maxwell sama dengan 10⁻⁸ Weber.

(Sumber: Nugroho, Wahyudianto Bagus, dkk.. 2014. *Kajian Teknis Gejala Magnetisasi pada Linier Generator untuk Alternatif Pembangkit Listrik*. Jurnal TEKNIK POMITS, Vol. 3 No. 1: 96 - 98.)

Kuat medan magnet untuk kawat melingkar dapat dihitung dengan persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk jumlah N lilitan

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2r} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

B : Kuat medan magnet (T)

I : Kuat arus listrik (A)

R : jari-jari lingkaran (m)

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7}$)

N : Jumlah lilitan

2.2.4 Prinsip Induksi Elektromagnetik

Pada eksperimen yang dilakukan oleh H.C Oersted, Biot-Savart dan Ampere menyatakan bahwa adanya gaya dan medan magnet pada kawat berarus. Dengan pernyataan ini maka dapat diketahui bahwa medan magnet dapat menghasilkan arus listrik.

Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya Gaya Gerak Listrik (GGL) pada suatu penghantar atau kumparan akibat mengalami perubahan garis-garis gaya magnet (fluks magnetik). Medan magnet yang berubah-ubah nilai fluksnya dapat menghasilkan arus listrik. Faraday menyimpulkan medan magnet konstan tidak dapat menghasilkan arus, namun perubahan fluks medan magnetik di dalam suatu rangkaian bahan penghantar akan menimbulkan tegangan induksi pada rangkaian tersebut (Hukum Faraday).

2.3 *Proximity Sensor*

Sensor proximity adalah suatu alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak objek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm hingga beberapa

sentimeter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. *Proximity switch* mempunyai tegangan kerja antara 10-30 vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC. Dalam kasus ini, *sensor proximity switch* terdiri dari 2 jenis, yaitu jenis sensor yang bekerja secara NPN (*normally-open*) dan jenis sensor yang bekerja secara PNP (*normally-close*).

Dalam hal ini, jenis sensor yang digunakan adalah jenis *sensor proximity* yang bekerja secara NPN (*Normally-Open*), dimana *supply* tegangan kerjanya adalah tegangan DC, yang berkisar antar 12-24 VDC .

Kemudian *range* atau jarak sensor terhadap pendeteksian benda berkisar antara 8 – 20 mm, yang menghasilkan frekuensi 350 Hz. Pada kerja sensor NPN, sensor pada kondisi pertama berada dalam kondisi tidak aktif atau berlogika 0, jika diberi *supply* tegangan kerja, maka sensor baru akan aktif atau berlogika 1, sedangkan sistem kerja sensor PNP merupakan kebalikan dari kerja sensor NPN.



Gambar 2.4. Sensor Proximity Induktif

(Aditya. 2002)

Tipe sensor yang mampu mendeteksi benda logam dan non- logam adalah sensor *proximity* kapasitif. Kapasitansi sepasang pelat logam yang dipisahkan oleh suatu jarak bergantung pada jarak pemisah tersebut, dimana semakin kecil jarak pemisah semakin tinggi kapasitansinya. Perubahan kapasitansi dapat digunakan untuk mengaktifkan sebuah rangkaian saklar elektronik sehingga menghasilkan sebuah perangkat “hidup”/”mati”.

2.4 Switch

Switch atau saklar adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. Dalam rangkaian elektronika dan rangkaian listrik saklar

berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang mengalir dari sumber tegangan menuju beban (output) atau dari sebuah sistem ke sistem lainnya. *Switch* atau saklar mempunyai berbagai macam jenis dan yakni *toggle switch*, *limit switch*, *dip switch*, *reed switch*, *push button switch* dll dengan fungsi yang sebenarnya sama saja, perbedaannya terletak pada spesifikasi saklar.

2.4.1 *Push Button Switch*

Swich Push Button adalah salkar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan *start*). Stop reset dan saklar tekan untuk *emergency*. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*).



Gambar 2.5. *Switch push Button*

(Aditya Darma, 2014)

Pada Gambar 2.5 penulis menggunakan switch push button pada alat pemisah balok dengan pemakaian dua switch yakni *Normally Open* dan *Normally Close*. Penggunaan *normally open* yakni digunakan untuk pemicu awal penggerakan conveyor dan *normally close* digunakan untuk mereset program yang sedang berjalan. (<http://blog.unnes.ac.id>)

2.5 *Belt Conveyor*

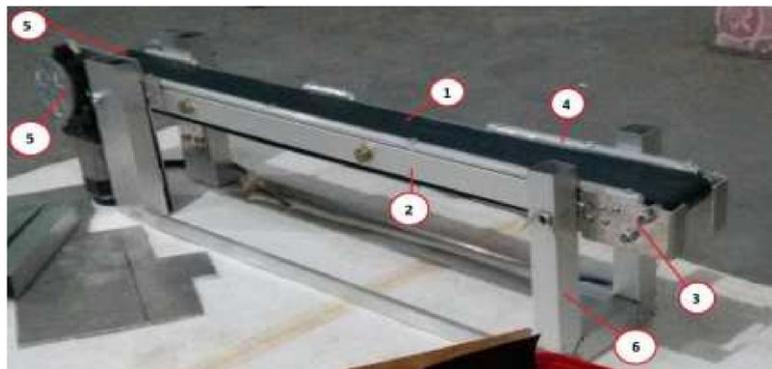
Belt conveyor adalah salah satu komponen dari belt conveyor sistem yang berfungsi untuk membawa material dan meneruskan gaya putar. Di pilihnya belt conveyor system sebagai sarana transportasi material adalah karena tuntutan untuk

meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya produksi dan juga kebutuhan optimasi dalam rangka mempertinggi efisiensi kerja.

Keuntungan dari penggunaan belt conveyer adalah:

- Menurunkan penggunaan operator dalam pemindahan material
- Menurunkan biaya produksi pada saat memindahkan material
- Memberikan pemindahan yang terus menerus dalam jumlah yang tetap sesuai dengan keinginan
- Menurunkan tingkat kecelakaan saat pekerja memindahkan material, dll.

2.5.1 Bagian-bagian *Belt Conveyer*



Gambar 2.6. Bagian *Belt Conveyer*

(Aditya Darma, 2014)

Pada Gambar 2.6 bagian *Belt conveyer* terdiri dari beberapa bagian –bagian penting, antara lain :

1. *Belt*

Belt berfungsi sebagai alat pengangkut balok, bahan belt ini sendiri memiliki kriteria seperti bahan dasar jok mobil yang kokoh dan tidak licin.

2. *Conveyor Body*

Merupakan tubuh dari Suatu konveyor dalam istilah pada perusahaan pengganti dari pulley penggerak. Bahan *Conveyor body* yang penulis pakai adalah holo segi empat alumunium ukuran 1cm yang ditumpuk menjadi tiga, dipilihnya

holo ini sendiri karen teksturnya yang licin dan rata sehingga bisa menjadi pengganti pulley penggerak.

3. Tail Pulley

Merupakan *pulley* ekor atau ujung fungsi dari *tail pulley* ini sendiri adalah sebagai pengikut dari *head pulley*. Bahan tail pulley yang dipakai penulis adalah holo alumunium bulat yang berukuran paling kecil dengan tekstur licin dan tidak bergelombang.

4. Belt Frame

Belt frame ini sendiri memiliki fungsi sebagai frame/bingkai dari belt agar belt berjalan tidak ke kiri dan ke kanan (stabil). Bahan belt frame yang dipakai adalah holo alumunium bulat yang mini dan dipaku menggunakan paku revet agar kokoh.

5. Head or Drive Pulley

Head or drive pulley ini sendiri memiliki perbedaan dan dijadikan sebagai satu fungsi yakni sebagai pulley utama yang menggerakkan konveyor. Bahan dari *Head or drive pulley* ini sendiri adalah pipa dan doff penutup yang dibentuk sedemikian rupa sehingga bisa menyatu dan putaran motor DC power window 12Vdc sebagai penggerak.

6. Conveyor Buttress

Ini adalah bagian terakhir dari *Conveyor* adalah Penyangga atau *Conveyor Buttress*. Bagian ini terdiri dari Holo dan siku yang terbuat dari alumunium yang dibentuk bingkai segi empat panjang sedemikian rupa sehingga bisa membuat konveyor semakin kokoh.

2.6 Pengenalan PLC

Sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian menentukan aksi apa yang

harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya proses pengepakan, penanganan bahan, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Semakin kompleks proses yang harus ditangani, semakin penting penggunaan PLC untuk mempermudah proses proses tersebut.

2.6.1 Sejarah dan Perkembangan PLC

Secara historis, PLC pertama kali dirancang perusahaan *General Motor* (GM) sekitar tahun 1968 untuk menggantikan *control relay* pada proses sekuensial yang dirasakan tidak *fleksibel* dan berbiaya tinggi. Pada saat itu, hasil rancangan

telah benar-benar berbasis komponen *solid state* dan memiliki fleksibilitas tinggi, hanya secara fungsional masih terbatas pada fungsi-fungsi kontrol saja. Seiring perkembangan teknologi *solid state*, saat ini PLC telah mengalami perkembangan luar biasa, baik pada ukuran, kepadatan komponen serta dari segi fungsionalnya. Beberapa peningkatan perangkat keras dan perangkat lunak ini di antaranya adalah:

- Ukuran semakin kecil dan kompak.
- Jumlah *input/output* yang semakin banyak dan padat.

Saat ini, *vendor-vendor* PLC umumnya memproduksi PLC dengan berbagai ukuran, jumlah *input/output*, instruksi dan kemampuan lainnya yang beragam. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sangat luas, yaitu untuk tujuan kontrol yang relatif sederhana dengan jumlah *input/output* (I/O) puluhan, sampai kontrol yang kompleks dengan jumlah I/O mencapai ribuan. Berdasarkan jumlah I/O yang dimilikinya, secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar yakni PLC Mikro, PLC mini dan PLC *Large* (Rak) :



Gambar 2.7. Berbagai tipe PLC
(Aditya Darma, 2014)

Dalam hal ini PLC yang penulis gunakan adalah salah satu jenis PLC LS GLOFA G7M-DR30A, dimana PLC ini sebagai pengontrol sistem pemisah dan memindahkan produk.

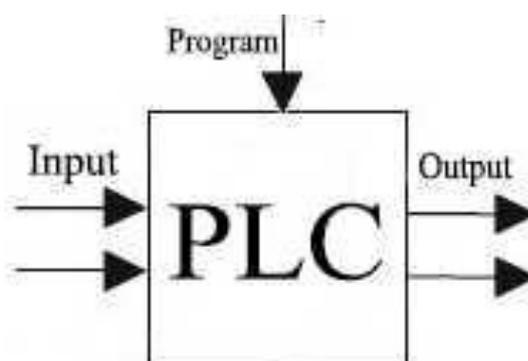
2.6.2 PLC (*Programmable Logic Controller*)

Programmable Logic Controller singkatnya PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis-mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi - instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi semisal logika *sequence*, pewaktuan diting, pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin, proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman. Piranti ini dirancang sedemikian rupa agar tidak hanya *programer* komputer saja yang dapat membuat atau mengubah sebuah program-programnya.

Oleh karena itu, para perancang PLC telah menempatkan sebuah program awal di dalam piranti ini (*pre-program*) yang memungkinkan program-program kontrol dimasukkan dengan menggunakan suatu bentuk bahasa pemrograman yang sederhana dan intuitif. Istilah *logika (logic)* dipergunakan karena pemrograman yang harus dilakukan sebagian besar berkaitan dengan

pengimplementasian operasi-operasi logika dan penyambungan (*switching*), misalnya jika A dan B terjadi maka sambungkan C, jika A dan B terjadi maka sambungkan D. Perangkat-perangkat input, yaitu sensor-sensor semisal saklar, dan perangkat-perangkat *output* di dalam sistem dalam sistem yang dikontrol, misalnya motor, katup, dan sebagainya disambungkan ke PLC. Sang operator kemudian memasukkan serangkaian instruksi, yaitu sebuah program ke dalam memori PLC. Perangkat pengontrol tersebut kemudian memantau input-input dan output-output sesuai dengan instruksi-instruksi di dalam program dan melaksanakan aturan-aturan kontrol yang telah diprogramkan.

PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat dipergunakan di dalam beraneka ragam sistem kontrol. Untuk memodifikasi sebuah sistem kontrol dan aturan-aturan pengendalian yang dijalankannya, yang harus dilakukan oleh seorang operator hanyalah memasukkan seperangkat instruksi yang berbeda dari yang digunakan sebelumnya. Penggantian rangkaian kontrol tidak perlu dilakukan. Hasilnya adalah sebuah perangkat fleksibel dan hemat biaya yang dapat dipergunakan di dalam sistem-sistem kontrol yang sifat dan kompleksitasnya sangat beragam. Berikut bentuk sederhana dari PLC:



Gambar 2.8. Sistem Sederhana PLC (*programmable logic controller*)

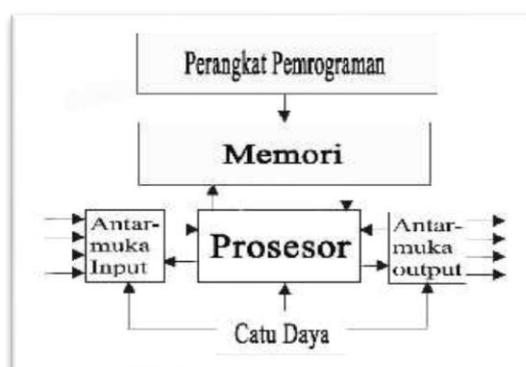
(William Bolton, 2003)

PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas pengitungan dan penyajian data, sedangkan PLC dioptimalkan

untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam lingkungan industri. Dengan demikian PLC memiliki karakteristik.:

- Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembapan, dan kebisingan.
- Antarmuka untuk *input* dan *output* telah tersedia secara *built-in* di dalamnya.
- Mudah diprogram dan menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

Perangkat PLC pertama kali dikembangkan pada tahun 1969. Dewasa ini PLC secara luas digunakan dan telah dikembangkan dari unit-unit kecil yang berdiri sendiri (*self-contained*) yang hanya mampu menangani sekitar 20 *input/output* menjadi sistem-sistem modular yang dapat menangani *input/output* dalam jumlah besar, menangani *input/output analog* maupun *digital*, dan melaksanakan mode-mode kontrol proporsional integral derivatif. Berikut *system* PLC:



Gambar 2.9. Sistem PLC (Programmable Logic Controller)

(William Bolton, 2003)

2.6.3 Hardware

Umumnya sebuah sistem PLC memiliki lima komponen dasar. Komponen-komponen ini adalah unit *processor*, memori, unit catu daya, bagian antarmuka *input/output*, dan perangkat pemrograman.

1. *Unit processor* atau *central processing unit* (unit pengolahan pusat) (*CPU*) adalah unit yang berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal-sinyal input dan melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan, sesuai dengan program yang tersimpan di dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambilnya sebagai sinyal kontrol ke antarmuka *output*.
2. *Unit catu daya* diperlukan untuk mengkonversikan tegangan AC sumber menjadi tegangan rendah DC (5V) yang dibutuhkan oleh *processor* dan rangkaian-rangkaian di dalam modul-modul antarmuka *input* dan *output*.
3. *Perangkat pemrograman* dipergunakan untuk memasukkan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Program tersebut dibuat dengan menggunakan perangkat ini dan kemudian dipindahkan ke dalam unit memori PLC.
4. *Unit memori* adalah tempat dimana program yang digunakan untuk melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan oleh mikroprosesor disimpan.
5. *Bagian input dan output* adalah antarmuka di mana prosesor menerima informasi dari dan mengkomunikasikan informasi kontrol ke perangkat-perangkat eksternal. Sinyal-sinyal *input*, oleh karenanya dapat berasal dari saklar-saklar.

Tahap dasar untuk penyiapan awal untuk memudahkan dan memasukkan program dalam PLC dengan mempersiapkan daftar seluruh peralatan *input* dan *output* beserta lokasi I/O bit, penempatan lokasi *word* dalam penulisan data (*Introduction Manual Omron, 3*). Untuk pemrograman sebuah *Programmable Logic Controller* terlebih dahulu kita harus mengenal atau mengetahui tentang organisasi dan memorinya.

Ilustrasi dari organisasi memori adalah sebagai peta memori (memori map), yang spacenya terdiri dari kategori *User Programmable* dan Data Table. User

Program adalah dimana program *Logic Ladder* dimasukkan dan disimpan yang berupa instruksi – instruksi dalam format *Logic Ladder*. Setiap instruksi memerlukan satu *word* didalam memori.

2.6.4 PLC Program

Suatu *software* yang berfungsi sebagai pengontrol otomatis yang berupa *softcontact* yang diimplementasikan kedalam suatu bentuk bilangan logika. Sehingga dapat mengatur sistem suatu alat industri elektronika dan mekanik.

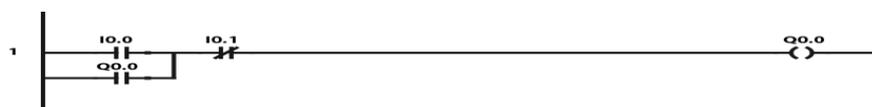
Ada 2 sistem pemrograman pada PLC :

1. *Function Block Diagram* : Jenis Teknik Pemrograman *Logic* yang tersusun dari *block-block* diagram dalam 1 fungsi blok diagram khusus.
2. *Ladder Diagram* : Jenis Teknik Pemrograman *Logic* yang disusun dalam satuan-satuan kontak untuk menghasilkan fungsi tertentu dalam menghasilkan logika yang terdiri dari kontak NC, NO, *Coil*, *Timer*, *Counter* dll.

Contoh *Programmable Logic Control (PLC) Ladder Diagram* :

- *Latching* (Rangkaian Pengunci)

Rangkaian yang bersifat mengingat kondisi sebelumnya sering kali dibutuhkan dalam kontrol *logic*. Pada rangkaian ini hasil keluaran dikunci atau di *latch* dengan menggunakan kontak hasil keluaran itu sendiri, sehingga walaupun *input* sudah berubah, kondisi *output* tetap.



Gambar 2.10. *Latching Diagram*

(Peter, 2017)

Ketika I1 di *disconnect* maka Q1 akan tetap berlogika 1, karena mendapat inputan langsung dari sumber. Sampai I2 sebagai pemutus di beri logika 1 yang

mana kontak sebagai NC akan ber logika 0 ketika mendapat sumber tegangan sehingga memutus Q1 sebagai *output* seperti gambar 2.4.

- Operasi Logika OR

Tabel 2.1 Data Kebenaran Logika OR

I1	I2	Q1
1	0	1
1	1	1
1	1	1
0	0	0

Pada tabel 2.1 Data Kebenaran logika OR, apabila salah satu inputan berlogika 1, maka output akan bernilai logika 1. apabila semua input bernilai 0 maka akan bernilai 0. Berikut gambar *ladder diagram*-nya:



Gambar 2.11. Diagram Rangkaian OR

(Nugie, 2008)

- Operasi Logika AND

Tabel 2.2 Data Kebenaran Logika AND

I1	I2	Q1
1	0	0
0	1	0
0	0	0
1	1	1

Operasi pada tabel 2.2 logika AND adalah apabila semua inputan berlogika 1 maka *output* akan berlogika 1, begitu pula sebaliknya, apabila salah satu inputan

berlogika nol maka output akan berlogika 0. karena operasi logika AND bersifat pengali. Berikut *ladder diagram*-nya:



Gambar 2.12. Diagram Rangkaian AND

(Nugie, 2008)

- Operasi Logika NOT

Tabel 2.3 Data Kebenaran Logika NOT

I1	Q1
0	1
1	0

Pada tabel 2.3 data kebenaran logika NOT adalah apabila I1 bernilai 1 maka keluaran akan bernilai 0, begitu pula sebaliknya apabila I1 bernilai inputan 0 maka output akan bernilai logika 1. karena kontak yang digunakan hanya 1 yaitu kontak NC (*Normally Close*). Berikut gambar rangkaiannya:



Gambar 2.13. Diagram Rangkaian NOT

(Nugie, 2008)

- Operasi Logika NOT OR (NOR)

Tabel 2.4 Data Kebenaran Operasi Logika NOT OR (NOR)

I1	I2	Q1
0	0	1
0	1	0

1	0	0
1	1	0

Untuk operasi logika NOR, semua kontak menggunakan Kontak *Normally Close* (NC) berlogika 1, apabila mendapat inputan tegangan maka akan berlogika 0 seperti pada tabel 2.4. Jadi operasi logika berbanding terbalik dengan operasi logika or, dimana apabila salah satu input berlogika 1 maka output akan bernilai logika 0 dan apabila semua inputan berlogika 0 maka keluaran akan berlogika 1. Berikut gambar *diagram ladder* operasi logika NOT OR (NOR):



Gambar 2.14. Diagram Rangkaian NOR

(Nugie, 2008)

- Operasi Logika NAND

Untuk operasi logika NAND, semua kontak menggunakan Kontak *Normally Close* (NC) berlogika 1, apabila mendapat input tegangan maka akan berlogika 0. jadi operasi logika NAND berbanding terbalik dengan operasi logika AND, dimana apabila salah satu input berlogika 0 (Kontak NC mendapat input sumber tegangan) maka output akan bernilai logika 0 dan apabila semua inputan berlogika 1 (Kontak) maka output yang dihasilkan adalah 1. Berikut data kebenaran AND:

Tabel 2.5 Data Kebenaran Logika NAND

I1	I2	Q1
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Berikut gambar 2.15 diagram ladder operasi logika NOT AND (NAND).Berikut gambar *ladder Diagram*-nya:



Gambar 2.15. Diagram Rangkaian NAND

(Nugie, 2008)

- Operasi Logika XOR

Seperti tabel kebenaran 2.6 logika ini merupakan pengembangan dari logika AND, OR, dan NOT dimana apabila I1 dan I2 dalam kondisi yang sama seperti I1 = 0 dan I2 = 0 maka= output akan berlogika 0 sedangkan I1 = 1 dan I2 = 1 maka output akan berlogika 0, dan apabila salah satu *switch* berlogika 1 maka output akan berlogika 1.

Tabel 2.6 Data kebenaran Operasi Logika XOR

I1	I2	Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Berikut gambar *ladder Diagram*nya:



Gambar 2.16. Diagram Rangkaian XOR
(Nugie. 2008)

2.7 Peralatan Pada Pengukuran Sensor Induktif

2.7.1 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.

2.7.2 Penggerak Kompresor

Penggerak kompresor berfungsi untuk memutar kompresor, sehingga kompresor dapat bekerja secara optimal. Penggerak kompresor yang sering digunakan biasanya berupa motor listrik dan motor bakar seperti gambar 12. Kompresor berdaya rendah menggunakan motor listrik dua phase atau motor bensin. sedangkan kompresor berdaya besar memerlukan motor listrik 3 phase atau mesin diesel. Penggunaan mesin bensin atau diesel biasanya digunakan bilamana lokasi disekitarnya tidak terdapat aliran listrik atau cenderung *non-stasioner*. Kompresor yang digunakan di pabrik-pabrik kebanyakan digerakkan oleh motor listrik karena biasanya terdapat instalasi listrik dan cenderung stasionar (tidak berpindah-pindah).



Gambar 2.17. Kompresor Torak berpindah (*Moveble*)

(Adtya. 2011)

2.7.3 Power Supply

Power supply adalah perangkat keras berupa kotak yang isinya merupakan kabel-kabel untuk menyalurkan tegangan ke dalam perangkat keras lainnya. Perangkat keras ini biasanya terpasang di bagian belakang (di dalam) casing komputer. Input power supply berupa arus bolak-balik (AC) sehingga power supply harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah). Besarnya listrik yang mampu ditangani power supply ditentukan oleh dayanya dan dihitung dengan satuan Watt.



Gambar 2.18. *Power Supply*

(Busiarto, 2011)

2.7.4 Fungsi Power Supply

Power Supply berfungsi sebagai penyuplai tegangan listrik langsung kepada komponen-komponen yang berada di dalam casing komputer. Power Supply juga berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, karena perangkat keras komputer hanya dapat beroperasi dengan arus DC.

2.7.5 Prinsip Kerja Power Supply

Ketika kita menekan tombol power pada casing, yang terjadi adalah langkah berikut. *Power supply* akan melakukan cek dan tes sebelum membiarkan sistem start. Jika tes telah sukses, power supply mengirim sinyal khusus pada motherboard, yang disebut *power good*.

2.7.5.1. Jenis – Jenis Power Supply

1. *Power supply AT*

Power supply yang memiliki kabel power yang dihubungkan ke motherboard terpisah menjadi dua konektor power (P8 dan P9). Kabel yang berwarna hitam dari konektor P8 dan P9 harus bertemu di tengah jika disatukan.

Pada power supply jenis AT ini, tombol ON/OFF dihubungkan langsung pada tombol casing. Untuk menghidupkan dan mematikan komputer, kita harus menekan tombol power yang ada pada bagian depan casing. Power supply jenis AT ini hanya digunakan sebatas pada era komputer pentium II. Pada era pentium III keatas atau hingga sekarang, sudah tidak ada komputer yang menggunakan Power supply jenis AT.

Ciri utama :

- Tombol on/off bersifat manual
- Ketika Shutdown, untuk mematikan mesti menekan tombol CPU
- Kabel daya ke motherboard terdiri atas 2 x 6 pin
- Daya rata-rata di bawah 250Watt

2. *Power supply ATX*

Power Supply ATX (Advanced Technology Extended) adalah jenis power supply jenis terbaru dan paling banyak digunakan saat ini , Perbedaan yang mendasar pada PSU jenis AT dan ATX yaitu pada tombol powernya, jika power supply AT menggunakan Switch dan ATX menggunakan tombol untuk mengirikan sinyal ke motherboard seperti tombol power pada keyboard.

Ciri utama :

- Terdiri atas satu set kabel supply ke motherboard yang berjumlah : 20pin atau 20pin + 4pin 24pin + 4pin atau 24pin + 8pin
- Ketika shutdown otomatis CPU mati
- Ada konektor tambahan power SATA (PSU terkini)
- Daya lebih besar untuk memenuhi standar komputasi masa kini

- Efisiensi lebih baik

2.8 *Limit switch*

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari limit switch adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (Normally Open) dan kontak NC (Normally Close) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Saklar merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Salah satu jenis saklar adalah saklar Push ON yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika.

2.9 *Single Acting Cylinder*

Silinder ini mendapat suplai udara hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan keposisi semula biasanya digunakan pegas. Silinder kerja tunggal hanya dapat memberikan tenaga pada satu sisi saja. Akan tetapi silinder ini memiliki kelemahan dimana sebagian kekuatan dari silinder hilang untuk mendorong pegas. Gambar berikut ini adalah gambar silinder kerja tunggal.

a)

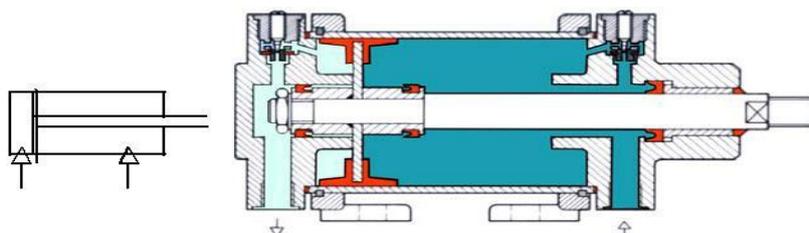
b)

Gambar 2.19. Jenis *Single Acting Cylinder* (a) dan Simbolnya (b).

(sidik. 2008)

2.9.1 Silinder Penggerak Ganda (*Double Acting Cylinder*)

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.



Gambar 2.20. *Double Acting Cylinder* dan simbolnya

(Sidik. 2008)

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. Secara detail silinder pneumatik dapat dilihat seperti gambar 2.20.

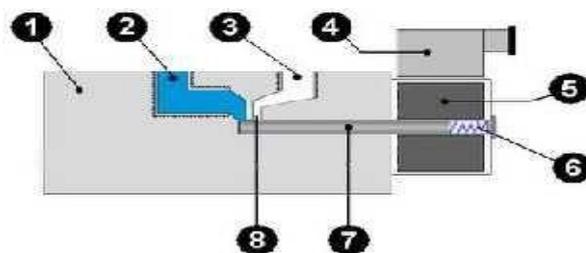
2.10 *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve* atau

katup (*valve*) *solenoid* mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau *supply* (*service unit*), lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja. Berikut gambar *solenoid valve*:



Gambar 2.21. *Solenoid Valve*
(Elektro Mekanik, 2012)



Gambar 2.22. Bagian-bagian *Solenoid valve*
(Elektro Mekanik, 2012)

Berikut keterangan gambar *solenoid valve* :

1. *Valve Body*
2. Terminal masukan (*Inlet Port*)
3. Terminal keluaran (*Outlet Port*)
4. Terminal slot *power* suplai tegangan
5. Kumparan gulungan (koil)
6. *Spring*
7. *Pluger*
8. Lubang / *exhaust*

Solenoid valve adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam *fluidics*. Tugas dari *solenoid valve* adalah untuk mematikan, *release*, *dose*, *distribute* atau *mix fluids*. *Solenoid Valve* banyak sekali jenis dan macamnya tergantung *type* dan penggunaannya, namun berdasarkan modelnya *solenoid valve* dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu *solenoid valve single coil* dan *solenoid valve double coil* keduanya mempunyai cara kerja yang sama.

Solenoid valve banyak digunakan pada banyak aplikasi. *Solenoid valve* menawarkan *switching* cepat dan aman, keandalan yang tinggi, awet/masa *service* yang cukup lama, kompatibilitas media yang baik dari bahan yang digunakan, daya kontrol yang rendah dan desain yang kompak.

Solenoid valve mempunyai banyak variasi dalam hal kegunaan atau kebutuhan dari mesin tersebut, diantara kegunaan *solenoid valve* adalah:

- Digunakan untuk menggerakkan tabung *cylinder*.
- Digunakan untuk menggerakkan *piston valve*.
- Digunakan untuk menggerakkan *blow zet valve*.
- Dan masih banyak lagi.

2.10.1. Prinsip Kerja Solenoid Valve

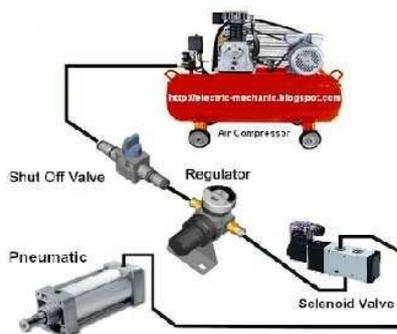
Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) *solenoid* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakannya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*, pada umumnya *solenoid valve pneumatic* ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.

2.11 Pneumatik

Sistem pneumatik bertujuan untuk menggerakkan berbagai peralatan dengan menggunakan gas kompresibel sebagai media kerjanya. udara menjadi satu media kerja dalam sistem pneumatik yang paling banyak digunakan karena jumlahnya tidak terbatas dan harganya lebih murah.

Udara yang dikompresi oleh kompresor, didistribusikan menuju berbagai macam aktuator melewati sistem kontrol tertentu. Kadang ada juga udara terkompresi tersebut dicampur dengan *automized oil* untuk kebutuhan pelumasan pada sistem aktuator .namun yang lebih umum adalah udara terkompresi yang kering atau telah mengalami proses pengeringan atau *air dryer*.

2.11.1 Cara Kerja Sistem Pneumatik



Gambar 2.23. Skema Silinder pneumatik
(Elektro Mekanik, 2012)

Pada Gambar 2.23 dapat penulis jelaskan pada saat kompresor diaktifkan dengan cara menghidupkan penggerak mula umumnya motor listrik. Udara akan disedot oleh kompresor kemudian ditekan ke dalam tangki udara hingga mencapai tekanan beberapa bar. Untuk menyalurkan udara bertekanan ke seluruh sistem (sirkuit pneumatik) diperlukan unit pelayanan atau *service unit* yang terdiri dari penyaring (*filter*), katup kran (*shut off valve*) dan pengatur tekanan (*regulator*).

Service unit ini diperlukan karena udara bertekanan yang diperlukan di dalam sirkuit pneumatik harus benar-benar bersih, tekanan operasional pada umumnya hanyalah sekitar 4 bar. Selanjutnya udara bertekanan disalurkan dengan bekerjanya *solenoid valve* ketika mendapat tegangan input pada kumparan dan

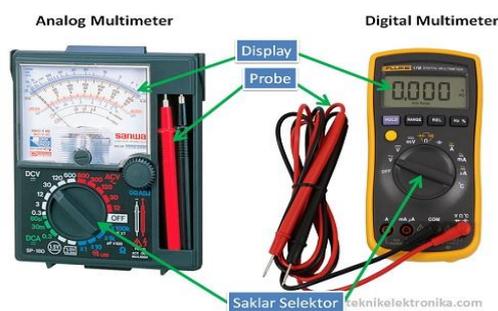
menarik *plunger* sehingga udara bertekanan keluar dari outlet *port* melalui selang elastis menuju katup pneumatik (katup pengarah/*inlet port pneumatic*). Udara bertekanan yang masuk akan mengisi tabung pneumatik (silinder pneumatik kerja tunggal) dan membuat piston bergerak maju dan udara bertekanan tersebut terus mendorong piston dan akan berhenti di lubang *outlet port pneumatic* atau batas dorong piston.

2.12 Multimeter

Multimeter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur Voltage (Tegangan), Ampere (Arus Listrik), dan Ohm (Hambatan/resistansi) dalam satu unit. Multimeter sering disebut juga dengan istilah Multitester atau AVOMeter (singkatan dari Ampere Volt Ohm Meter). Terdapat 2 jenis Multimeter dalam menampilkan hasil pengukurannya yaitu Analog Multimeter (AMM) dan Digital Multimeter (DMM).

Multimeter alat untuk mengukur sebagai berikut:

1. Alat untuk mengukur tegangan DC (DC Voltage)
2. Alat untuk mengukur tegangan AC (AC Voltage)
3. Alat untuk mengukur arus listrik (Ampere)
4. Alat untuk mengukur resistor (Ohm)



Gambar 2.24. Multimeter

(Yusuf. 2015)

2.13 Komponen Pendukung

Selain komponen utama dari pneumatik, juga terdapat beberapa komponen pendukung ,diantaranya :

A. Selang

Media penghantar energi pada sistem pneumatik adalah selang. Berbeda dengan sistem kontrol listrik yang menggunakan kabel sebagai media penghantar arus. Selang mempunyai sifat elastis atau lentur sehingga memungkinkan selang mudah diatur maupun ditempatkan sesuai dengan



kebutuhan.

Gambar 2.25. Selang

(Jason. 2002)

B. Sambungan/*Fitting*

Fitting merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau



sebagai sambungan antar selang.

Gambar 2.26. Sambungan/*Fitting*

(Pneumatic valve. 2016)

C. *Silencer*

Silencer merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk meredam suara bising dari tekanan udara keluaran yang dibuang ke terminal R atau S.



(a)



(b)

Gambar 2.27. (a) Simbol *Silencer*, (b) *Silencer*

(Pneumatic valve. 2016)

D. Reed Switch

Reed switch merupakan saklar yang bekerja berdasarkan cincin magnet yang terdapat pada pangkal tuas silinder. Apabila ujung tuas silinder bergerak dan sejajar dengan *reed switch* maka kontak *switch* tersebut akan



bekerja.

Gambar 2.28. *Reed Switch*

(SMC, Pneumatic, 2016)

E. Pressure Switch

Pressure switch adalah saklar yang bekerja apabila terdapat aliran udara bertekanan dengan tekanan tertentu yang melewatinya. *Pressure switch* berfungsi sebagai pemutus aliran udara bertekanan dari kompresor apabila udara sudah melebihi batas yang diinginkan.



Gambar 2.29. *Pressure Switch*

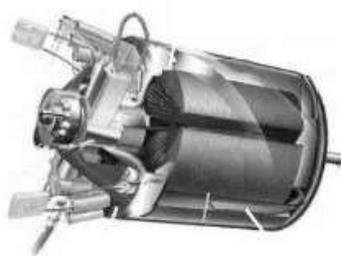
(Elektrica, Automation. 2018)

2.14 Motor DC

Motor listrik sering digunakan sebagai elemen kontrol akhir dalam sistem kontrol posisi ataupun kecepatan. Cara kerja dasar dari sebuah motor listrik adalah

gaya yang bekerja pada konduktor yang berada di dalam suatu medan magnet ketika ada arus yang melewati konduktor tersebut. Untuk konduktor dengan panjang (L) yang mengalirkan arus (I) dalam suatu medan magnetik dengan kerapatan fluksi (B) pada sudut yang tepat, maka gaya (F) yang dibangkitkan adalah sama dengan $B.I.L$. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet tersebut. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan suatu motor adalah untuk menghasilkan gaya yang bergerak (torsi), (Frank D, 1996 : 331).

Pada suatu motor DC terdapat kumparan-kumparan kawat yang dipasangkan pada slot silinder yang terbuat dari material magnetik yang dikenal dengan istilah *armature* atau jangkar. Jangkar dipasang pada sebuah bantalan dan dapat berotasi dengan bebas. Medan magnetik dihasilkan oleh kutub-kutub medan. Medan magnetik ini sendiri dapat dibangkitkan oleh suatu magnet permanen ataupun elektromagnet dengan sifat magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir melalui kumparan medan. Baik terbuat dari magnet permanen atau elektromagnet, bagian ini umumnya membentuk bagian luar motor yang disebut stator. Dalam praktiknya, terdapat lebih dari satu kumparan jangkar serta lebih dari sekumpulan kutub-kutub stator. Ujung-ujung dari kumparan jangkar dihubungkan pada segmen-segmen cincin tersegmentasi yang sering disebut sebagai komutator, yang ikut berputar bersama dengan jangkar.



Gambar 2.30. Motor DC

(Ebay, 2018)

Penghantar yang mengalirkan arus ditempatkan tegak lurus pada medan magnet, sehingga cenderung bergerak tegak lurus terhadap medan. Besarnya gaya yang didesakkan untuk menggerakkan berubah sebanding dengan kekuatan medan magnet, besarnya arus yang mengalir pada penghantar, dan panjang penghantar. Untuk menentukan arah gerakan penghantar yang mengalirkan arus pada medan magnet, digunakan “hukum tangan kanan motor.” Yang mana ibu jari dan dua jari yang pertama dari tangan kanan disusun sehingga saling tegak lurus satu sama lain dengan menunjukkan arah garis gaya magnet dari medan, dan jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir (*min* ke *plus*) pada penghantar. Ibu jari menunjukkan arah gerakan penghantar.

2.15 Relay

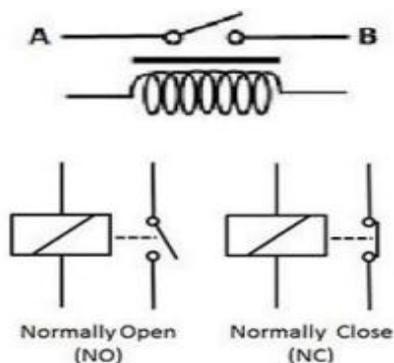
Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau *switch* yang dioperasikan menggunakan listrik. *Relay* juga biasa disebut sebagai komponen *elektromekanikal* yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan saklar atau mekanikal.

Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut pada gambar 2.7 merupakan gambar dari komponen *relay* dan gambar 2.8 merupakan simbol dari *relay*.



Gambar 2.31. Bentuk fisik Relay

(Andi, Ardiansyah. 2013)

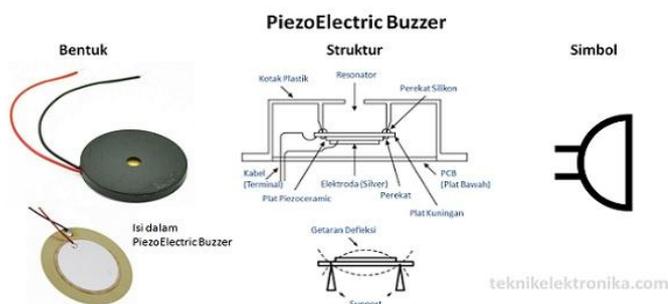


Gambar 2.32. Simbol *Relay*

(Petruzella, Frank D. 2001)

2.16 Buzzer

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



Gambar 2.33. *Buzzer*

(Ho, Dickson . 2018)