

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC pertama kali digunakan sekitar pada tahun 1960an untuk menggantikan peralatan konvensional yang begitu banyak, PLC disusun dan dipakai pertama kali oleh sebuah perusahaan mesin-mesin terkenal sampai sekarang yang bernama General Motor pada tahun 1968.

Menurut William Bolton (2003) : pada tahun 1969 PLC pertama kali dikembangkan. Dan sekarang PLC secara luas telah digunakan dan dikembangkan dari unit-unit kecil yang berdiri sendiri (self-contained) yang hanya mampu menangani sekitar 20 input/output menjadi system-sistem modular yang dapat menangani input/output dalam jumlah besar, menangani input/output analog maupun digital, dan melaksanakan mode-mode control proporsional-integral-derivatif.

Sebagian besar sistem kontrol pada proses industri masih menggunakan rangkaian relay, rangkaian relay ini dapat membentuk fungsi-fungsi logika tertentu yang sesuai dengan yang diinginkan .

2.2 Pengertian Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam .

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah : Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan

secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog .

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*

Menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.

2. *Logic*

Menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic, 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.

2.3 Fungsi Programmable Logic Controller (PLC)

Fungsi PLC menurut Muhammad Akbar (2013) adalah : PLC dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. Plc ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis plc yang digunakan sudah dimasukkan.

Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian

akan meng-*ON* atau meng-*OFF* kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

Fungsi dan kegunaan PLC sangat luas. Dalam prakteknya PLC dapat dibagi secara umum dan secara khusus.

Secara umum fungsi PLC adalah sebagai berikut:

1. Sekuensial Control

PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sekuensial*), disini PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitoring Plant

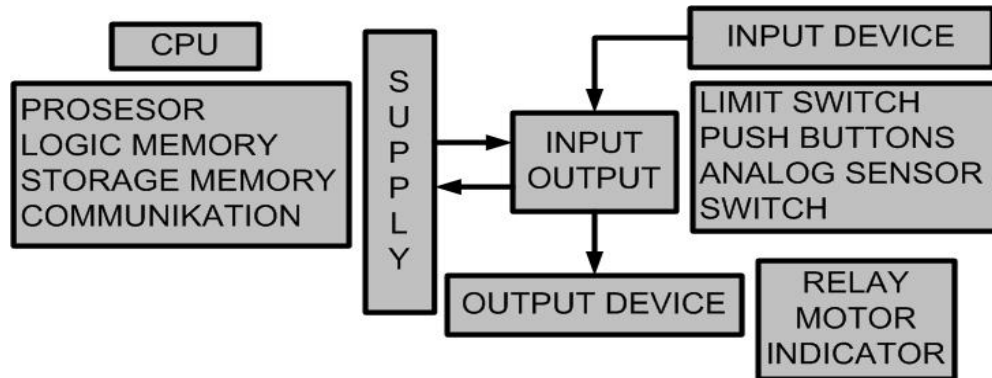
PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan input ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Beberapa PLC dapat memberikan input ke CNC untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. CNC bila dibandingkan dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses finishing, membentuk benda kerja, moulding dan sebagainya.

2.4 Prinsip Kerja Programmable Logic Controller (PLC)

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang

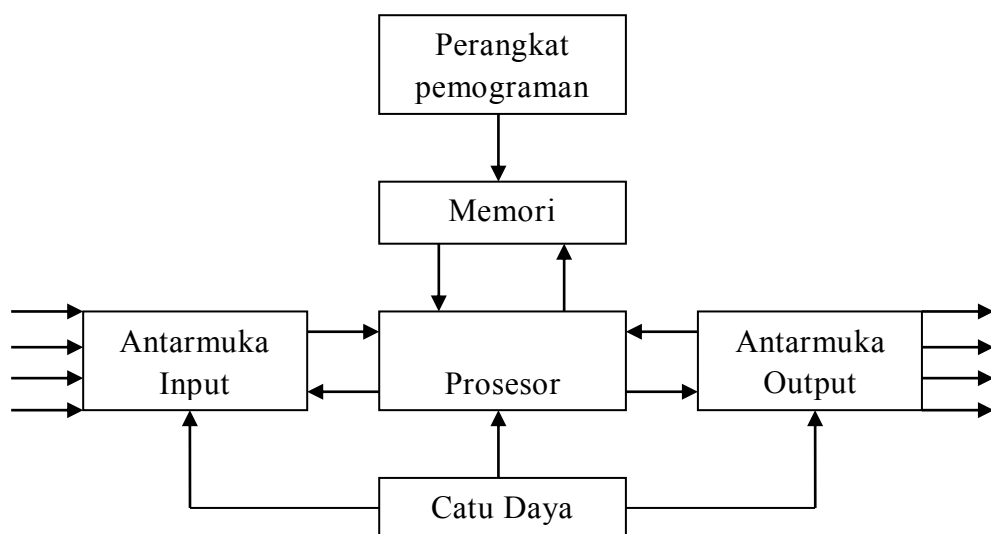
tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya. Berikut ditampilkan pada gambar 2.1 *Blok Diagram Programmable Controller*.



Gambar 2.1. *Blok Diagram Programmable Controller*

2.5 Sistem *Programmable Logic Controller (PLC)*

Sistem *Programmable Logic Controller* menurut William Bolton (2003) : Pada umumnya system PLC memiliki lima komponen dasar. Komponen-komponen ini adalah unit posesor, memori, unit catu daya, bagian antarmuka input/output, dan perangkat pemograman. Gambar 2.2 menampilkan konfigurasi dasarnya.



Gambar 2.2 Konfigurasi dasar PLC

1. Unit Prosesor atau *central processing unit* (unit pengolahan pusat) 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 di ambilnya sebagai sinyal-sinyal control ke antarmuka output.
2. Unit catu daya diperlukan untuk mengkonversikan tegangan AC sumber menjadi tegangan DC yang di butuhkan oleh prosesor dan rangkaian-rangkaian di dalam modul-modul antarmuka input dan output.
3. Perangkat pemograman diperlukan untuk memasukkan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Program tersebut dibuat dengan menggunakan perangkat ini kemudian dipindahkan ke dalam unit memori PLC.
4. Unit memori adalah tempat di mana program yang digunakan untuk melaksanakan tindakan-tindakan pengontrolan oleh mikrorosesor disimpan.
5. Bagian input dan output adalah antarmuka di mana prosesor menerima informasi dan mengkomunikasikan informasi control ke perangkat-perangkat eksternal.

2.6 Bahasa Pemograman *Programmable Logic Controller (PLC)*

Macam-macam bahasa program yang ditetapkan oleh (International Electrotecnic Comminssion) IEC61131-3 adalah Function Block Diagram (FB/FBD), Statement List (STL), Structured Tex (ST) atau Structure Language (SCL), Sequential Funcion Chart (SFC) dan Ladder Diagram (Diagram Tangga). Dalam penggunaannya, bahasa diagram tangga adalah bahasa yang umum digunakan bagi pengguna PLC.

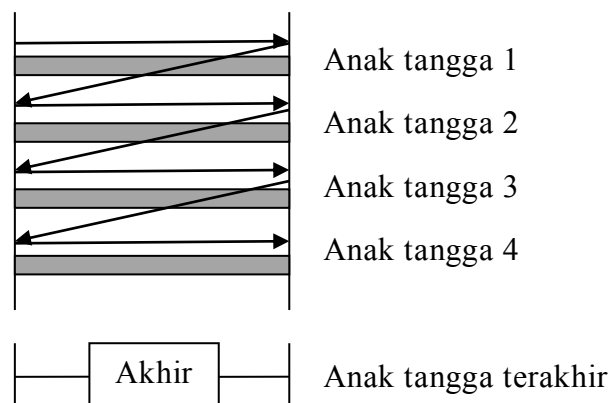
2.6.1 Pemograman Tangga untuk *Programmable Logic Controller* (PLC)

Pemograman tangga pada *programmable logic controller* (PLC) menurut William Bolton (2003) : Salah satu metode pemograman PLC yang sangat umum digunakan adalah yang didasarkan pada penggunaan diagram-diagram tangga. Menuliskan sebuah program, dengan demikian, menjadi sama halnya dengan menggambarkan sebuah rangkaian pengsaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga, diantara dua garis vertikal ini.

Dalam menggambarkan sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi-konvensi tertentu:

1. Garis-garis vertikal diagram mempresentasikan rel-rel daya, di mana di antara keduanya komponen-komponen rangkaian tersambung.
2. Tiap-tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi di dalam proses kontrol.
3. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah, gambar 2.3 menggambarkan alur pembacaan yang dilakukan oleh PLC. Anak tangga teratas di baca dari kiri ke kanan. Berikutnya anak tangga kedua di baca dari kiri ke kanan dan demikian seterusnya. Ketika PLC sedang berada dalam keadaan berkerja, PLC membaca seluruh program tangga dari awal hingga akhir.
4. Tiap-tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah input atau sejumlah input memori dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah output.
5. Perangkat-perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga sebuah objek menutupnya, diperlihatkan sebagai terbuka pada diagram tangga. Sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya tertutup diperlihatkan sebagai tertutup.

6. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Sebagai contoh, kita dapat memiliki sebuah relay yang menyalakan satu buah perangkat listrik atau lebih. Huruf-huruf dan atau nomor-nomor dipergunakan untuk member label pada perangkat tersebut pada tiap-tiap situasi control yang dihadapinya.
7. Input-input dan output-output seluruhnya didefinisikan melalui alamat-alamatnya, notasi yang dipergunakan bergantung pada pabrikan PLC yang bersangkutan. Alamat-alamat ini mengindikasikan lokasi input atau output di dalam memori PLC. Berikut ditampilkan pada gambar 2.3 cara membaca program tangga.



Gambar 2.3 membaca sebuah program tangga

2.7 Perangkat Input dan Output *Programmable Logic Controller* (PLC)

Programmable logic controller merupakan sebuah sistem kendali yang dapat mengendalikan sebuah perangkat atau alat yang dapat membantu pekerjaan manusia, dengan cara mengolah dan memproses yang di instruksikan oleh sebuah program kemudian mengendalikan perangkat input dan outputnya secara otomatis.

2.7.1 Perangkat Input *Programmable Logic Controller* (PLC)

Perangkat input dalam PLC dapat menggunakan komponen-komponen yang berkerja seperti saklar. Saklar berfungsi sebagai pemutus dan menyambung sebuah sinyal listrik yang kemudian diterima oleh PLC secara digital. Selain saklar, berbagai macam sensor juga dapat menjadi perangkat input dari PLC, baik sensor yang menghasilkan sinyal digital maupun analog. Sensor dapat menghasilkan output sinyal digital/diskrit, yaitu kondisi hidup atau mati. Jenis sensor yang menghasilkan output sinyal-sinyal analog harus terlebih dahulu di konversikan menjadi sinyal-sinyal digital sebelum dihubungkan dengan port-port PLC. Berikut beberapa perangkat input *programmable logic controller* (PLC) yang digunakan.

2.7.1.1 Switch / Saklar

Saklar menurut William Bolton (2003) : sebuah saklar menghasilkan sinyal ‘hidup’ atau ‘mati’ sebagai akibat dari tertutup atau terbukanya saklar oleh input mekanis. Saklar dibedakan menjadi beberapa jenis. Berikut beberapa jenis-jenis saklar :

1. Saklar *Push Botton*

Saklar push button adalah tipe saklar yang menghubungkan aliran listrik sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka kembali lagi pada posisi off. Saklar tipe ini banyak digunakan pada rangkaian elektronika yang di kombinasikan dengan rangkaian pengunci.

2. Saklar *Toggle*

Saklar Toggle ini menghubungkan atau memutuskan arus dengan cara menggerakkan toggle/tuas yang ada secara mekanis. Ukurannya relatif kecil, pada umumnya digunakan pada rangkaian elektronika

3. Selector Switch (SS)

Saklar pemilih ini menyediakan beberapa posisi kondisi on dan kondisi off, ada dua, tiga, empat bahkan lebih pilihan posisi, dengan berbagai tipe geser maupun putar. Saklar pemilih biasanya dipasang pada panel kontrol untuk memilih jenis operasi yang berbeda, dengan rangkaian yang berbeda pula. Saklar pemilih memiliki beberapa kontak dan setiap kontak dihubungkan oleh kabel menuju rangkaian yang berbeda, misal untuk rangkaian putaran motor cepat dan untuk rangkaian putaran motor lambat. Atau pada rangkaian audio misalnya memilih posisi radio, tape dan lainnya

4. Saklar Mekanis

Saklar mekanik umumnya digunakan untuk otomatisasi dan juga proteksi rangkaian. Saklar mekanik akan on atau off secara otomatis oleh sebuah proses perubahan parameter, misalnya posisi, tekanan, atau temperatur. Saklar akan On atau Off jika set titik proses yang ditentukan telah tercapai. Terdapat beberapa tipe saklar mekanik, antara lain: Limit Switch, Flow Switch, Level Switch, Pressure Switch dan Temperature Switch. Contoh penggunaannya seperti pada magic com adalah saklar Temperature Switch

5. Limit Switch (LS)

Limit switch termasuk saklar yang banyak digunakan di industri. Pada dasarnya limit switch bekerja berdasarkan sirip saklar yang memutar tuas karena mendapat tekanan plunger atau tripping sirip wobbler. Konfigurasi yang ada dipasaran adalah: (a).Sirip roller yang bisa diatur, (b) plunger, (c) Sirip roller standar, (d) sirip wobbler, (e) sirip rod yang bisa diatur. Pada saat tuas tertekan oleh gerakan mekanis, maka kontak akan berubah posisinya. Contoh aplikasi saklar ini adalah pada PMS (Disconnecting Switch) untuk menghentikan putaran motor lengan PMS.

Selain dibedakan dalam beberapa jenis saklar juga dibedakan dalam dua keadaan yaitu saklar dengan keadaan awal *normally open* dan saklar dengan keadaan awal *normally close*. Dua macam saklar tersebut dapat digunakan pada sistem PLC sesuai dengan kebutuhan. Berikut diperlihatkan pada gambar 2.4 sebuah saklar.



Gambar 2.4 saklar / switch

2.7.1.2 Sensor

Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik equivalent yang siap untuk dikondisikan ke elemen berikutnya. Sensor dapat dianalogikan sebagai sepasang mata manusia yang bertugas membaca atau mendeteksi data/ informasi yang ada di sekitar. D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contohnya

antara lain yaitu, kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

Dalam kegunaannya sebuah sensor harus memenuhi beberapa persyaratan. Berikut persyaratan umum sebuah sensor adalah:

a) Linieritas

Linieritas adalah masukan (inputan) dan keluaran (output) harus berbanding lurus.

b) Sensitivitas

Sensitivitas adalah sesuatu hal yang akan menunjukkan sensor kita itu peka atau tidaknya. linieritas sebuah sensor biasanya akan mempengaruhi sensitivitas sensor tersebut.

c) Tanggapan waktu

Tanggapan waktu pada sebuah sensor menunjukkan seberapa cepat sensor kita cepat tanggap terhadap perubahan masukan (input).

2.7.1.2.1 Jenis-jenis Sensor

Secara umum terdapat dua jenis sensor yang berada di pasaran yaitu Sensor aktif dan pasif:

- a. Sensor pasif merupakan sensor yang mendeteksi respon radiasi elektromagnetik dari obyek yang dipancarkan dari sumber alami.
- b. Sensor aktif merupakan sensor yang mendeteksi pantulan atau emisi radiasi elektromagnetik dari sumber energi buatan yang biasanya dirancang dalam rangkaian yang memakai sensor.

Selain itu, sensor juga dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sensor dengan output digital dan sensor dengan output analog. Berikut contoh sensor dengan output digital dan sensor dengan output analog.

2.7.1.2.1.1 Sensor Proximity

Sensor Proximity atau *Proximity Switch* adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak objek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara satu milimeter sampai beberapa sentimeter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. *Proximity Switch* ini mempunyai tegangan kerja antara 6-36 V DC dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200 V AC.

Pada saat ini hampir setiap mesin industri telah menggunakan sensor jenis ini, sebab selain praktis sensor ini termasuk sensor yang tahan terhadap benturan maupun guncangan. Selain itu perawatan, perbaikan dan penggantian *Proximity Sensor* tergolong mudah dilakukan. Berikut pada gambar 2.5 ditampilkan gambar sensor proximity.

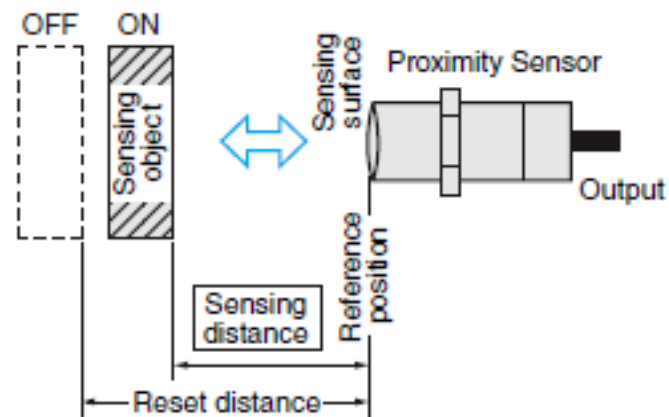


Gambar 2.5 sensor proximity

2.7.1.2.1.1.1 Jarak Deteksi

Jarak deteksi adalah besar jarak pada saat objek akan terbaca oleh sensor ketika objek digerakkan oleh metode tertentu. Sensor akan beroperasi atau bekerja pada jarak atau area tertentu, dimana saat objek berada diluar area tersebut maka sensor tidak akan lagi mendeteksi objek tersebut. Seperti yang telah disebutkan

jarak deteksi atau *sensing distance* berkisar antara satu milimeter sampai beberapa sentimeter saja sesuai tipe sensor yang digunakan. Jarak deteksi akan dijelaskan pada gambar 2.6 berikut ini :



Gambar 2.6 jarak deteksi sensor proximity

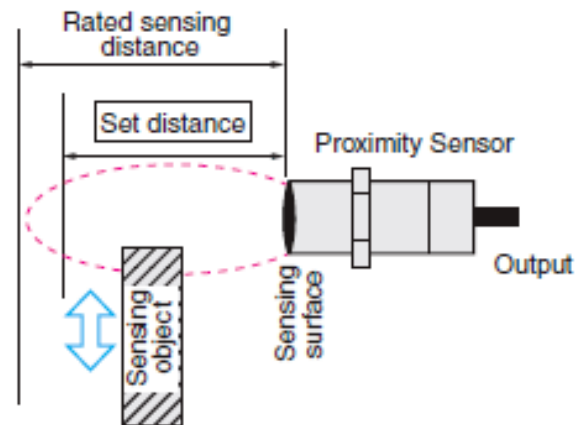
Penjelasan :

Reset distance adalah jarak dimana sensor dalam keadaan *reset*, sehingga objek tidak akan terdeteksi dan sensor tidak aktif (ditunjukkan dengan lambang "OFF"). *Sensing distance* adalah jarak toleransi dimana sensor akan aktif bekerja mendeteksi jikalau ada benda yang melewati permukaan sensor (*sensing surface*). Saat objek melewati permukaan sensor maka objek tersebut (*sensing object*) akan mengaktifkan sensor (ditunjukkan dengan lambang "ON") sehingga *Proximity Sensor* akan menghasilkan keluaran (*output*). Baik *reset distance* maupun *sensing distance* dihitung mulai dari *reference position* atau posisi referensi yang sama dengan posisi *sensing surface*.

2.7.1.2.1.1.2 Pengaturan Jarak

Mengatur jarak dari benda ke permukaan sensor memungkinkan penggunaan sensor yang lebih stabil dalam operasi

kerjanya, termasuk pengaruh suhu dan tegangan. Standar posisi objek adalah sekitar 70% sampai 80% dari jarak atau area *sensing distance* yang telah ditentukan masing-masing tipe sensor. Pengaturan jarak akan dijelaskan pada gambar 2.7 berikut ini :



Gambar 2.7 pengaturan jarak sensor proximity

Penjelasan :

Rated sensing distance adalah jarak atau area dari *sensing distance* yang telah disebutkan sebelumnya, dimana pada jarak atau area ini *Proximity Sensor* bekerja untuk mendeteksi objek yang melewatinya. *Set distance* adalah standar posisi objek yang besarnya sekitar 70% sampai 80% dari jarak atau area *rated sensing distance*. Tujuannya selain untuk menstabilkan kinerja sensor pengaturan jarak ini juga berguna untuk mengurangi jikalau ada kesalahan (*error*) dan meningkatkan sensitivitas dari sensor terhadap objek dengan bahan tertentu (misal tipe logam yang berbeda).

2.7.1.2.1.1.3 Jenis-jenis *Proximity Switch*

Proximity Switch terdiri dari 2 tipe :

- a. *Proximity* Kapasitif (*Capacitive Proximity Sensor*).
- b. *Proximity* Induktif (*Inductive Proximity Sensor*).

Berdasarkan konfigurasi *output*-nya terdiri dari :

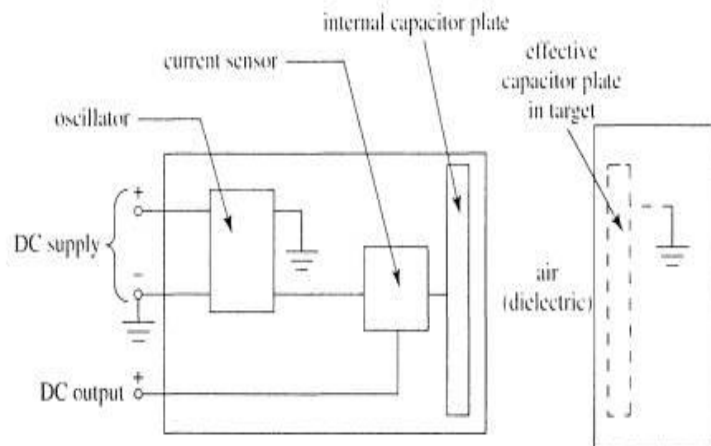
- a. *Current Sourcing Output* (PNP).
- b. *Current Sinking Output* (NPN).

2.7.1.2.1.1.3.1 *Proximity Kapasitif*

Proximity Kapasitif akan mendeteksi semua objek yang ada dalam jarak *sensing*-nya baik logam maupun non-logam berdasarkan pada prinsip bahwa semua jenis bahan dapat menjadi keping kapasitor (dapat menyimpan muatan).

2.7.1.2.1.1.3.1.1 Cara kerja *Proximity Kapasitif* :

Proximity Kapasitif mengukur perubahan kapasitansi medan listrik sebuah kapasitor yang disebabkan oleh objek yang mendekatinya. *Proximity* kapasitif bisa mendeteksi baik benda berbahan logam maupun non logam. Berikut ditampilkan bagan rangkaian dalam *Proximity* Kapasitif pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 bagan bagan rangkaian dalam *Proximity* Kapasitif.

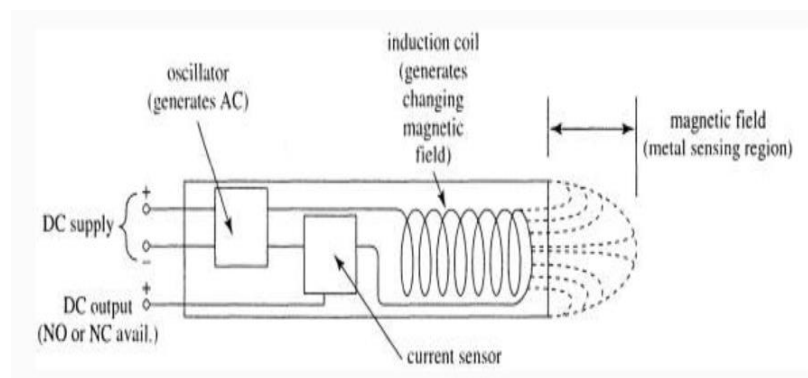
2.7.1.2.1.1.3.2 *Proximity Induktif*

Proximity Induktif berfungsi untuk mendeteksi objek besi atau logam. Meskipun terhalang oleh benda non-logam, sensor

akan tetap dapat mendeteksi objek selama dalam jarak *sensing distance* atau jangkauan toleransinya. Jika sensor mendeteksi adanya logam di area *sensing*-nya, maka kondisi *output* sensor akan berubah nilainya.

2.7.1.2.1.1.3.2.1 Cara kerja *Proximity* Induktif :

Jika tegangan *bias* diberikan pada rangkaian maka osilator akan bekerja dan membangkitkan medan magnet berfrekuensi tinggi (yang merupakan daerah *sensing*) pada lilitan induksi (*induction coil*). Jika benda berbahan konduktif (bersifat penghantar, misalkan logam) didekatkan ke permukaan sensor ini, maka akan terjadi perubahan medan magnet. Perubahan medan magnet ini akan dideteksi oleh rangkain detektor (pada bagan berupa *Current Sensor*). Kemudian hasil dari rangkaian detektor ini menjadi *output* sensor (berupa *logic high* atau *low*, bergantung dari modenyaa, NO atau NC). Berikut ditampilkan bagan rangkaian dalam *proximity* Induktif pada gambar 2.9 :



Gambar 2.9 bagan rangkaian dalam *proximity* Induktif

2.7.1.2.1.2 Sensor TCS300

Sensor TCS3200 dan TCS3210 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi silicon photodiode dan konverter arus ke frekuensi

dalam IC CMOS monolithic yang tunggal. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (duty cycle 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance). Keluaran frekuensi skala penuh dapat diskalakan oleh satu dari tiga nilai-nilai yang ditetapkan via dua kontrol pin input. Masukan digital dan keluaran digital memungkinkan antarmuka langsung ke mikrokontroler atau sirkuit logika lainnya. Tempat output enable (OE) output dalam keadaan impedansi tinggi untuk beberapa unit dapat berbagi jalur masukan mikrokontroler. Didalam TCS3200, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 8x8 dari photodiode, 16 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 photodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 photodiode mempunyai penyaring warna hijau, dan 16 photodiode untuk warna terang tanpa penyaring. Dalam TCS3210, converter cahaya ke frekuensi membaca sebuah array 4x6 dari photodiode, 6 photodiode mempunyai penyaring warna biru, 6 photodiode mempunyai penyaring warna hijau, 6 photodiode mempunyai penyaring warna merah, dan 6 photodiode untuk warna terang tanpa penyaring. 4 tipe warna dari photodiode telah diintegrasikan untuk meminimalkan efek ketidak seragaman dari insiden irradiance. Semua photodiode dari warna yang sama telah terhubung secara parallel. Pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih grup dari photodiode (merah, hijau, biru, jernih) yang telah aktif.

2.7.1.2.1.2.1 Fitur

- Konversi Tinggi Resolusi Intensitas Cahaya ke Frekuensi.
- Warna Diprogram dan Full Skala Frekuensi Keluaran - Berkomunikasi Langsung Dengan Microcontroller.
- Pasokan tunggal Operasi (2,7 V sampai 5,5 V).
- Mempunyai Power Down Fitur.

- Kesalahan Nonlinier Biasanya 0,2% pada 50 kHz.
- Stabil 200 ppm / ° C Koefisien Suhu.
- Bebas Timbal (Pb) dan RoHS.
- Kompatibel Paket “Surface Mount”.

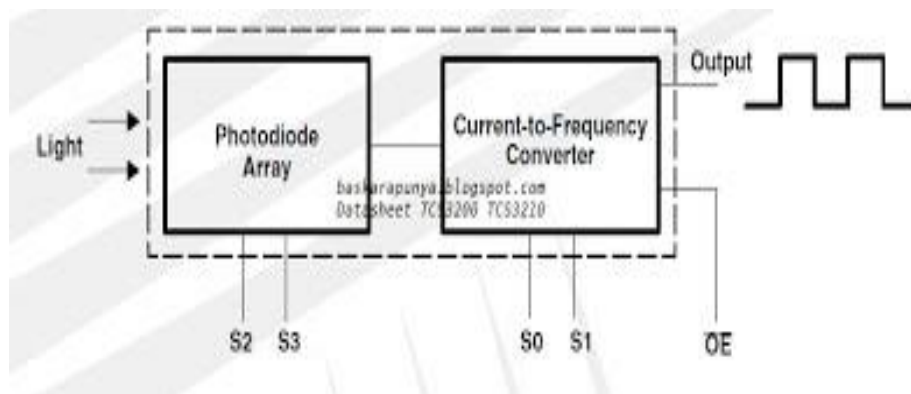
Pada gambar 2.10 ditampilkan konfigurasi pin TCS3200 dan TCS3210



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin TCS3200 dan TCS3210

2.7.1.2.1.2.2 Blok Diagram Fungsional

Berikut ini ditampilkan Pada gambar 2.11 blok diagram fungsional pin TCS3200 dan TCS3210



Gambar 2.11 Blok Diagram Fungsional TCS3200 dan TCS3210

Berikut ini ditampilkan Pada gambar 2.12 fungsi pin TCS3200 dan TCS3210

TERMINAL NAME	NO.	IO	DESCRIPTION
GND	4		Power supply ground. All voltages are referenced to GND.
OE	3	I	Enable for I_o (active low)
OUT	6	O	Output frequency (f_o)
S0, S1	1, 2	I	Output frequency scaling selection inputs.
S2, S3	7, 8	I	Photodiode type selection inputs.
VDD	5		Supply voltage

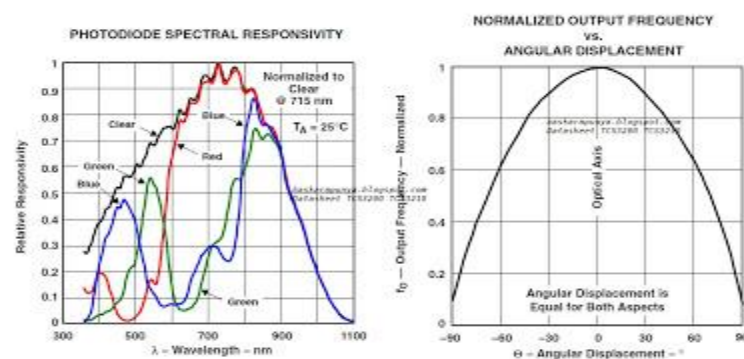
Gambar 2.12 Fungsi Pin TCS3200 dan TCS3210

Catatan Penggunaan

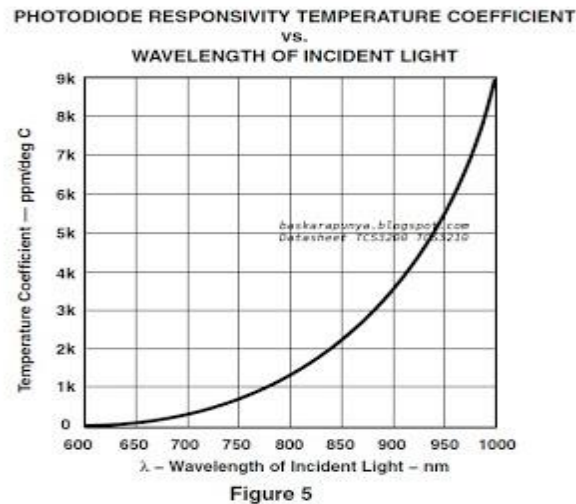
- Tegangan, VDD = 6V
- Jarak tegangan masukan, Semua masukan, $V_i = -0.3 \text{ V to VDD} + 0.3 \text{ V}$
- Suhu untuk beroperasi = $-40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$
- Suhu untuk penyimpanan = $-40^\circ\text{C to } 85^\circ\text{C}$
- Temperatur maksimum penyolderan sesuai dengan JEDEC J-STD-020A = 260°C

2.7.1.2.1.2.3 Karakteristik Tipikal

Berikut ini ditampilkan Pada gambar 2.13 dan 2.14 grafik karakteristik TCS3200 dan TCS3210



Gambar 2.13 Grafik Karakteristik TCS3200 dan TCS3210



Gambar 2.14 Grafik Karakteristik TCS3200 dan TCS3210

2.7.1.3 Arduino

Modul hardware Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis, dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005 (Arduino, 2011 dan Banzi, 2008). Bahasa Arduino merupakan *fork* (turunan) bahasa *Wiring Platform* dan bahasa *Processing*. *Wiring Platform* diciptakan oleh Hernando Barragan di tahun 2003 (wiring.org.co, 2011) dan *processing* di buat oleh Casey Reas dan Benjamin Fry pada tahun 2001 (processing.org, 2012). Arduino memakai standar lisensi *open source*, mencakup *hardware* (skema rangkaian, desain PCB atau *Printed Circuit Board*), *Firmware Bootloader*, dokumen, serta perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai aplikasi *programmer board* Arduino.

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *opensource*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai

banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya. Berikut ditampilkan logo dari arduino pada gambar 2.15 berikut.



Gambar 2.15 Logo Arduino

2.7.1.3.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroller yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroller; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroller yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroller AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroller yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroller didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroller yang lain yang masih

membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16. Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

Power Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input supply. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 – 20 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan

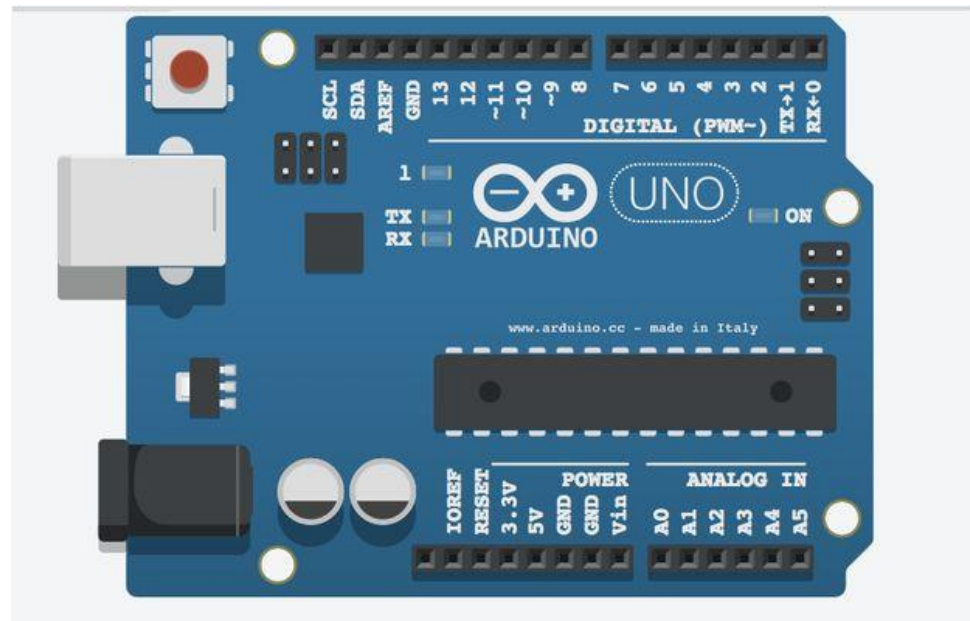
lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut. Vin Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini. 5V Regulasi power supply digunakan untuk power mikrokontroller dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya. 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA. Pin Ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino. Memori ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM. Input & Output Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digital Write(), dan digital Read(). Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut : Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial. Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi analogWrite(). SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada

bahasa arduino. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati. Komunikasi Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.

Software Arduino Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata "sketch" digunakan secara bergantian dengan "kode program" dimana keduanya memiliki arti yang sama.

Berikut ditampilkan Arduino Uno pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 arduino uno

2.7.2 Perangkat Output *Programmable Logic Controller* (PLC)

Dalam kegunaannya perangkat output adalah sebuah penyelesaian dari sebuah proses pada PLC. Perangkat output dalam PLC dapat menggunakan alat-alat yang mempunyai karakteristik arus DC ataupun AC. Berikut beberapa komponen output pada PLC.

2.7.2.1 *Valve Electric*

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan plunger yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid valve pneumatic atau katup (valve) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (exhaust) dan lubang Inlet Main. Lubang Inlet Main, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau supply (service unit), lalu lubang keluaran (Outlet Port) dan lubang

masuk (Outlet Port), berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatic, sedangkan lubang jebakan udara (exhaust), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve pneumatic bekerja. Berikut ditampilkan *valve electric* pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 *valve electric*

2.7.2.2 Motor DC

Motor adalah suatu mesin listrik yang menghasilkan gerak mekanis dengan prinsip elektromagnetis. Motor ditinjau dari catunnya dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor arus searah (Motor DC) dan motor arus bolak-balik (Motor AC). Simbol Motor DC simbol motor dc, motor dc, teori motor dc, definisi motor dc, karakter motor dc, struktur motor dc, materi motor dc Motor DC tersusun dari dua bagian yaitu bagian diam (stator) dan bagian bergerak (rotor). Stator motor arus searah adalah badan motor atau kutub magnet (sikat-sikat), sedangkan yang termasuk rotor adalah jangkar lilitanya. Pada motor, kawat penghantar listrik yang bergerak tersebut pada dasarnya merupakan lilitan yang berbentuk persegi panjang yang disebut kumparan.

Prinsip Kerja Motor DC Prinsip Kerja Motor DC, prinsip dasar motor dc, sistem kerja motor dc, bagian motor dc, kumparan motor dc, arah putar motor dc, rotor, stator, inti motor dc, magnet motor

dc Kumparan ABCD terletak dalam medan magnet serba sama dengan kedudukan sisi aktif AD dan CB yang terletak tepat lurus arah fluks magnet. Sedangkan sisi AB dan DC ditahan pada bagian tengahnya, sehingga apabila sisi AD dan CB berputar karena adanya gaya lorentz, maka kumparan ABCD akan berputar. Hasil perkalian gaya dengan jarak pada suatu titik tertentu disebut momen, sisi aktif AD dan CB akan berputar pada porosnya karena pengaruh momen putar (T). Setiap sisi kumparan aktif AD dan CB pada gambar diatas akan mengalami momen putar sebesar : $T = F \cdot r$ Dimana : T = momen putar (Nm) F = gaya tolak (newton) r = jarak sisi kumparan pada sumbu putar (meter) Pada daerah dibawah kutub-kutub magnet besarnya momen putar tetap karena besarnya gaya lorentz. Hal ini berarti bahwa kedudukan garis netral sisi-sisi kumparan akan berhenti berputar. Supaya motor dapat berputar terus dengan baik, maka perlu ditambah jumlah kumparan yang digunakan. Berikut ditampilkan motor dc pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 motor dc