

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Saklar Tekan (*Push Button*)

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Bentuk fisik dari *push button* ini dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 *Push Botton*

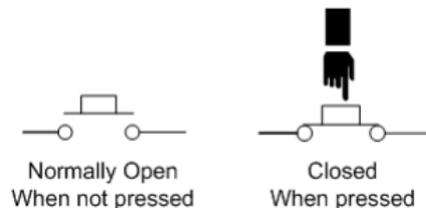
Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*.

1.2. Prinsip Kerja Push Button

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem *circuit* (*Push Button ON*).
- NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit* (*Push Button Off*). Gambaran umum cara kerja dari *push button* dapat ditunjukkan pada **Gambar 2. 2**.



Gambar 2. 2 Pinsip Kerja Push button switch

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 17 September 2020)

1.3. Sensor Proximity

Sensor *proximity* (Sensor Proksimitas) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sensor Jarak adalah sensor elektronik yang dapat mendeteksi keberadaan benda-benda di sekitarnya tanpa kontak fisik. Dapat juga dikatakan bahwa sensor *proximity* adalah perangkat yang dapat mengubah informasi tentang pergerakan atau keberadaan suatu objek dalam sinyal listrik.

Sensor *proximity* tidak menggunakan bagian-bagian yang bergerak atau mekanis untuk mendeteksi keberadaan benda-benda di sekitarnya, tetapi menggunakan medan elektromagnetik atau radiasi elektromagnetik untuk

menentukan apakah ada objek tertentu di sekitarnya. Jarak maksimum yang dapat dideteksi oleh sensor ini disebut “rentang nominal”. Beberapa sensor jarak juga memiliki fungsi untuk mengatur interval nominal dan melaporkan jarak objek yang terdeteksi.

Sensor *proximity* ini adalah perangkat yang sangat berguna saat digunakan di lokasi berbahaya. Namun dengan perkembangan teknologi, sensor jarak ini banyak digunakan untuk memudahkan pekerjaan orang. Bahkan sensor jarak ini sekarang telah diterapkan ke hampir semua jenis smartphone.

Sensor *proximity* ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan, kedekatan, posisi dan mengandalkan mesin otomatis dan sistem produksi. Mesin yang menggunakan sensor kedekatan ini termasuk mesin pengemasan, mesin produksi, mesin cetak, mesin cetakan plastik, mesin pengerjaan logam, mesin pengolah makanan, dan banyak lainnya.

1.3.1. Jenis-jenis Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu *Inductive Proximity Sensor*, *Capacitive Proximity Sensor*, *Ultrasonic Proximity Sensor* dan *Photoelectric Sensor*. Sensor yang digunakan adalah jenis *Photoelectric Sensor*.

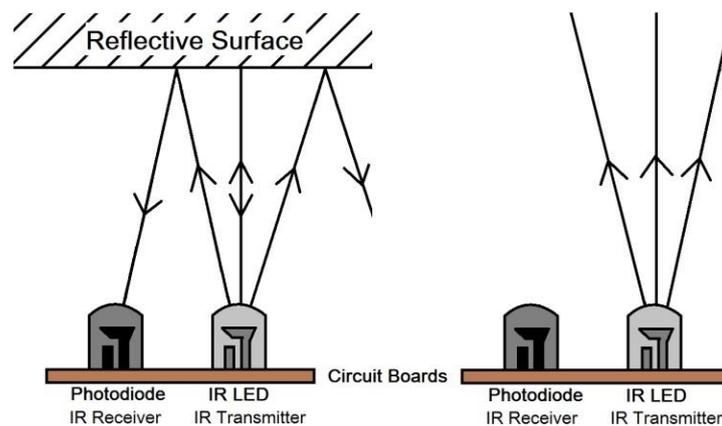
1.3.2. Sensor *Photoelectric* (Infrared)

Sensor *photoelectric* adalah Sensor *photoelectric* yang menggunakan elemen Fotolistrik untuk mendeteksi objek. Sensor *photoelectric* terdiri dari sumber cahaya (atau pemancar) dan penerima.

Terdapat 3 jenis Sensor *photoelectric* , yaitu :

- **Direct Reflection** – Emitor dan Receiver yang ditempatkan bersama, menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari objek yang akan dideteksi.
- **Refleksi dengan Reflektor** – Emitor dan Receiver yang disimpan bersama dan membutuhkan reflektor. Suatu objek terdeteksi jika objek tersebut mengganggu sinar antara sensor dan reflektor.
- **Thru Beam** – Emitor dan Receiver ditempatkan secara terpisah dan mendeteksi objek ketika objek mengganggu sinar antara pemancar dan penerima.

Sensor *photoelectric* terdiri dari IR LED dan photodiode IR. Bersamaan bisa disebut dengan photo-coupler atau opto-coupler. Konsep dasar dari sensor *photoelectric* yang digunakan untuk mendeteksi suatu benda adalah dengan cara mentransmisikan sinyal infra merah (IR *trasmiter*) kemudian sinyal inframerah ini dipantulkan oleh permukaan suatu objek dan sinyal diterima oleh penerima inframerah (IR *recevier*). Warna hitam dan putih yang digunakan sebagai IR *trasmiter* dan IR *recevier* adalah warna universal bahwa warna hitam menyerap atau menerima inframerah dan warna putih mencerminkan keseluruhan radiasi di atasnya. Berdasarkan prinsip ini, posisi kedua dari kedua LED IR dan fotodiode ditempatkan berdampingan. Ketika IR trasmiter memancarkan radiasi inframerah, karena tidak ada pembatas antara trasmiter dan recevier, radiasi yang dipancarkan harus dipantulkan kembali ke fotodiode setelah menabrak objek apa pun. Sistem kerja dari sensor *photoelectric* dapat ditunjukkan pada **Gambar 2. 3**.



Gambar 2. 3 Sistem kerja sensor infrared

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 17 September 2020)

Permukaan benda dapat dibagi menjadi dua jenis: permukaan reflektif dan permukaan non-reflektif. Jika permukaan objek bersifat reflektif, yaitu putih atau warna terang lainnya, sebagian besar radiasi inframerah akan dipantulkan kembali dan mencapai fotodiode. Tergantung pada intensitas radiasi yang dipantulkan kembali, kemudian arus mengalir di fotodiode. Jika permukaan objek tidak bersifat reflektif, yaitu hitam atau warna gelap lainnya, ia menyerap hampir semua radiasi inframerah yang dipancarkan IR LED. Karena tidak ada radiasi yang dipantulkan,

tidak ada insiden radiasi pada fotodioda dan ketahanan fotodioda tetap lebih tinggi sehingga tidak ada arus mengalir, situasi ini mirip dengan tidak ada objek sama sekali. Bentuk fisik dari sensor infrared ini dapat ditunjukkan pada **Gambar 2. 4**.



Gambar 2. 4 Sensor *Photoelectric Proximity*

1.4. PLC (Programmable Logic Controller)

1.4.1. Pengertian PLC

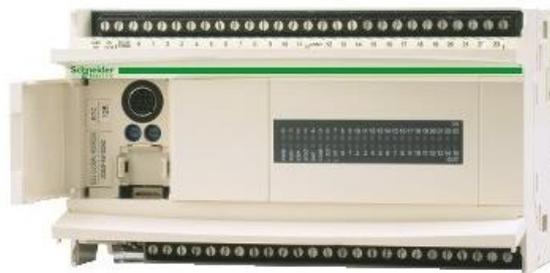
PLC (Programmable Logic Controller) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa ladder diagram yang kemudian harus dijalankan oleh PLC. Dengan kata lain PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrument keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Proses yang di kontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem - sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (on/off) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya.

Piranti ini dirancang sedemikian rupa agar tidak hanya para programmer komputer saja yang dapat membuat atau mengubah 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 atau B terjadi maka sambungkan (atau hidupkan) C, jika A dan B terjadi maka sambungkan D. Perangkat-perangkat input yaitu sensor-sensor semisal saklar, dan

perangkat-perangkat output di dalam sistem kontrol 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 pengontrolan yang dijalankannya, yang harus dilakukan oleh seorang operator hanyalah melakukan pemrograman yang berbeda dari yang digunakan sebelumnya. Penggantian rangkaian kontrol tidak perlu dilakukan. Hasilnya adalah sebuah perangkat yang fleksibel dan hemat biaya yang dapat dipergunakan dalam sistem-sistem kontrol yang sifat dan kompleksitasnya sangat beragam. PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas penghitung dan penyajian data, sedangkan PLC dioptimalkan untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam lingkungan industri. Dengan demikian PLC memiliki karakteristik:

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

Adapun bentuk dari PLC ditunjukkan pada **Gambar 2.5** di bawah ini.



Gambar 2. 5 PLC Schneider

(Sumber: Datasheet PLC TWDLCD40DRF diakses tanggal 19 Juni 2020)

1.4.2. Fungsi PLC

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 , disini PLC menjaga agar semua langkah dalam proses 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 20 dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses finishing, membentuk benda kerja dan sebagainya.

1.4.3. Prinsip Kerja PLC

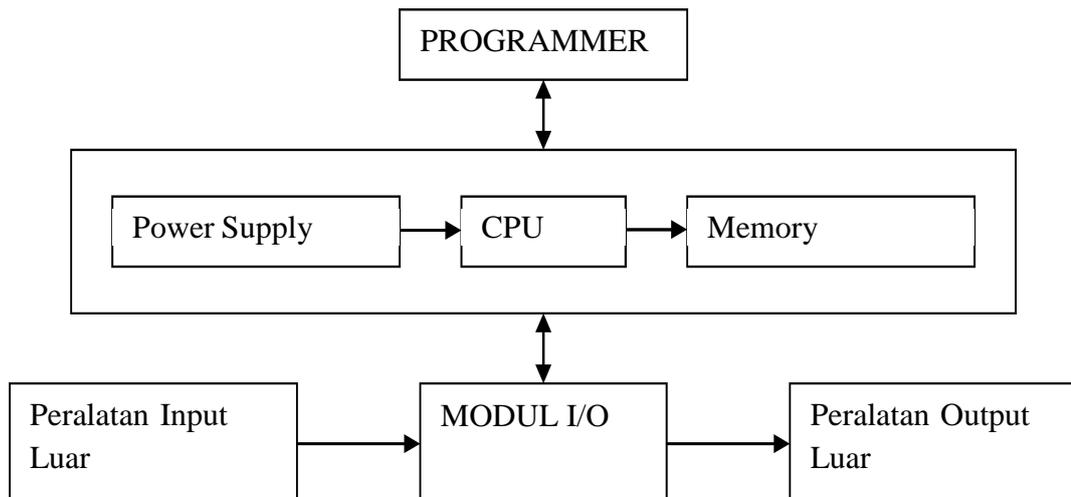
Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya.

1.4.4. Bagian-Bagian PLC

Sistem PLC terdiri dari lima bagian pokok, yaitu:

1. *Central processing unit* (CPU)

Bagian ini merupakan otak atau jantung PLC, karena bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi / pemrosesan program yang tersimpan dalam PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja PLC, transfer informasi melalui *internal bus* antara PLC, memori dan unit I/O. Bagian CPU ini antara seperti terlihat pada **Gambar 2. 6**:



Gambar 2. 6 Blok diagram prinsip kerja PLC

a. *Power Supply*

Power supply mengubah suplai masukan listrik menjadi suplai listrik yang sesuai dengan CPU dan seluruh komputer.

b. *Alterable Memory*

Terdiri dari banyak bagian, intinya bagian ini berupa *chip* yang isinya di letakkan pada *chip* RAM (*Random Access Memory*), tetapi isinya dapat diubah dan dihapus oleh pengguna / pemrogram. Bila tidak ada *supply* listrik ke CPU maka isinya akan hilang, oleh sebab itu bagian ini disebut bersifat *volatile*, tetapi ada juga bagian yang tidak bersifat *volatile*.

c. *Fixed Memory*

Berisi program yang sudah diset oleh pembuat PLC, dibuat dalam bentuk *chip* khusus yang dinamakan ROM (*Read Only Memory*), dan tidak dapat diubah atau dihapus selama operasi CPU, karena itu bagian ini sering dinamakan memori *non-volatile* yang tidak akan terhapus isinya walaupun tidak ada listrik yang masuk ke dalam CPU. Selain itu dapat juga ditambahkan modul EEPROM atau *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* yang ditujukan untuk *back up* program utama RAM prosesor sehingga prosesor dapat diprogram untuk meload program EEPROM ke RAM jika program di RAM hilang atau rusak.

d. *Processor*

Adalah bagian yang mengontrol supaya informasi tetap jalan dari bagian yang satu ke bagian yang lain, bagian ini berisi rangkaian *clock*, sehingga masing-masing *transfer* informasi ke tempat lain tepat sampai pada waktunya.

e. *Battery Backup*

Umumnya CPU memiliki bagian ini. Bagian ini berfungsi menjaga agar tidak ada kehilangan program yang telah dimasukkan ke dalam RAM PLC jika catu daya ke PLC tiba-tiba terputus.

2. *Programmer/monitor (PM)*.

Pemrograman dilakukan melalui keyboard sehingga alat ini dinamakan Programmer. Dengan adanya Monitor maka dapat dilihat apa yang diketik atau proses yang sedang dijalankan oleh PLC. Bentuk PM ini ada yang besar seperti PC, ada juga yang berukuran kecil yaitu hand-eld programmer dengan jendela tampilan yang kecil, dan ada juga yang berbentuk laptop. PM dihubungkan dengan CPU melalui kabel. Setelah CPU selesai diprogram maka PM tidak dipergunakan lagi untuk operasi proses PLC, sehingga bagian ini hanya dibutuhkan satu buah untuk banyak CPU.

3. *Modul input/output (I/O)*.

Input merupakan bagian yang menerima sinyal elektrik dari sensor atau komponen lain dan sinyal itu dialirkan ke PLC untuk diproses. Ada banyak jenis modul input yang dapat dipilih dan jenisnya tergantung dari input yang akan digunakan. Jika input adalah *limit switches* dan *push button* dapat dipilih kartu input DC. Modul input analog adalah kartu input khusus yang menggunakan ADC (*Analog to Digital Conversion*) dimana kartu ini digunakan untuk input yang berupa variable seperti temperatur, kecepatan, tekanan dan posisi.

Pada umumnya ada 8-32 *input point* setiap modul inputnya. Setiap point akan ditandai sebagai alamat yang unik oleh prosesor.

Output adalah bagian PLC yang menyalurkan sinyal elektrik hasil pemrosesan PLC ke peralatan output. Besaran informasi / sinyal elektrik itu dinyatakan dengan tegangan listrik antara 5 – 15 volt DC dengan informasi diluar

sistem tegangan yang bervariasi antara 24 – 240 volt DC maupun AC. Kartu output biasanya mempunyai 6-32 *output point* dalam sebuah *single module*. Kartu output analog adalah tipe khusus dari modul output yang menggunakan DAC (*Digital to Analog Conversion*). Modul output analog dapat mengambil nilai dalam 12 bit dan mengubahnya ke dalam sinyal analog. Biasanya sinyal ini 0-10 volts DC atau 4-20 mA. Sinyal Analog biasanya digunakan pada peralatan seperti motor yang mengoperasikan katup dan *pneumatic position control devices*.

Bila dibutuhkan, suatu sistem elektronik dapat ditambahkan untuk menghubungkan modul ini ke tempat yang jauh. Proses operasi sebenarnya di bawah kendali PLC mungkin saja jaraknya jauh, dapat saja ribuan meter.

4. Printer

Alat ini memungkinkan program pada CPU dapat di *printout* atau dicetak. Informasi yang mungkin dicetak adalah diagram *ladder*, status *register*, status dan daftar dari kondisi-kondisi yang sedang dijalankan, *timing* diagram dari kontak, *timing* diagram dari *register*, dan lain-lain.

5. The Program Recorder / Player.

Alat ini digunakan untuk menyimpan program dalam CPU. Pada PLC yang lama digunakan *tape*, sistem *floppy disk*. Sekarang ini PLC semakin berkembang dengan adanya *hard disk* yang digunakan untuk pemrograman dan perekaman. Program yang telah direkam ini nantinya akan direkam kembali ke dalam CPU apabila program aslinya hilang atau mengalami kesalahan.

Untuk operasi yang besar, kemungkinan lain adalah menghubungkan CPU dengan komputer utama (master computer) yang biasanya digunakan pada pabrik besar atau proses yang mengkoordinasi banyak Sistem PLC .

1.4.5. Konsep Perancangan Sistem dengan PLC

Dalam merancang suatu sistem kendali dibutuhkan pendekatan- pendekatan sistematis dengan prosedur sebagai berikut :

1. Rancangan Sistem Kendali

Dalam tahapan ini si perancang harus menentukan terlebih dahulu sistem

apa yang akan dikendalikan dan proses bagaimana yang akan ditempuh. Sistem yang dikendalikan dapat berupa peralatan mesin ataupun proses yang terintegrasi yang sering secara umum disebut dengan *controlled system*.

2. Penentuan I/O

Pada tahap ini semua piranti masukan dan keluaran eksternal yang akan dihubungkan PLC harus ditentukan. Piranti masukan dapat berupa saklar, sensor, *valve* dan lain-lain sedangkan piranti keluaran dapat berupa *solenoid* katup elektromagnetik dan lain-lain.

3. Perancangan Program (Program Design)

Setelah ditentukan input dan output maka dilanjutkan dengan proses merancang program dalam bentuk *ladder* diagram dengan mengikuti aturan dan urutan operasi sistem kendali.

4. Pemrograman (Programming)

Pada tahapan ini pemrograman dilakukan melalui keyboard sehingga alat ini dinamakan Programmer. Dengan adanya Monitor maka dapat dilihat apa yang diketik atau proses yang sedang dijalankan oleh PLC. Bentuk program *monitoring* (PM) ini ada yang besar seperti PC, ada juga yang berukuran kecil yaitu hand-held programmer dengan jendela tampilan yang kecil, dan ada juga yang berbentuk laptop. PM dihubungkan dengan CPU melalui kabel. Setelah CPU selesai diprogram maka PM tidak dipergunakan lagi untuk operasi proses PLC, sehingga bagian ini hanya dibutuhkan satu buah untuk banyak CPU

5. Menjalankan Sistem (Run The System).

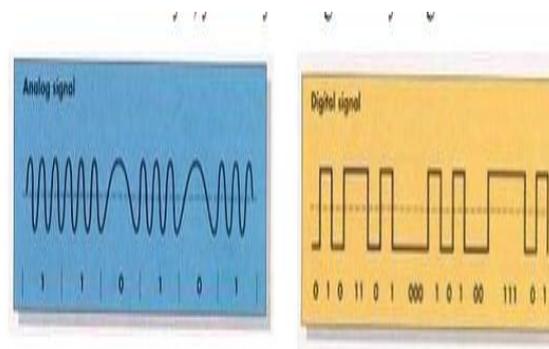
Pada tahapan ini perlu dideteksi adanya kesalahan-kesalahan satu persatu (debug), dan menguji secara cermat sampai kita memastikan bahwa sistem aman untuk dijalankan.

1.4.6. Hardware PLC

Umumnya, sebuah sistem PLC memiliki lima komponen dasar. Komponen-komponen ini adalah unit prosesor, memori, unit catu daya, bagian antarmuka

input/output dan perangkat pemrograman.

1. *Unit prosesor* 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-sinyal kontrol ke antarmuka *output*.
2. *Unit catu daya* diperlukan untuk mengkonversikan tegangan AC sumber menjadi tegangan DC (5V) yang dibutuhkan oleh prosesor 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 di mana 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, Sinyal-sinyal *output* mungkin diberikan pada kumparan-kumparan starter motor, katup-katup solenoida dll. Perangkat-perangkat *input* dan *output* dapat digolongkan menjadi perangkat-perangkat yang menghasilkan sinyal-sinyal diskrit atau digital, dan yang menghasilkan sinyal-sinyal analog (**Gambar 2. 7**).



Gambar 2. 7 Sinyal analog dan digital

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

Perangkat-perangkat yang menghasilkan sinyal-sinyal diskrit atau sinyal digital adalah perangkat-perangkat yang hanya mengindikasikan kondisi ‘mati’ (*off*) atau ‘hidup’ (*on*). Sehingga saklar adalah sebuah perangkat yang menghasilkan sinyal diskrit, yaitu ada tegangan atau tidak ada tegangan.

Perangkat-perangkat *digital* pada dasarnya dapat dipandang sebagai perangkat-perangkat diskrit yang menghasilkan serangkaian sinyal ‘mati’-‘hidup’. Perangkat-perangkat analog menghasilkan sinyal-sinyal yang amplitudonya sebanding dengan nilai variabel yang dipantau.

1.4.7. Bahasa Pemrograman PLC

Program kendali PLC terdiri atas tiga unsur yaitu alamat, instruksi, dan operand. Setiap merk PLC memiliki alamat, instruksi, dan operand masing-masing, yang berbeda dengan merk PLC lainnya.

1. Alamat

Alamat adalah nomor yang menunjukkan lokasi, instruksi, atau data dalam daerah memori. Instruksi harus disusun secara berurutan dan menempatkannya dalam alamat yang tepat sehingga seluruh instruksi dilaksanakan mulai dari alamat terendah hingga alamat tertinggi dalam program.

2. Instruksi

Instruksi adalah perintah yang harus dilaksanakan PLC. PLC hanya dapat melaksanakan instruksi yang ditulis menggunakan ejaan yang sesuai. Oleh karena itu, pembuat program harus memperhatikan tata cara penulisan instruksi.

3. Operand

Operand adalah nilai berupa angka yang ditetapkan sebagai data yang digunakan untuk suatu instruksi. Operand dapat dimasukkan sebagai konstanta yang menyatakan nilai angka nyata atau merupakan alamat data dalam memori.

Program PLC dapat dibuat dengan menggunakan beberapa cara yang disebut bahasa pemrograman. Bentuk program berbeda-beda sesuai dengan Bahasa pemrograman yang digunakan. Bahasa pemrograman tersebut antara lain *ladder diagram*/diagram tangga, kode mnemonik, diagram blok fungsi, dan teks erstruktur. Namun, pada umumnya bahasa pemrograman ladder diagram lebih sering digunakan daripada bahasa pemrograman lain.

1.4.8. Ladder Diagram

Logika tangga (*Ladder logic*) adalah bahasa pemrograman yang dipakai untuk menggambarkan secara grafis diagram rangkaian elektronika dan perangkat keras komputer berdasarkan logika berbasis-*relay* yang banyak dijumpai pada aplikasi PLC dan kendali industri. Sesuai dengan namanya, program ini menggunakan gambar anak tangga yang terdiri dari garis-garis tegak dan garis mendatar untuk menyajikan fungsi logika rangkaiannya.

Dalam PLC, terdapat beberapa instruksi fungsi yang dapat kita gunakan untuk membantu kita dalam membuat suatu program, antara lain :

1. Bit *Logic*

Instruksi Bit *Logic* bekerja dengan dua keadaan, yaitu “1” atau “0”. *Logic* “1” menandakan aktif dan *logic* “0” menandakan tidak aktif. Berikut ini macam-macam fungsi umum instruksi bit *logic* :

a. *Normally Open Contact*

Instruksi *normally open* digunakan apabila kita ingin memasukkan input yang keadaan normalnya adalah terbuka seperti **Gambar 2. 8**.

--| |--

Gambar 2. 8 *Ladder Diagram Normally Open*

Penggunaan *Normally Open Contact* harus disertai dengan *address* sesuai dengan tipe PLC yang digunakan. *Address* bertujuan untuk memberikan perintah sebagai input atau set *Output Coil*.

b. *Normally Closed Contact*

Instruksi *normally close* digunakan apabila kita ingin memasukkan input yang keadaan normalnya adalah tertutup seperti **Gambar 2. 9**.

--| / |--

Gambar 2. 9 Ladder Diagram Normally Close

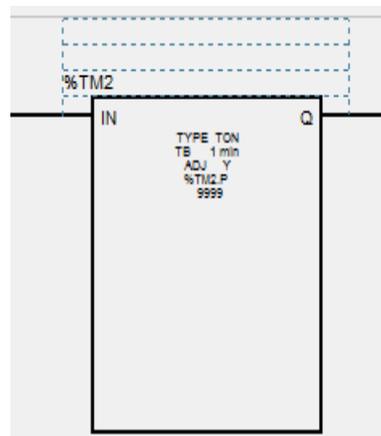
Penggunaan *Normally close Contact* harus disertai dengan *address* sesuai dengan tipe plc yang digunakan. *Address* bertujuan untuk memberikan perintah sebagai input atau set *Output Coil*.

2. Perintah *Timer*

Timer merupakan instruksi yang berfungsi memberikan waktu tunda (*delay*). Dengan adanya *timer*, kita dapat mengatur kapan suatu *output* harus aktif setelah kita berikan *input*. Selain itu kita juga dapat mengatur seberapa lama *output* tersebut harus aktif. Berdasarkan cara kerjanya, *timer* dibagi dalam beberapa macam, antara lain :

a. *Timer Up*

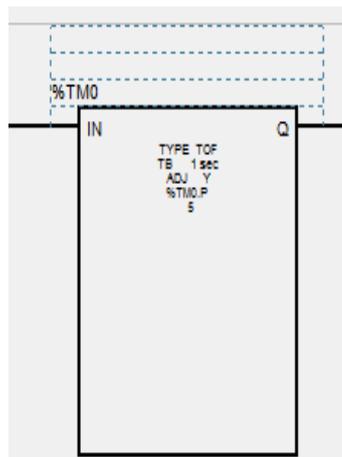
Timer Up merupakan perintah untuk menunda ketika waktu yang di tunda telah sampai maka *timer* akan aktif. dengan catatan pada saat waktu berjalan *timer* keadaan *LOW* atau dalam bahasa *logic* '0' ketika waktu sampai maka *timer* akan aktif *HIGH* atau *Logic* '1'. di bawah ini pada **Gambar 2. 10** merupakan contoh perintah dari *timer Up*.



Gambar 2. 10 Ladder Diagram perintah *Timer Up*

b. *Timer Down*

Timer Down merupakan kebalikan dari *timer Up* *timer* ini akan berlogic 1 atau *high* saat waktu berjalan dan apabila waktu telah sampai batasnya maka keadaan timer akan *low* atau *logic* '0' dibawah ini pada **Gambar 2. 11** merupakan contoh perintah *timer down*.



Gambar 2. 11 Ladder Diagram perintah Timer Down

3. Perintah *counter*

Counter merupakan rangkaian logika pengurut, karena *counter* membutuhkan karakteristik memori, dan pewaktu memegang peranan yang penting. *Counter* dalam PLC bekerja seperti halnya *Counter* mekanik atau elektronik yang mana membandingkan nilai yang kumpanan dengan nilai setting hasil perbandingan digunakan sebagai acuan keluran.

Counter terdiri dari dua elemen dasar yaitu kumpanan relay untuk menghitung pulsa-pulsa input dan kumpanan relay untuk membalikan *counter* ke posisi awalnya (*reset*), sedangkan kontak-kontak yang diasosiasikan dengan *counter* berada pada anak tangga lainnya. Di dalam penggunaan counter, terdapat 2 jenis counter yang sering digunakan yaitu :

1. *Counter Up*

Counter Up adalah serangkaian *flip-flop* yang dihubungkan secara seri dengan cara *output flip-flop* yang pertama menjadi *input flip-flop* berikutnya. Pulsa dari *clock* menjadi *input* untuk *flip-flop* yang pertama dan akan menyebabkan perubahan pada kondisi *output* untuk saat yang di kehendaki. *Counter Up* ini berfungsi untuk menghitung secara maju.

2. *Counter Down*

Counter Down adalah serangkaian *flip-flop* yang dihubungkan secara seri dengan cara *output flip-flop* yang pertama menjadi *input flip-flop* berikutnya.

Pulsa dari *clock* menjadi *input* untuk *flip-flop* yang pertama dan akan menyebabkan perubahan pada kondisi *output* untuk saat yang di kehendaki.

1.5. Programmable Logic Controller TWDLCE40DRF

Pada **Gambar 2.5** merupakan PLC TWDLCE40DR yang dibuat oleh SCHNEIDER yang dirancang untuk aplikasi mudah. TWDLCE40DR ini biasa untuk operasi pengendalian standar menggunakan dasar, gerakan, aritmatika, dan instruksi perbandingan. Untuk pemrogramannya menggunakan *software* yang disebut *Twido Sute*.

1.5.1. Model Unit CPU untuk PLC TWDLCE40DRF

Konfigurasi model angka satuan pada PLC TM221CE16R dapat dilihat di bawah ini :

TWDLCE40DRF

Keterangan:

PLC ini Memiliki

Input/Output : 40 Input: 24

Output : 14 Relay

2 Transistor

Max nomer I/O: 7

1.6. Arduino

1.6.1. Pengenalan Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Misalnya handphone, MP3 player, DVD, televisi, AC, dll. Mikrokontroler juga dipakai untuk keperluan mengendalikan robot. Baik robot mainan, maupun robot industri.

Karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroler, maka Arduino pun dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan.

Arduino ditinjau dari sisi perangkat keras adalah nama dari sebuah papan mikrokontroler. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan kita bereksperimen atau membuat sebuah peralatan yang berbasis mikrokontroler, misalnya :

1. Penyiraman tanaman otomatis
2. Pemantauan ketinggian air
3. Sms gateway
4. Pendeteksi keberadaan orang

Dan masih banyak lagi yang sudah dikembangkan. Saat ini sudah terdapat berbagai macam jenis papan arduino salah satunya Arduino Mega2560. Walaupun terdapat berbagai jenis arduino, secara prinsip pemrogramannya tetaplah sama hanya pin pin nya yang berbeda, karena masing masing mempunyai jumlah pin berbeda.

1.6.2.Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah board berbasis mikrokontroller Atmega2560. Board ini memiliki 54 digital *Input / Output* pin (dimana 14 dapat diigunakan sebagai *Output* PWM), 16 *Input* analog, 4 UARTs (untuk komunikasi serial), 16MHz *osilator* kristal, koneksi USB, *Input* listrik jack, ISCP Header dan Tombol reset. Pin-pin ini digunakan untuk mendukung kerja mikrokontroller, sangat mudah mendapatkan sumber tegangan bisa melalui komputer menggunakan kabel USB atau adaptor sumber AC ke DC dan bisa menggunakan baterai. Arduino mega mempunyai ukuran 10 cm x 5 cm. Papan ini direkomendasikan untuk digunakan pada proyek proyek yang lebih kompleks dan banyak menggunakan pin digital untuk I/O. Berikut informasi **Tabel 2. 1** deskripsi singkat dari data *sheet* arduino mega ini dan **Gambar 2. 12** merupakan board arduino mega.

1. IC ATmega2560
2. Pin Digital 54, dengan 15 Pin (PWM)
3. Pin Analog 16
4. Pin UART 4

5. Oscilator Crystal 16 MHZ
6. Tombol reset
7. Mempunyai port USB, power jack dan ICSP header
8. Flash memory 256 KB, SRAM 8 KB dan EEPROM 4 KB

Tabel 2. 1 Deskripsi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan Operaso	5V
Tegangan <i>Input</i> (saran)	7-12V
Tegangan <i>Input</i> (limit)	6-20V
Digital I/O	54 (6 <i>Output</i> PWM) pin
Analog (I/O)	16 pin
Arus DC per I/O	50mA
Arus DC untuk 3.3V	50mA
Flash Memory	256 KB, 4KB digunakan untk <i>bootloader</i>
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Kecepatan	16MHz



Gambar 2. 12 Board Arduino Mega2560

1.7. Konveyor

Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, Konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Jenis Konveyor membuat penanganan alat berat tersebut / produk lebih mudah dan lebih efektif. Banyak konveyorrol dapat bergerak secepat 75 kaki/menit. Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem konveyor mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Banyak sekali macam jenis dan kateristik conveyor untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu conveyor. Sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati konveyor, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati konveyor. Seperti pada **Gambar 2. 14**. Yang merupakan salah satu bentuk dari konveyor



Gambar 2. 13 *Belt Conveyor*

Konveyor mempunyai berbagai jenis yang disesuaikan dengan karakteristik barang yang diangkut. Jenis-jenis konveyor tersebut antara lain *Apron, Flight, Pivot, Belt, Overhead, Load propelling, Car, Bucket, Screw, Roller, Vibrating, Pneumatic, dan Hydraulic*. Di sini akan dipakai satu jenis konveyor yaitu *Belt* konveyor.

Belt konveyor atau ban berjalan adalah alat transportasi yang paling efisien dalam pengoperasiannya jika dibanding dengan alat berat / truk untuk jarak jauh, karena dapat mentransport material lebih dari 2 kilometer, tergantung disain *belt* itu sendiri. Material yang ditransport dapat berupa powder, granular atau lump dengan kapasitas lebih dari 2000 ton/jam, hal ini berkembang seiring dengan kemajuan disain *belt* itu sendiri. Saat ini sudah dikembangkan *belt* konveyor jenis *long curve*, yaitu *belt* dengan lintasan kurva horizontal maupun vertikal dengan radius minimum 400 m, sehingga sangat cocok untuk medan berliku dan jarak jauh. Keuntungan lainnya penggunaan *belt* adalah kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan, tetapi *belt* tidak tahan temperatur di atas 200 0C. Dengan *belt* konveyor, material dapat diumpan disepanjang lintasan, begitu juga pengeluarannya. Jenis *belt* bisa berupa *textil rubber belt, metal belt, steel cord belt*. Jenis yang paling banyak dipakai adalah jenis *textil rubber belt*. Lintasan *belt* dapat direncanakan horizontal, inklinasi, kombinasi inklinasi dan horizontal. Sudut kemiringannya tergantung koefisien gesek antara material yang diangkut. Dalam prakteknya sudut inklinasi berkisar antara 7o – 10o lebih kecil dari sudut gesek material *belt*. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan *belt* (*belt sag*) antara *idler roller*, sehingga inklinasi lebih besar dari inklinasi *belt* itu sendiri. Prinsip kerja *belt* konveyor adalah mentransport material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau inlet pada sisi tail dengan menggunakan *chute* dan setelah sampai di head material ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive / head pulley* dengan menggunakan motor penggerak. *Head pulley* menarik *belt*

dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut.

1.8. Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional.

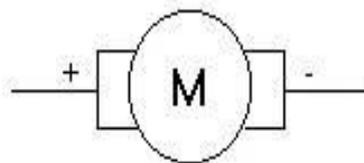
Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (double pole, double throw switch). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya Lorentz, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya Lorentz) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan berikut.\

$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K\phi} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- V_{TM} : Tegangan terminal
- I_A : Arus jangkar motor
- R_A : Hambatan jangkar motor
- K : Konstanta motor
- ϕ : Fluk magnet yang terbentuk pada motor.

1.8.1. Simbol Motor DC

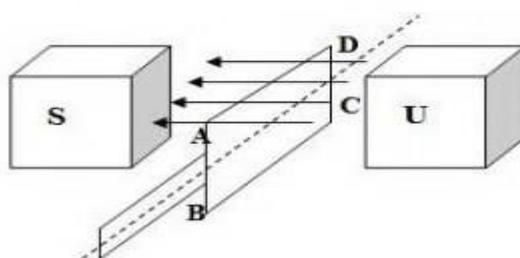


Gambar 2. 14 Simbol Motor DC

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

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. Pada **Gambar 2.15** merupakan symbol dari motor DC

1.8.2. Prinsip Kerja Motor DC



Gambar 2. 15 Prinsip Kerja Motor DC

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

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 2. 17** akan mengalami

momen putar sebesar :

$$\mathbf{T = F.r}.....(2.2)$$

Dimana :

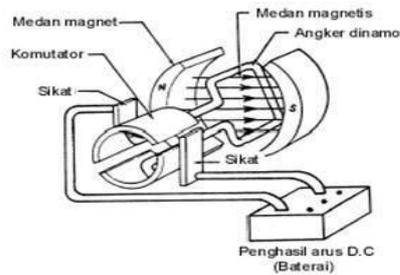
T = momen putar (Nm) F = gaya tolak (newton)

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. Kumparan- kumparan harus diletakkan sedemikian rupa sehingga momen putar yang dialami setiap sisi kumparan akan saling membantu dan menghasilkan putaran yang baik. Dengan pertimbangan teknis, maka kumparan-kumparan yang berputar tersebut dililitkan pada suatu alat yang disebut jangkar, sehingga lilitan kumparan itupun disebut lilitan jangkar.

1.8.3. Komponen Utama Motor DC

- **Kutub medan.** Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- **Kumparan Motor DC.** Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.
- **Komutator Motor DC .** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC dan juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya. **Gambar 2. 17** merupagan bagian-bagian motor DC



Gambar 2. 16 Bagian-Bagian Motor DC

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

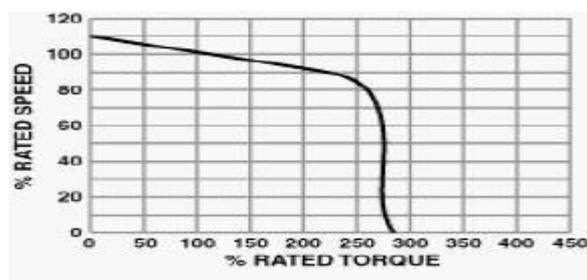
1.8.4. Jenis-jenis Motor DC

1. Motor DC Sumber Daya Terpisah/ Separately Excited

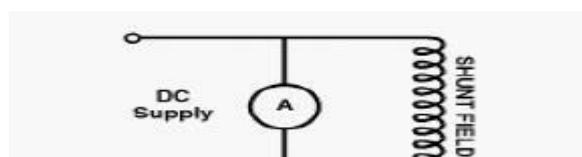
Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah / separately excited.

2. Motor DC Sumber Daya Sendiri/ Self Excited: Motor Shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus kumparan motor DC. Pada **Gambar 2. 18** merupakan karakteristik dari motor DC shunt.



a



b

Gambar 2. 17 a Grafik dari Karakteristik Motor DC Shunt dan **b** *Wairing* dari Motor DC Shunt

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

Berikut tentang kecepatan motor shunt:

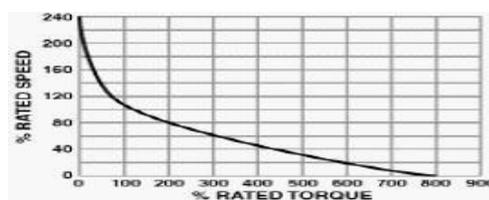
- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan kumparan motor DC (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

3. Motor Seri

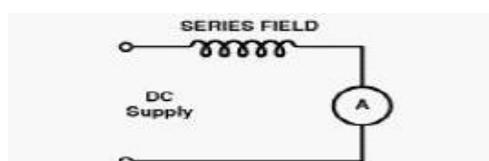
Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC. Berikut tentang kecepatan motor seri:

- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalaan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada **Gambar 2. 29.**



a



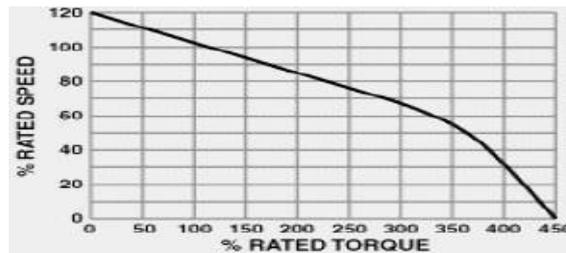
b

Gambar 2. 18 a Grafik dari Karakteristik Motor DC Seri dan **b** *Wairing* dari Motor DC Seri

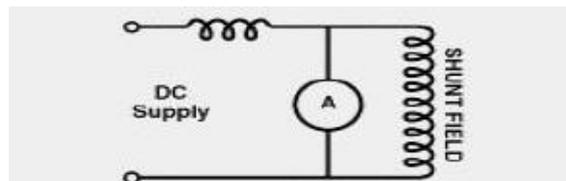
(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

4. Motor DC Kompon/Gabungan

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah. Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Contoh, penggabungan 40-50% menjadikan motor ini cocok untuk alat pengangkat hoist dan derek, sedangkan motor kompon yang standar (12%) tidak cocok. Pada **Gambar 2. 21** merupakan karakteristik dari motor DC kompont.



a



b

Gambar 2. 19 a Grafik dari Karakteristik Motor DC Kompon dan **b** *Wairing* dari Motor DC Kompon

(Sumber: www.eprints.polsri.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

1.9. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang

melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari system kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya. Pada perancangan alat ini digunakan jenis motor servo MG90S pada **Gambar 2. 21** dan motor servo MG996R pada **gambar 2. 22**.



Gambar 2. 20 Motor Servo MG90S

(Sumber : Datasheet Servo MG90S)



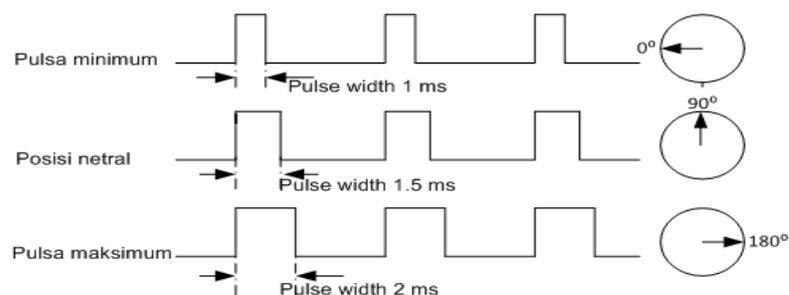
Gambar 2. 21 Motor Servo MG996R

(Sumber: Datasheet Servo MG996R diakses tanggal 7 Juli 2020)

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation 180° dan servo *rotation continuous*.

1. Motor servo *standard* (*servo rotation* 180°) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros *output*nya terbatas hanya 90° ke arah kanan dan 90° ke arah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180° .
2. Motor servo *rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Prinsip kerja motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan **Gambar 2. 23** dibawah ini.



Gambar 2. 22 Sinyal Modulasi Lebar Pulsa Motor Servo

(Sumber: www.eprints.undip.ac.id diakses pada tanggal 19 juni 2020)

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating* torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

1.10. Pilot Lamp

Sebuah Pilot *lamp* atau dalam bahasa indonesia lampu pilot merupakan sebuah lampu LED yang biasa digunakan sebagai lampu indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Pilot lamp tersebut dapat bekerja sebagai mestinya jika dialiri daya daya AC sebesar 220 VAC dengan toleransi 110 – 240 VAC. Warna yang dihasilkan Pilot lamp ini adalah lampu putih. Karena fungsinya sebagai lampu indikator, Pilot *lamp* ini dibuat warna warni sinarnya dengan menambahkan penutup kaca yang berwarna sehingga tampak dari luar berwarna sinar yang dihasilkan. Biasanya warna Pilot *lamp* ini ada 3 macam merah, hijau, kuning. Berikut ini **Gambar 2. 24** merupakan sebuah Pilot *Lamp*.



Gambar 2. 23 Pilot LED

