

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Motor Arus Searah (Motor DC)

Motor Arus Searah (motor DC) telah ada selama lebih dari seabad. Keberadaan motor DC telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi, atau terkadang disebut AC Shunt Motor. Motor DC telah memunculkan kembali Silicon Controller Rectifier yang digunakan untuk memfasilitasi kontrol kecepatan pada motor. Mesin listrik dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalam motor listrik tersebut terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor dan mengangkat bahan. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik terkadang disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Sedangkan untuk motor DC itu sendiri memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor DC sering dimanfaatkan sebagai penggerak pintu geser otomatis dan dalam rangkaian robot sederhana.

Motor DC memiliki manfaat yang sangat banyak dalam kehidupan sehari-hari dan dalam dunia industri. Motor DC memudahkan pekerjaan sehingga proses industri dapat berjalan efisien. Semakin banyak industri yang berkembang, maka akan semakin banyak mesin yang digunakan. Semakin banyak mesin yang digunakan, maka semakin banyak penggunaan motor DC.

2.2 Pengertian Motor Dc

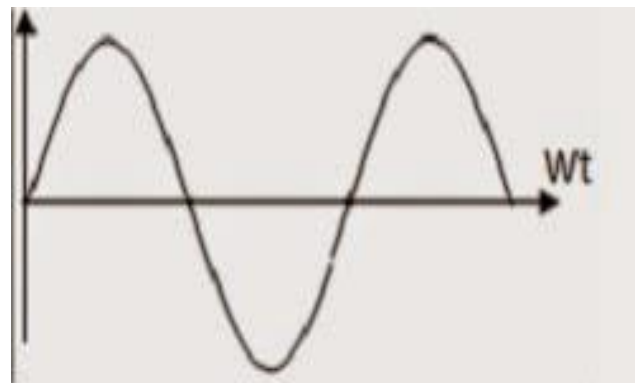
Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik.

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC.

Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan

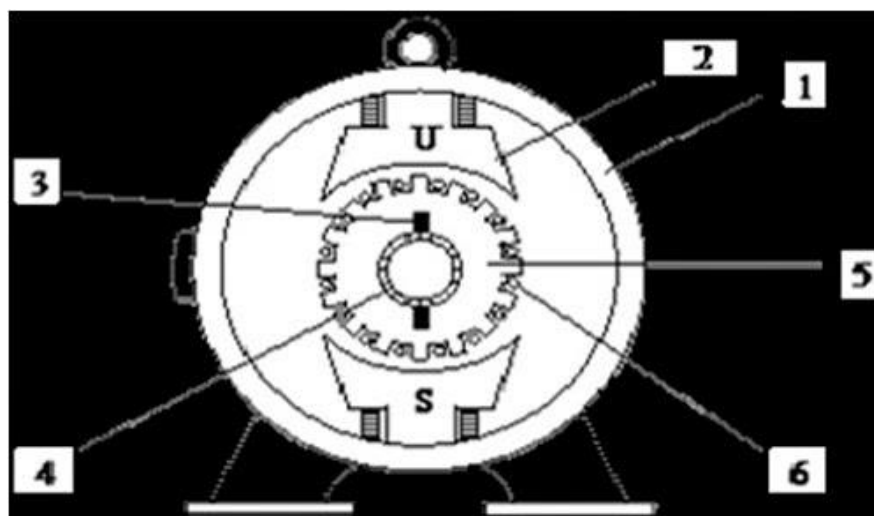
(GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL) seperti yang terlihat pada Gambar dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 2.1 Prinsip Arus Searah

Bagian-bagian yang penting dari motor DC



Gambar 2.2 Bagian Motor DC

1. Badan Mesin

Badan mesin ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub magnet, sehingga harus terbuat dari bahan ferromagnetik. Fungsi lainnya adalah untuk meletakkan alat-alat tertentu dan mengelilingi bagian-bagian dari mesin, sehingga harus terbuat dari bahan yang benar-benar kuat, seperti dari besi tuang dan plat campuran baja.

2. Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet

Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar dapat terjadi proses elektromagnetik. Adapun aliran fluks magnet dari kutub utara melalui celah udara yang melewati badan mesin.

3. Sikat-sikat

Sikat – sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus jangkar dengan bebas, dan juga memegang peranan penting untuk terjadinya proses komutasi.

4. Komutator

Komutator ini berfungsi sebagai penyearah mekanik yang akan dipakai bersama-sama dengan sikat. Sikat-sikat ditempatkan sedemikian rupa sehingga komutasi terjadi pada saat sisi kumparan berbeda.

5. Jangkar

Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetic dengan maksud agar kumparan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnetiknya besar, agar ggl induksi yang dihasilkan dapat bertambah besar.

6. Belitan jangkar

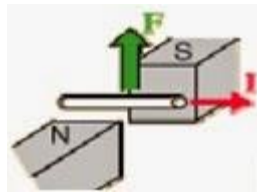
Belitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin arus searah,

berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC

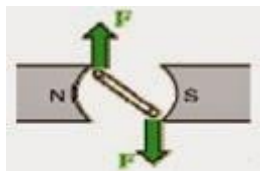
Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor listrik secara umum :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.



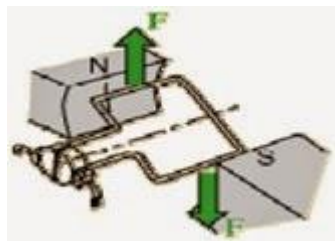
Gambar 2.3 Arus Listrik Dalam Medan Magnet

2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau loop maka kedua sisi loop yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.



Gambar 2.4 Arus medan Magnet Berlawanan

3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torque untuk memutar kumparan.

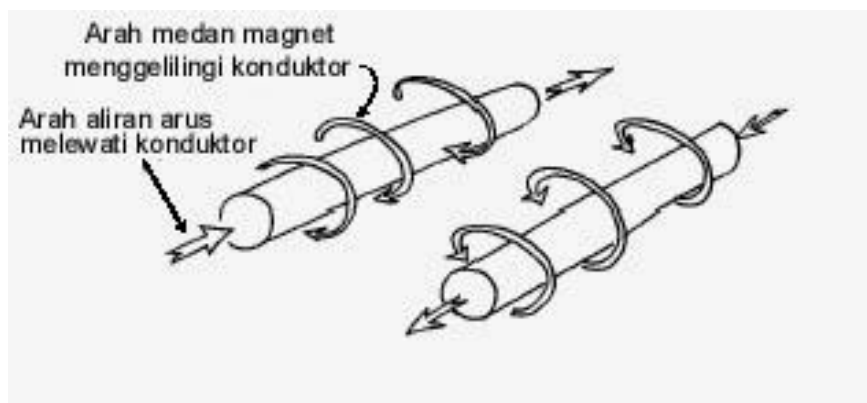


Gambar 2.5 Gaya Tenaga Putar

4. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

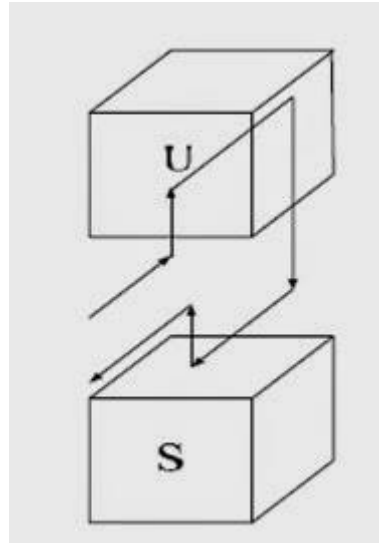
Sedangkan untuk prinsip kerja pada Motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.6 Aliran Arus Pada Konduktor

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 Tempat penyimpanan Energi

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah Flamming tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan F . Prinsip motor adalah aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.

Motor DC memiliki tiga komponen utama:

1. Kutub medan.

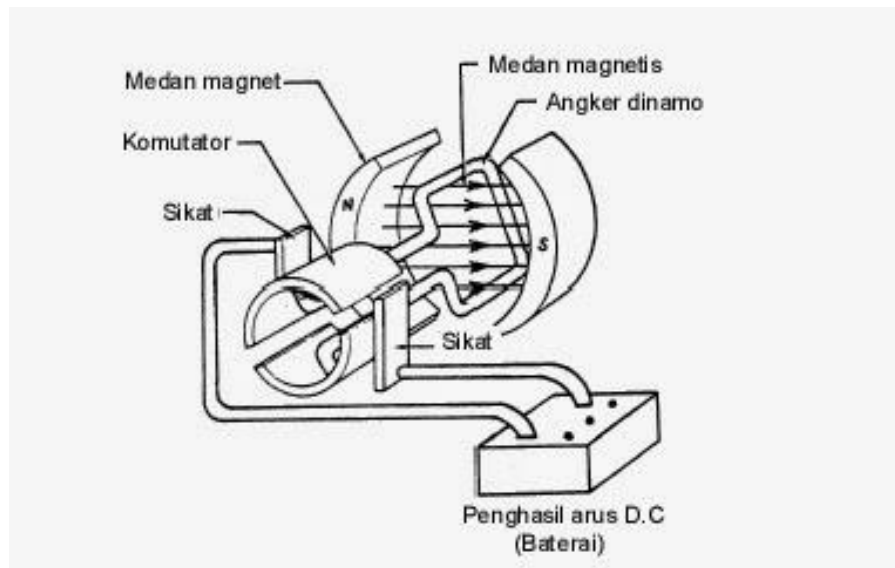
Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

2. Dinamo

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo 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 dinamo.

3. Commutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.8 Komponen Motor DC

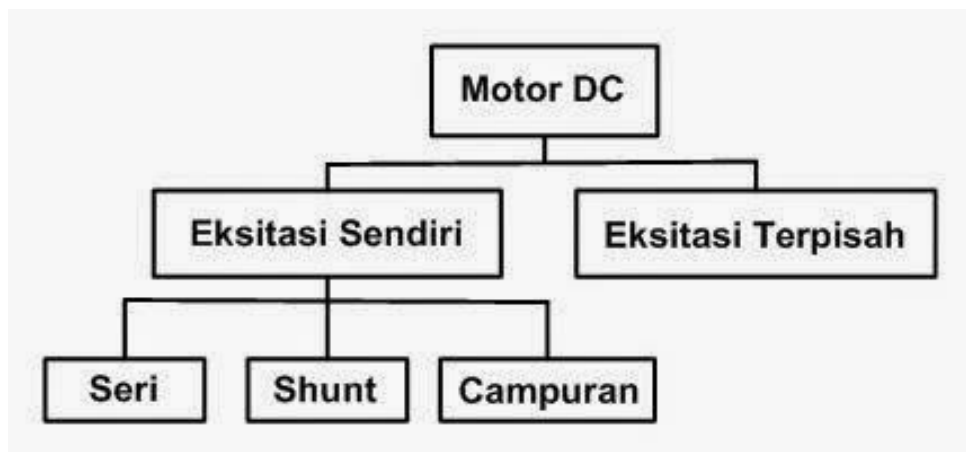
Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok :

1. **Beban torque konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torquanya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torque konstan adalah corveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.

2. **Beban dengan variabel torque** adalah beban dengan torque yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel torque adalah pompa sentrifugal dan fan (torque bervariasi sebagai kuadrat kecepatan).
3. **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan torque yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

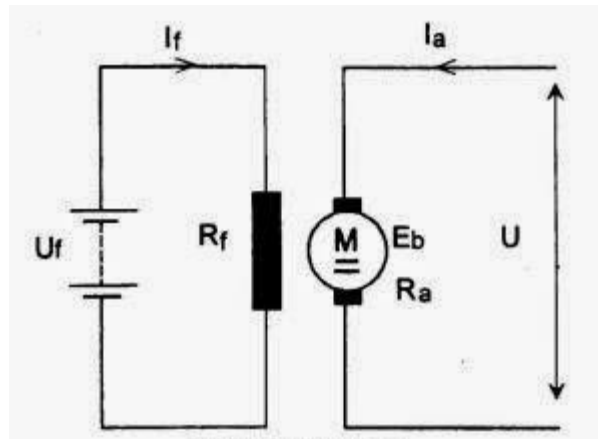
2.2.2 Jenis-Jenis Motor DC



Gambar 2.9 Jenis-jenis Motor DC

1. Motor Arus Searah Penguat Terpisah

Motor jenis ini, penguat magnetnya mendapat arus dari sumber tersendiri dan terpisah dengan sumber arus ke rotor. Sehingga arus yang diberikan untuk jangkar dengan arus yang diberikan untuk penguat magnet tidak terikat antara satu dengan lainnya secara kelistrikan.



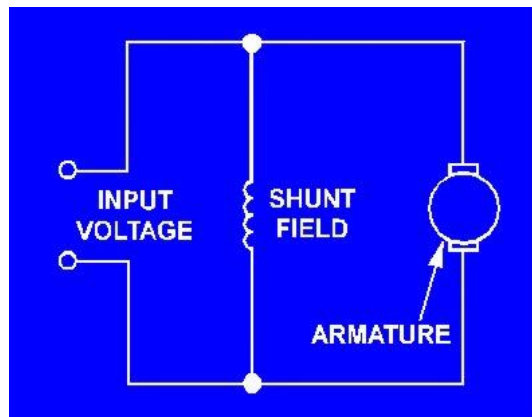
Gambar 2.10 Arus Searah Penguat Terpisah

2. Motor Arus Searah dengan Penguat Sendiri

Motor jenis ini yaitu jika arus penguat magnet diperoleh dari motor itu sendiri. Berdasarkan hubungan lilitan penguat magnet terhadap lilitan jangkar motor DC dengan penguat sendiri dapat dibedakan :

3. Motor Shunt

Motor ini dinamakan motor DC shunt karena cara pengkabelan motor ini yang parallel (shunt) dengan kumparan armature. Motor DC shunt berbeda dengan motor yang sejenis terutama pada gulungan kawat yang terkoneksi parallel dengan medan armature. Kita harus ingat bahwa teori elektronika dasar bahwa sebuah sirkuit yang parallel juga disebut sebagai shunt. Karena gulungan kawat diparalel dengan armature, maka disebut sebagai shunt winding dan motornya disebut shunt motor. Motor DC shunt memiliki skema berikut:



Gambar 2.11 Skema Motor DC Shunt

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

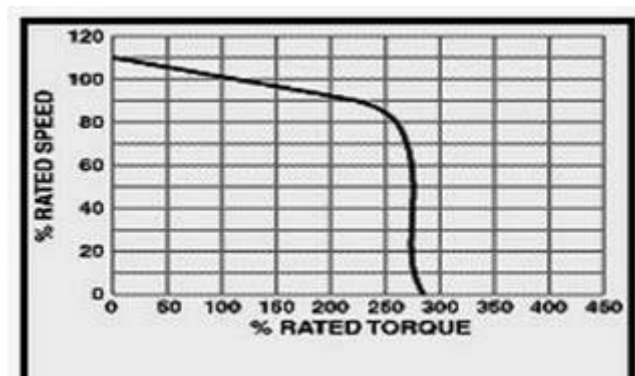
Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah :

- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) 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 dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

Motor ini tidak dapat memproduksi arus yang besar ketika mulai melakukan putaran seperti pada medan kumparan seri .Hal ini berarti motor parallel mempunyai torsi awal yang lemah. Ketika voltase diaplikasikan ke motor listrik, resistansi yang tinggi pada kumparan parallel menjaga arus mengalir lambat.

Kumparan armature untuk motor shunt pada dasarnya sama dengan motor seri dan menggunakan arus untuk memproduksi medan magnetik yang cukup kuat untuk membuat kumparan armature memulai putaran. Dalam industry, motor shunt digunakan pada Mesin bubut, Drills, Boring Mills, pembentuk, dan Spinning. Berikut adalah contoh boring mills yang sering digunakan pada industri.

Motor shunt mempunyai kecepatan hampir konstan. Pada tegangan jepit konstan, motor ini mempunyai putaran yang hampir konstan walaupun terjadi perubahan beban. Perubahan kecepatan hanya sekitar 10%. Misalnya untuk pemakaian kipas angin, blower, pompa centrifugal, elevator, pengaduk, mesin cetak, dan juga untuk pengerjaan kayu dan logam.

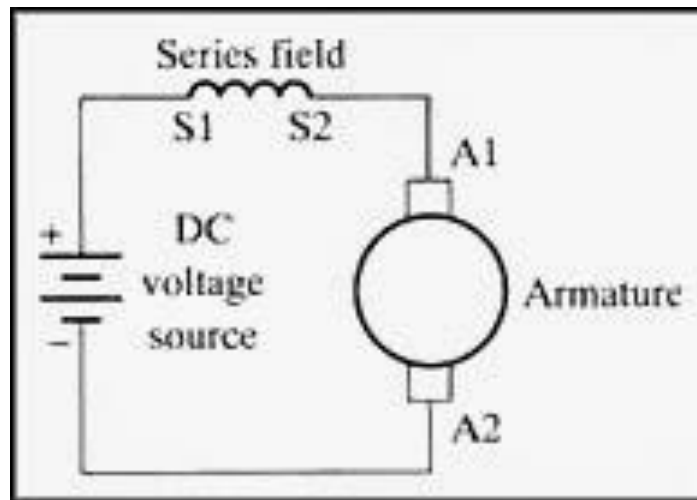


Tabel 2.1 Torque dan Kecepatan Motor Shunt

4. Motor Seri

Motor ini dipasang secara seri dengan kumparan armature. Motor ini, kurang stabil. Pada torsi yang tinggi kecepatannya menurun dan sebaliknya. Namun, pada saat tidak terdapat beban motor ini akan cenderung menghasilkan kecepatan yang sangat tinggi. Tenaga putaran yang besar ini dibutuhkan pada elevator dan Electric Traction. Kecepatan ini juga dibutuhkan

pada mesin jahit. Motor DC disusun dengan skema berikut:



Gambar 2.12 Skema Motor DC

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo. Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah :

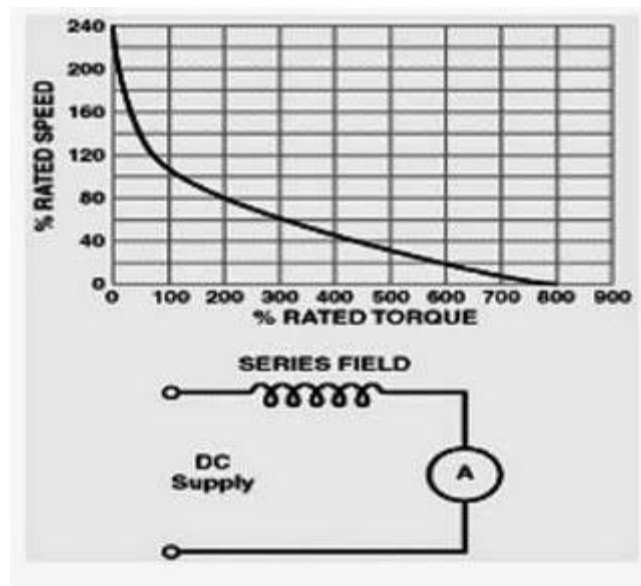
- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM.
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

Karena kumparan medan terseri dengan kumparan armature, motor DC seri membutuhkan jumlah arus yang sama dengan arus yang mengalir melalui kumparan armature. Pengoperasian dari motor ini sangat mudah untuk dimengerti. Kita tahu, bahwa kumparan medan terkoneksi secara seri dengan kumparan armature. Hal ini berarti bahwa power akan teraplikasi pada salah satu ujung dari kumparan medan yang seri dan ujung lain dari kumparan armature yang terkoneksi dengan brush.

Ketika voltase diberikan, arus mulai mengalir dari terminal power supply yang negative ke kumparan yang seri dan kumparan armature. Kumparan armature tidak berputar ketika tegangan pertama kali diberikan dan satu-satunya hambatan pada sirkuit berasal dari konduktor yang digunakan pada armature dan kumparan penguat medan. Kerena konduktor ini sangat besar, maka konduktor ini hanya akan memiliki hambatan yang kecil.

Hal ini menyebabkan motor mengambil arus yang besar dari power supply. Ketika arus yang besar mulai mengalir ke kumparan penguat medan dan kumparan armature maka akan terbentuk medan magnetic yang cukup kuat. Karena arusnya amat besar, hal ini menyebabkan kumparan menjadi jenuh, yang akan memproduksi medan magnet yang amat kuat.

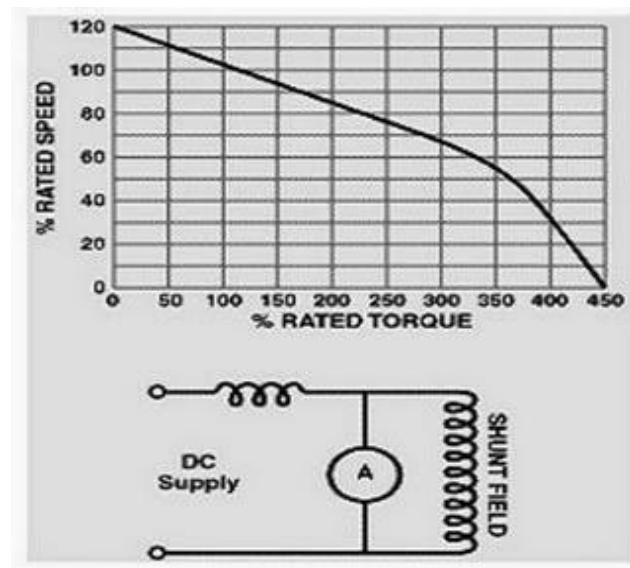
Dalam industri, motor ini digunakan sebagai electric traction, elevator, kompresor udara, penyedot debu, dan pengering rambut. Contoh yang nyata, dapat kita temui pada mesin mobil. Ketika pada saat pertama kali dihidupkan, mobil memerlukan tenaga putaran yang kuat untuk membuat mesin dalam mobil hidup. Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torsi penyalaan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist.



Tabel 2.2 Speed dan Torque Motor DC Seri

5. Motor Kompon

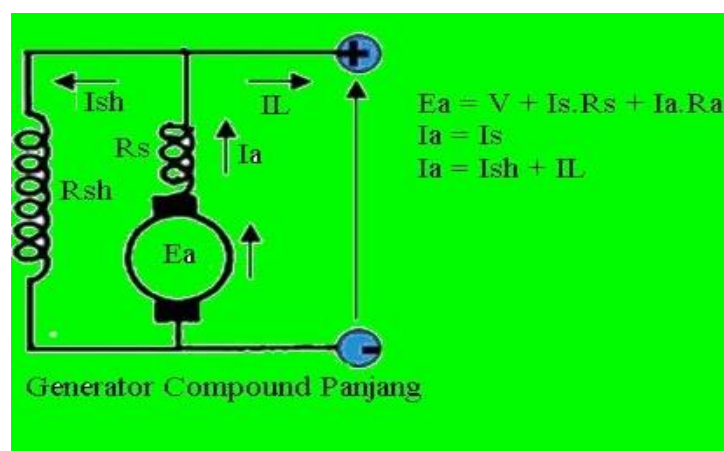
Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.. Dalam industri, motor ini digunakan untuk pekerjaan apa saja yang membutuhkan torsi besar dan kecepatan yang constant.



Tabel 2.3 Speed dan Torque Motor DC Kompon

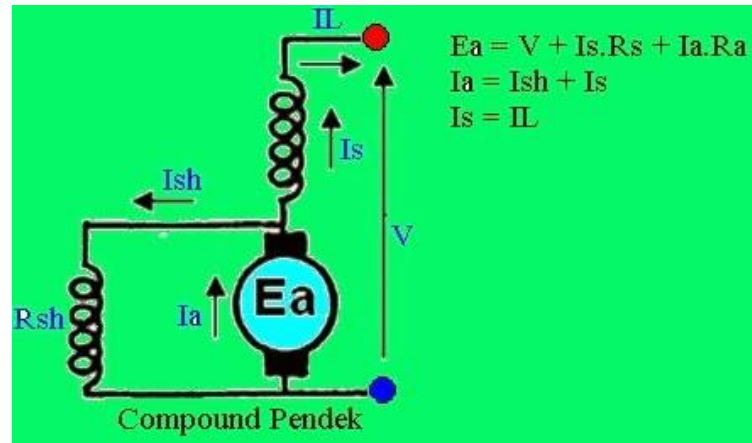
Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.

Pada motor kompon mempunyai dua buah kumparan medan dihubungkan seri dan paralel dengan anker. Bila motor seri diberi penguat shunt tambahan seperti gambar dibawah disebut motor kompon shunt panjang.



Gambar 2.13 Motor Kompon Shunt Panjang

Bila motor shunt diberi tambahan penguat seri seperti gambar dibawah disebut motor kompon shunt pendek



Gambar 2.14 Motor Kompon Shunt Pendek

2.2.3 Aplikasi Motor DC

Motor listrik ditemukan dalam aplikasi yang beragam seperti industri, blower kipas dan pompa, peralatan mesin, peralatan rumah tangga, alat-alat listrik, dan disk drive. Mereka mungkin didukung oleh (misalnya, perangkat portabel bertenaga baterai atau kendaraan bermotor) langsung saat ini, atau dengan arus bolak-balik dari kotak distribusi sentral listrik. Motor terkecil dapat ditemukan pada jam tangan listrik. Menengah dimensi motor sangat standar dan karakteristik menyediakan tenaga mesin nyaman untuk kegunaan industri. Motor listrik sangat terbesar digunakan untuk penggerak kapal, kompresor pipa, dan pompa air dengan peringkat dalam jutaan watt. Motor listrik dapat diklasifikasikan oleh sumber tenaga listrik, dengan konstruksi internal, dengan aplikasi, atau dengan jenis gerakan yang diberikan.

Untuk motor DC sendiri sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang teknologi, antara lain :

1. Aplikasi motor DC sebagai penggerak pintu geser pada otomatisasi sistem monitoring ruangan penyimpanan database menggunakan PLC omron CPM1A I/O 30. Penggerak pintu pada sistem penggerak pintu geser pada otomatisasi sistem monitoring penyimpanan database menggunakan PLC omron CPM1A I/O 20 yang digunakan adalah motor DC. Untuk menggerakkan motor DC diperlukan driver motor DC yaitu driver H-Bridge yang digunakan untuk mengatur motor agar dapat berputar dalam dua arah yaitu forward (searah jarum jam) dan Reverse(berlawanan arah jarum jam). Berputarnya motor DC juga dipengaruhi oleh terhalang tidaknya sensor IR pada pintu. Ketika sensor IR terhalangi maka motor akan membalik putarannya sehingga akan membuka pintu. Jika pintu dibuka secara paksa maka alarm akan menyala dikarenakan sensor IR terhalangi oleh benda.
2. Aplikasi motor DC menggunakan paralel port dalam rangkaian robot sederhana. Motor DC dapat dikendalikan komputer (PC) melalui paralel port. Untuk dapat mengendalikannya, motor DC perlu dihubungkan sedemikian rupa dengan relay, transistor, dan resistor. Pengembangan dari rangkaian pengendali motor DC ini dapat berupa sebuah robot berjalan. Pada robot ini digunakan dua buah motor DC dan empat buah roda, dua roda untuk sisi, dimana tiap motor DC dihubungkan dengan roda depan. Sehingga roda penggeraknya berada di roda depan.

3. Aplikasi penyearah Thyristor gelombang penuh satu fasa pada pengendalian arah putaran motor DC untuk membalik arah putaran kekanan dan putaran ke kiri adalah sebagai berikut, terdapat dua kelompok penyearah Thyristor yaitu penyearah 1 dan penyearah 2. Penyearah 1 jika dijalankan, maka motor DC akan berputar kekanan. Dan ketika penyearah 2 dijalankan, maka motor DC akan berputar ke kiri. Sedangkan untuk mengatur kecepatan motor DC tersebut, dapat dilakukan dengan mengatur besarnya tegangan yang masuk ke terminal motor DC.

2.3 Kontrol Automatik

Kontrol otomatis telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Kontrol otomatis telah menjadi bagian yang penting dan terpadu dari proses – proses dalam pabrik dan industri modern. Misalnya, kontrol otomatis perlu sekali dalam kontrol numerik dari mesin alat – alat bantu di industri manufaktur.

Karena kemajuan dalam teori dan praktek kontrol otomatis memberikan kemudahan dalam mendapatkan performansi dari sistem dinamik, mempertinggi kualitas dan menurunkan biaya produksi, mempertinggi laju produksi, meniadakan pekerjaan – pekerjaan rutin dan membosankan yang harus dilakukan oleh manusia, dan sebagainya, maka sebagian besar insinyur dan ilmuwan sekarang harus mempunyai pemahaman yang baik dalam bidang ini.

Definisi. Variabel yang dikontrol adalah besaran atau kedudukan yang diukur dan dikontrol. Variabel yang dimanipulasi adalah besaran atau keadaan yang diubah oleh kontroler untuk mempengaruhi nilai variabel yang dikontrol.

Dalam keadaan normal, variabel yang dikontrol dan menerapkan variabel yang dimanipulasi kesistem untuk mengoreksi atau membatasi penyimpangan nilai yang diukur dari nilai yang dikehendaki.

Pada penelahan rekayasa, kita perlumenentukan istilah – istilah tambahan yang diperlukan untuk menjelaskan sistem kontrol, seperti misalnya: “plant”, gangguan – gangguan, kontrol umpan balik, dan sistem kontrol umpan balik.

“**Plant**” adalah seperangkat peralatan, mungkin hanya terdiri dari beberapa bagian mesin yang bekerja bersama – sama, yang digunakan untuk melakukansuatu oprasi tertentu.

Proses (process). *Kamus merriam-Webster* mendefinisikan proses sebagai oprasi atau perkembangan alamiah yang berlangsung secara kontinu yang ditandai oleh suatu deretan perubahan kecil yang berurutan dengan cara relatif tetap dan menuju kesuatu hasil atau keadaanakhir tertentu; atausuatu operasi yang sengaja dibuat, berlangsung secara kontinue, yang terdiri dari beberapa aksi atau perubahan yang dikontrol, yang diarahkan secara sistematis menuju kesuatu hasil atau keadaan akhir tertentu. Setiap operasi yang dikontrol disebut *proses*.

Sistem (sistem). Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama – sama dan melakukan sesuatu sasaran tertentu. Sistem tidak dibatasi hanya untuk sistem fisik saja.

Gangguan (disturbances). Gangguan adalah suatu sinyal yang cenderung mempunyai pengaruh yang merugikan pada harga keluaran sistem. Jika suatu gangguan dibangkitkan dalam sistem, disebut *internal*, sedangkan gangguan *eksternal* dibangkitkan diluar sistem dan merupakan suatu masukan.

Kontrol Umpan Balik. Kontrol umpan balik mengacu pada suatu operasi, yang dengan adanya gangguan, cenderung mengurangi perbedaan antara keluaran dari sistem dan suatu acuan masukan dan bahwa hal itu dilakukannya berdasarkan pada perbedaan ini. Disini hanya gangguan yang tidak diperkirakan yang ditentukan demikian, karena gangguan yang dapat diperkirakan atau gangguan yang diketahui dapat selalu dikompensasi didalam sistem tersebut.

Sistem Kontrol Umpan Balik. Sistem yang mempertahankan hubungan yang ditentukan antara keluaran dan beberapa masukan acuan, dengan membandingkan mereka dan dengan menggunakan perbedaan sebagai alat kontrol dinamakan *sistem kontrol umpan balik*.

Sistem kontrol umpan balik tidak terbatas dibidang rekayasa, tetapi dapat juga ditemukan diberbagai macam bidang bukan rekayasa. Tubuh manusia, misalnya, adalah sistem kontrol umpan balik yang sangat maju. Baik suhu tubuh maupun tekanan darah dijaga tetap konstan dengan alat umpan balik faal tubuh. Kenyataannya, umpan balik melaksanakan fungsi yang vital. Ia membuat tubuh manusia relatif tidak peka terhadap gangguan eksternal, jadi memungkinkannya untuk berfungsi dengan benar didalam lingkungan yang berubah.

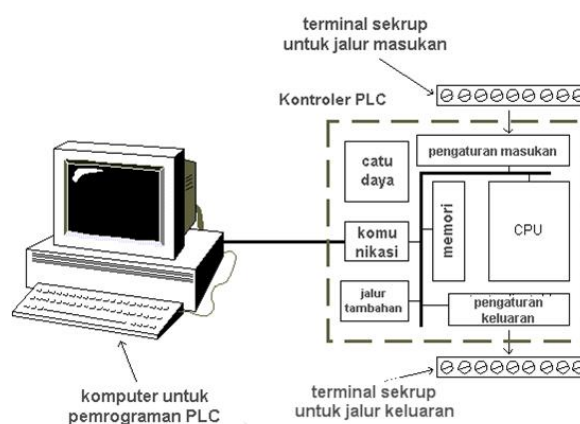
2.4 Sistem Kontrol Numerik

Kontrol numerik adalah suatu metode pengontrolan gerak dari komponen mesin dengan menggunakan angka – angka. Pada kontrol numerik, gerak benda kerja dapat dikontrol dengan informasi biner yang disimpan pada sebuah cakram.

2.4.1 PLC (Programmable Logic Control)

Programmable Logic Control pada awalnya terkenal sebagai programmable controller (PC) yang lahir sebagai produk yang kompak, dapat diprogram dan di reprogram seperti komputer, tidak memakan tempat dan energi yang besar, bebasikan teknologi digital, yang dapat menggantikan rangkaian relay dan kaku (hardwire). PLC adalah peralatan elektronika yang beroperasi secara digital, yang menggunakan programable memori untuk menyimpan internal bagi intruksi – intruksi fungsi spesifik seperti logika, sekuensial, timing, counting dan aritmatika untuk mengendalikan secara digital atau analog input atau output sebagai tipemesin.

PLC merupakan perangkat pengontrol yang berbasis fungsi rangkaian logika, namun dalam perkembangann sejalan dengan kebutuhan industri PLC memiliki fungsi dan aplikasi yang lebih banyak dari rangkaian logika. PLC merupakan peralatan berbasis microprocessor yang dirancang khusus untuk menggantikan kerja rangkaian logika dan aplikasi lain, juga didesaian untuk berbagi aplikasi yang berhubungan dengan sensor-sensor industri. Sistem koordinasi PLC adalah sebagai berikut:



Gambar 2.15 koneksi CPU ke PLC

CPU mengeksekusi pengkodean intruksi dari memory, menghasilkan sinyal/data kendali yang ditransfer ke I/O (input-output) atau ke memori. Programing Device (PD) adalah perangkat untuk membuat, mengedit, atau debugging program PLC, merupakan PC dengan adapter communication PLC.

Programing memory (PM) berfungsi menyimpan intruksi, program dan data program PLC, berupa RAM, EPROM ataupun EEPROM. Modul ini berupa I/O discrete dan special I/O. Dikenal 2 tipe memori pada programmable kontroller, yaitu:

- RAM (Random Access Memory).
- ROM (Read Only Memory).

Pada awal perkembangannya, PLC hanya digunakan untuk operasi logika biasa (on/off suatu output berdasarkan sequence yang sudah ditetapkan). Hal ini sesuai dengan namanya sebagai Programmable Logic Controller, yaitu sebuah computer yang diprogram untuk melakukan operasi-operasi logika. Dalam perkembangan selanjutnya, istilah ini bergeser menjadi programmable kontroller saja, dimana istilah logic sudah tidak ada. Hal ini dikarenakan PLC sudah digunakan untuk melakukan operasi-operasi aritmatika, string dan operasi lain yang tidak sekedar operasi logika biasa.



Gambar 2.16 Programmed logic dan Wired logic

Pada masa wired logic, suatu panel akan terdiri dari banyak komponen (seperti relay, timer dan counter) yang mana pengkabelannya secara fisik. Akibatnya untuk rangkaian kontrol skala besar, maka pengkabelannya akan banyak dan rumit. Sebagai konsekuensinya untuk melakukan modifikasi ataupun trouble shooting jika terjadi masalah akan cukup sulit. Hal ini berbeda saat teknologi sistem kontrol mengalami banyak perkembangan dan berada pada masa programmed logic. Dimana pengkabelan secara fisik sudah jauh berkurang dan digantikan oleh pengkabelan secara program (software). Dengan cara ini modifikasi dan trouble shooting sistem dapat dilakukan dengan jauh lebih mudah dan cepat. Jumlah komponen pada suatu panel juga jauh berkurang dengan adanya PLC, dimana relay-relay, timer dan counter sudah terintegrasi didalam sebuah PLC.

2.4.2 Jenis Input/Output (I/O)

Jenis I/O pada PLC antara lain:

- Discrete I/O yaitu digital input dan output berbentuk logic dengan taraf high 24VDC atau low 0V atau berupa output kontak relay yang dapat dialiri sampai 240VAC.

- Special I/O yaitu I/O yang memiliki fungsi – fungsi khusus
- Analog Input Modul.
- Temperatur Modul yaitu PT100 atau thermocouple (low level analog input).
- High Speed Counter Modul yaitu frekuensi logic dengan taraf high umumnya 5V, 12V atau 24V.
- Fuzzy Logic Modul.
- PID Modul.
- Servo Modul.
- Communication modul berupa protocol yang dibuat oleh masing – masing pabrikan misalnya Fieldbus, Modbus, Profibus, Ethernet, Sysmac way, Device Net, Control Net.

2.4.3 Data PLC

Karena dibangun oleh microprocessor maka format data yang diolah dari I/O adalah:

- Boolean merupakan 1 bit informasi data. Boolean digunakan pada perintah – perintah logic Bit adalah lokasi di memori yang hanya dapat bernilai benar atau salah (logika 1 atau 0). Ada beberapa jenis bit yang dikenal pada programmable kontroller, seperti input bit, output bit dan internal bit. Gambar di bawah ini dapat memberikan gambaran mengenai pengertian bit.
- Byte adalah format integer 8 bit data (128). Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative.

- Word adalah format integer 16 bit data (32768) yang tersusun dari 2 data byte. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative.
- Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar di bawah ini.
- Double word adalah format integer 32 bit yang tersusun dari 4 data byte atau 2 data word. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative.
- Long (64 bit) adalah format integer 64 bit yang tersusun dari 8 data byte atau 4 data word atau 2 data double word. Dibagi menjadi 2 jenis dengan memakai tanda dan tidak bertanda. Bit yang paling kiri merupakan tanda negative.
- Real atau floating point berupa 32 bit data yang terdiri dari mantisa dan eksponen dengan rumus umum = (tanda) x (1, mantissa) x (2 eksponen – 127). Tanda adalah nilai bit terakhir bila high maka bilangan negative.
- BCD adalah bilangan biner yang mengkodekan desimal yang paling sedikit adalah 4 bit data dalam suatu bilangan integer yaitu 0000 (0) ~ 1001 (9).
- ASCII (7 bit dengan parity) digunakan untuk menampilkan alphanumeric dengan kode 7 bit, signifikan paling tinggi sebagai penyimpan parity.

2.4.4 Power Supply PLC

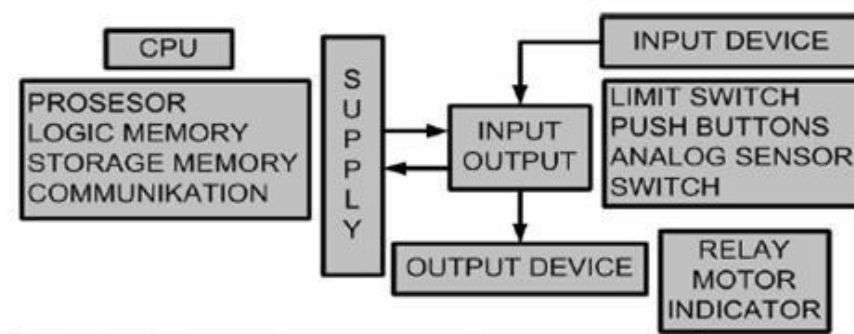
Power Supply PLC memiliki beberapa jenis tipe tegangan dan ukuran arus pensuplai, umumnya inputnya 100 VAC ~ 220 VAC dan diubah ke standar power supply PLC yaitu 24VDC. Selain mensuplai CPU dan I/O modul dapat juga mensuplai I/O device bergantung dengan tipe I/O.



Gambar 2.17 Supply

PLC (Programmable Logic Controller) memiliki input device yang disebut sensor, output device serta kontroller. Peralatan yang dihubungkan pada PLC yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC disebut input device. Sinyal input masuk pada PLC disebut input poin. Input poin ini ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan statusnya on atau off. Lokasi memori ini disebut lokasi bit. CPU dalam suatu siklus proses yang normal memantau keadaan dari input poin dan menjalankan on dan off sesuai dengan input bitnya.

Pada dasarnya PLC terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian input/output, bagian prosesor dan perangkat pemrograman (programming device).



Gambar 2.18 Blok Diagram Programable Controller.

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

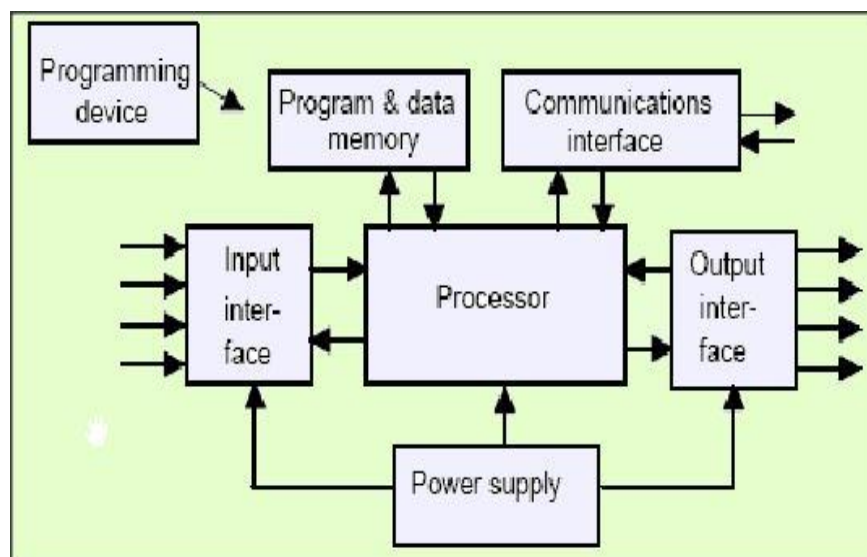
Program adalah dimana program Logic Ladder dimasukkan dan disimpan yang berupa instruksi – instruksi dalam format Logic Ladder. Setiap instruksi memerlukan satu word didalam memori.

PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat dipergunakan di dalam beraneka ragam sistem kontrol. Untuk memodifikasi sebuah sistem kontrol atau aturan-aturan pengontrolan yang dijalankannya, yang harus dilakukan oleh seorang operator hanyalah memasukkan seperangkat instruksinya yang berbeda dari yang digunakan sebelumnya. Penggantian rangkaian kontrol tidak perlu dilakukan. Hasilnya adalah sebuah perangkat yang fleksibel dan hemat-biaya yang dapat dipergunakan di dalam sistem-sistem kontrol yang sifat dan kompleksitasnya sangat beragam. PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas penghitungan 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, kelembahan, 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 operasioperasi logika dan penyambungan.

Perangkat PLC pertama dikembangkan pada tahun 1969. PLC secara luas digunakan dan telah dikembangkan dari unit-unit kecil yang berdiri sendiri (selfcontained) 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.



Gambar 2.19 Sistem PLC

2.5 Photo Switch



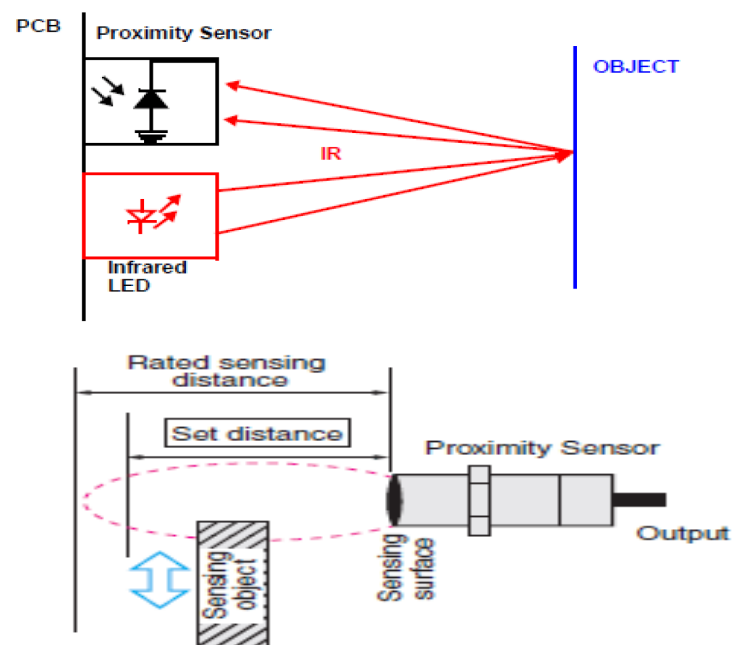
Gambar 2.20 Photo switch

Sensor Proximity merupakan sensor yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam dengan tanpa adanya kontak fisik.

Cara Kerja Sensor Proximity

Sensor ini bekerja ketika ada benda yang melewati sensor ini, maka benda ini akan mengeluarkan sensor/kode ketika ada benda yang mencurigakan.

Gambar proximity



Gambar 2.21 Proximity

2.6 Solenoid Water Valve



Gambar 2.22 Solenoid Water Valve

Solenoid Valve merupakan kran otomatis dengan gerakan membuka atau menutup kran (valve) yang diatur oleh sistem control. Mungkin banyak dari anda sering mendengar kata Solenoid Valve. Secara garis besar Solenoid Valve adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk membuka dan menutup valve/katup/kran secara otomatis. Kapan solenoid valve membuka dan menutup kran ini tergantung dari sensor yang menghubungkan sumber penggerakannya.

Sebenarnya solenoid valve merupakan bagian dari suatu sistem kontrol. Secara umum sistem kontrol dibagi menjadi 3 bagian :

1. Sensor yang merupakan alat untuk menerima sinyal dari sistem kontrol biasanya merupakan parameter yang akan diukur seperti temperatur, tekanan (pressure) dari media yang mau dikontrol.
2. Controller merupakan alat/bagian yang akan memberikan perintah solenoid valve atau control valve untuk melakukan tindakan membuka dan menutup valve (kran).
3. Control Valve atau Solenoid Valve yang merupakan bagian terakhir dari sistem kontrol untuk melakukan tindakan membuka atau menutup.

Sumber penggerak solenoid valve bermacam-macam bisa dengan udara yang biasa disebut pneumatic, listrik (electric) atau gabungan udara dan listrik (pneumatic electric). Di Indonesia istilah solenoid valve lebih mengacu kepada penggerak listrik makanya banyak yang menyebut dengan istilah Kran Elektrik maupun Kran Otomatis. Oleh karena itu untuk istilah solenoid valve disini mengacu kepada penggerak elektrik.

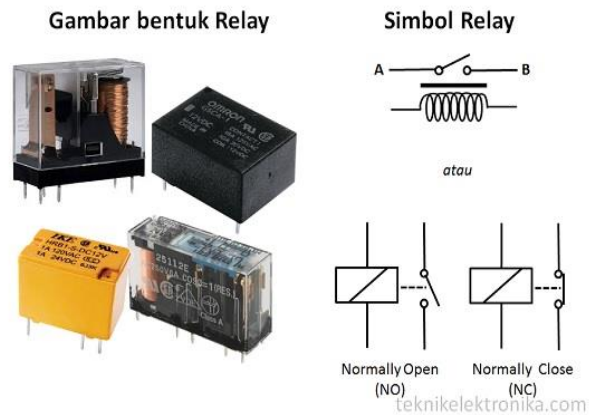
Sumber penggerak elektrik untuk solenoid valve sendiri ada yang listrik AC (220 V, 110 V, 24V) dan listrik DC (12 V, 24 V). Sehubungan dengan prosentase buka an valve Solenoid Valve hanya bisa membuka valve 100% atau menutup valve 100%. Juga ada pilihan untuk tipe Normally Open (NO) dan Normally Closed.

Solenoid Valve dengan tipe NO artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik posisi valve adalah membuka 100%. Sedangkan solenoid Valve tipe NC artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik maka posisi Valvenya adalah menutup 100%.

2.7 Relay

Pengertian Relay dan Fungsinya – Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Dibawah ini adalah gambar bentuk Relay dan Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar 2.23 Bentuk dan Simbol Relay

Prinsip kerja relay pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil).
2. Armature.
3. Switch Contact Point (Saklar).
4. Spring.

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup).
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC)

akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function).
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time Delay Function).
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

2.8 Power Supply

Power Supply adalah sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. Power supply biasanya digunakan untuk komputer sebagai penghantar tegangan listrik secara langsung kepada komponen-komponen atau perangkat keras lainnya yang ada di komputer tersebut, seperti hardisk, kipas, motherboard dan lain sebagainya. Power supply memiliki input dari tegangan yang berarus alternating current (AC) dan mengubahnya menjadi arus direct current (DC) lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat keras yang

ada dikomputer kita. Karena memang arus direct current (DC)-lah yang dibutuhkan untuk perangkat keras agar dapat beroperasi, direct current biasa disebut juga sebagai arus yang searah sedangkan alternating current merupakan arus yang berlawanan.



Gambar 2.24 Power Supply

Pengertian Power Supply secara umum dalam sebuah komputer adalah sebagai alat bantu konverter tegangan listrik pada komputer yang dapat mengubah tegangan listrik yang memiliki arus AC ke arus DC sehingga semua hardware yang membutuhkan tegangan listrik yang berarus DC mendapatkan tegangan listrik yang secara langsung diberikan oleh power supply ini. Oleh karena itu dalam setiap komputer yang ada saat ini, power supply merupakan suatu perangkat keras yang paling dibutuhkan untuk menjalankan komputer, jika power supply tidak ada atau tidak bisa digunakan, maka komputer tidak akan dapat menyala tanpa power supply ini.

Menurut jenisnya, power supply dibagi menjadi 2 jenis, yaitu power supply AT dan power supply ATX. Dimana power supply AT hanya di gunakan pada awal-awal dibuatnya komputer dan hanya sampai ke komputer yang memiliki

prosesor pentium 2, saat ini tidak digunakan lagi power supply AT karena power supply jenis ini tidak lagi mampu memberikan daya listrik yang cukup untuk komputer masa kini, serta sistem pengoperasiannya pun masih manual contohnya harus menekan tombol on atau off untuk mematikan dan menyalakannya, lain halnya dengan power supply berjenis ATX jenis ini merupakan power supply masa kini yang memiliki daya listrik yang tinggi untuk memenuhi standart komputer masa kini, serta pengoperasiannya pun otomatis, dan terdapat tambahan konektor power SATA. Diatas merupakan beberapa Pengertian Power Supply secara umum.