

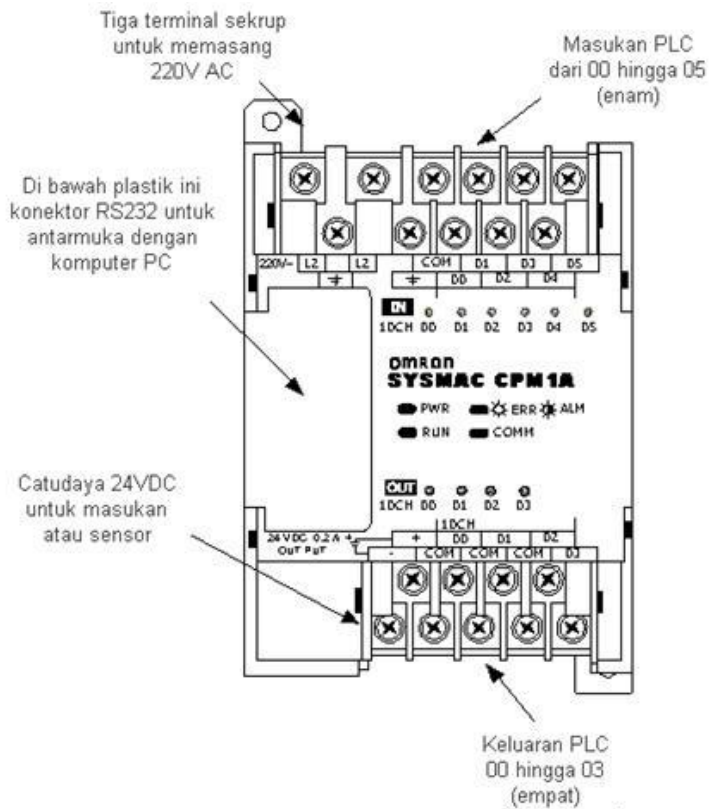
2.1.1 Pengertian PLC²

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah rangkaian elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada level-level yang kompleks. PLC dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator yang tidak berpengalaman dalam mengoperasikan komputer. PLC umumnya digambarkan dengan garis dan peralatan pada suatu diagram ladder. Hasil gambar tersebut pada komputer menggambarkan hubungan yang diperlukan untuk suatu proses.

PLC akan mengoperasikan semua sistem yang mempunyai output apakah harus ON atau OFF. Dapat juga dioperasikan suatu sistem dengan output yang bervariasi.

PLC pada awalnya sebagai alat elektronik untuk mengganti panel relay. Pada saat itu PLC hanya bekerja untuk kondisi ON-OFF untuk pengendalian motor, solenoid, dan actuator. Alat ini mampu mengambil keputusan yang lebih baik dibandingkan relay biasa. PLC pertama-tama banyak digunakan pada bagian otomotif. Sebelum adanya PLC, sudah banyak peralatan kontrol sequence, ketika relay muncul, panel kontrol dengan relay menjadi kontrol sequence yang utama. Ketika transistor muncul, solid state relay yang diterapkan seperti untuk kontrol dengan kecepatan tinggi.

² www.omron.com



Gambar 2.2 : PLC omron CPM1A 10 i/o.

PLC sebenarnya adalah suatu sistem elektronika digital yang dirancang agar dapat mengendalikan mesin dengan proses mengimplementasikan fungsi nalar kendali sekuensial, operasi pewaktuan (timing), pencacahan (counting), dan aritmatika. PLC tidak lain adalah komputer digital sehingga mempunyai processor, unit memori, unit kontrol, dan unit I/O, PLC berbeda dengan komputer dalam beberapa hal, yaitu :

1. PLC dirancang untuk berada di lingkungan industri yang mungkin banyak debu, panas, guncangan, dan sebagainya.
2. PLC harus dapat dioperasikan serta dirawat dengan mudah oleh teknisi pabrik.

3. PLC sebagian besar tidak dilengkapi dengan monitor, tetapi dilengkapi dengan peripheral port yang berfungsi untuk memasukkan program sekaligus memonitor data atau program.

Sebagian besar PLC dapat melakukan operasi sebagai berikut :

1. Relay Logic
2. Penguncian (Locking)
3. Pencacahan (Counting)
4. Penambahan
5. Pengurangan
6. Pewaktuan (Timing)
7. Kendali PID
8. Operasi BCD
9. Manipulasi Data
10. Perbandingan
11. Pergeseran

2.1.2 Kehandalan PLC (Programmable Logic Controller)

Dalam kegunaanya tentunya PLC memiliki berbagai kelebihan dalam sistem kerjanya, berikut adalah kelebihan dalam penggunaan PIC :

1. Flexibility

Pada awalnya, setiap mesin produksi yang dikendalikan secara elektronik memerlukan masing-masing kendali, misalnya 12 mesin memerlukan 12 kontroler. Sekarang dengan menggunakan satu model dari PLC dapat mengendalikan salah satu dari 12 mesin tersebut. Tiap mesin dikendalikan dengan masing-masing program.

2. Perubahan implementasi dan koreksi error

Dengan menggunakan tipe relay yang terhubung pada panel, perubahan program akan memerlukan waktu untuk menghubungkan kembali panel dan peralatan. Sedangkan dengan menggunakan PLC untuk melakukan perubahan program, tidak memerlukan waktu yang lama yaitu dengan cara merubahnya pada sebuah software. Dan jika kesalahan program terjadi, maka kesalahan dapat langsung dideteksi keberadaannya dengan memonitor secara langsung. Perubahannya sangat mudah, hanya mengubah diagram laddernya.

3. Harga yang rendah

PLC lebih sederhana dalam bentuk, ukuran dan peralatan lain yang mendukungnya, sehingga harga dapat dijangkau. Saat ini dapat dibeli PLC berikut timer, counter, dan input analog dalam satu kemasan CPU. PLC mudah di dapat dan kini sudah banyak Beredar di pasaran dengan bermacam-macam merk dan tipe.

4. Jumlah kontak yang banyak

PLC memiliki jumlah kontak yang banyak untuk tiap koil yang tersedia. Misal panel yang menghubungkan relay mempunyai 5 kontak dan semua

digunakan sementara pada perubahan desain diperlukan 4 kontak lagi yang berarti diperlukan penambahan satu buah relay lagi. Ini berarti diperlukan waktu untuk melakukan instalasinya. Dengan menggunakan PLC, hanya diperlukan pengetikan untuk membuat 4 buah kontak lagi. Ratusan kontak dapat digunakan dari satu buah relay, jika memori pada komputer masih memungkinkan.

5. Memonitor hasil

Rangkaian program PLC dapat dicoba dahulu, ditest, diteliti dan dimodifikasi pada kantor atau laboratorium, sehingga efisiensi waktu dapat dicapai. Untuk menguji program PLC tidak harus diinstalasikan dahulu ke alat yang hendak dijalankan, tetapi dapat dilihat langsung pada CPU PLC atau dilihat pada software.

6. Observasi visual

Operasi dari rangkaian PLC dapat dilihat selama dioperasikan secara langsung melalui layar CRT. Jika ada kesalahan operasi maupun kesalahan yang lain dapat langsung diketahui. Jalur logika akan menyala pada layar sehingga perbaikan dapat lebih cepat dilakukan melalui observasi visual. Bahkan beberapa PLC dapat memberikan pesan jika terjadi kesalahan.

7. Kecepatan operasi

Kecepatan operasi dari PLC melebihi kecepatan operasi daripada relay pada saat bekerja yaitu dalam beberapa mikro detik. Sehingga dapat menentukan kecepatan output dari alat yang digunakan.

8. Metode boolean atau ladder

Program PLC dapat dilakukan dengan diagram ladder oleh para teknisi atau juga menggunakan sistem boolean atau digital bagi para pemrogram PLC yang lebih mudah dan dapat disimulasikan pada software pendukungnya.

9. Reliability

Peralatan solid state umumnya lebih tahan dibandingkan dengan relay atau timer mekanik. PLC mampu bekerja pada kondisi lingkungan yang berat, misalnya goncangan, debu, suhu yang tinggi dan sebagainya.

10. Penyederhanaan pemesanan komponen

PLC adalah satu peralatan dengan satu waktu pengiriman. Jika satu PLC tiba, maka semua relay, counter, dan komponen lainnya juga tiba. Jika mendesain panel relay sebanyak 10 relay, maka diperlukan 10 penyalur yang berbeda pula waktu pengirimannya, sehingga jika lupa memesan satu relay akan berakibat tertundanya pengerjaan suatu panel.

11. Dokumentasi

Mencetak rangkaian PLC dapat dilakukan segera secara nyata sebagian atau keseluruhan rangkaian tanpa perlu melihat pada blueprint yang belum tentu update, dan juga tidak perlu memeriksa jalur kabel dengan rangkaian.

12. Keamanan

Program PLC tidak dapat diubah oleh sembarang orang dan dapat dibuatkan password. Sedangkan panel relay biasa memungkinkan terjadinya perubahan yang sulit untuk dideteksi.

13. Memudahkan perubahan dengan pemrograman ulang.

PLC dapat dengan cepat diprogram ulang, hal ini memungkinkan untuk mencampur proses produksi, sementara produksi lainnya sedang berjalan. Disamping beberapa kehandalan di atas, tidak bisa dipungkiri bahwa PLC juga mempunyai beberapa kelemahan.

14. Teknologi baru

Sulit untuk mengubah pola pikir beberapa personil yang telah lama menggunakan konsep relay untuk berubah kekonsep PLC komputer.

15. Aplikasi program yang tetap

Beberapa aplikasi dari proses produksi merupakan aplikasi yang tidak akan berubah selamanya sehingga keunggulan dari pada PLC untuk mengubah program menjadi tidak berguna.

16. Kondisi lingkungan

Lingkungan proses tertentu seperti panas yang tinggi dan getaran, interferensi dengan peralatan listrik lain membuat keterbatasan pemakaian PLC.

17. Pengoperasian yang aman

Pada penggunaan sistem relay, jika sumber daya padam akan langsung mematikan seluruh rangkaian dan tidak secara otomatis bekerja kembali PLC akan langsung menjalankan proses yang di program, namun hal ini tergantung dari program yang dibuat.

18. Operasi pada rangkaian yang tetap

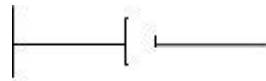
Jika suatu rangkaian operasi tidak pernah diubah, seperti misalnya drum mekanik, lebih murah jika tetap menggunakan konsep relay dari pada menggunakan PLC.

2.1.3 Intruksi- intruksi dasar PLC

Berikut ini adalah contoh sebagian perintah-perintah dasar pada PLC :

1. LOAD (LD)

Perintah ini digunakan jika urutan kerja suatu sistem kontrol hanya membutuhkan satu keadaan logika. Logika ini mirip dengan kontak relay NO



Gambar 2.3 : simbol load.

2. LOAD NOT

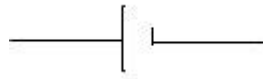
Perintah ini digunakan jika urutan kerja sistem kontrol hanya membutuhkan satu kondisi logika. Logika ini mirip dengan kontak relay NC.



Gambar 2.4: simbol load not.

3. AND

Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NO.



Gambar 2.5 : simbol and.

4. AND NOT

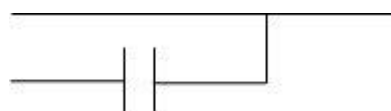
Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NC.



Gambar 2.6 : simbol AND NOT

5. OR

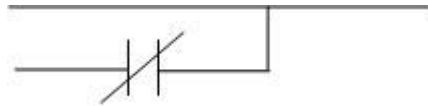
Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari salah satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NO.



Gambar 2.7 : simbol OR.

6. OR NOT

Perintah ini digunakan untuk urutan kerja sistem kontrol yang lebih dari salah satu kondisi logika yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NC.



Gambar 2.8 : simbol OR NOT .

7. OUT

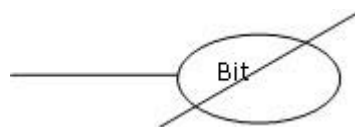
Jika kondisi logika terpenuhi, perintah ini digunakan untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NO.



Gambar 2.9 : Simbol OUT .

8. OUT NOT

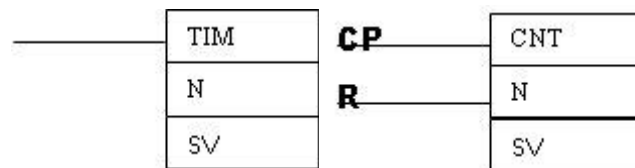
Jika kondisi logika terpenuhi, perintah ini digunakan untuk mengeluarkan satu output. Logika ini mirip dengan kontak relay NC.



Gambar 2.10 : simbol OUT NOT .

9. TIMER (TIM) dan COUNTER (CNT)

Timer (TIM) dan Counter (CNT) Timer/Counter pada PLC berjumlah 512 buah yang bernomor TC 000 sampai dengan TC 511 (tergantung tipe PLC). Dalam satu program tidak boleh ada nomor Timer/Counter yang sama. Nilai Timer/Counter pada PLC bersifat menghitung mundur dari nilai awal yang ditetapkan oleh program, setelah mencapai angka nol maka contact NO timer/counter akan ON. Timer mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999 dalam bentuk BCD dan dalam orde 100 ms. Sedangkan untuk counter mempunyai orde angka BCD dan mempunyai batas antara 0000 sampai dengan 9999.



Gambar 2.11 : simbol TIMER dan COUNTER .

2.2 Motor Arus Searah (Motor DC)³

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.

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 berjalan efisien. Semakin banyak industri berkembang, Semakin banyak mesin yang digunakan, maka semakin banyak penggunaan motor DC.

³Zuhal, Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia, 1988

OM”motors/motion-control-motors/simotics-s-servomotors/servo-gears/planetary-gearbo”/Pages/default.aspx.

2.2.1 Pengertian Motor Dc

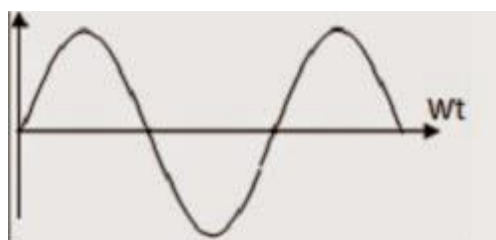
Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatik menggunakan gaya elektrostatik. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari 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.

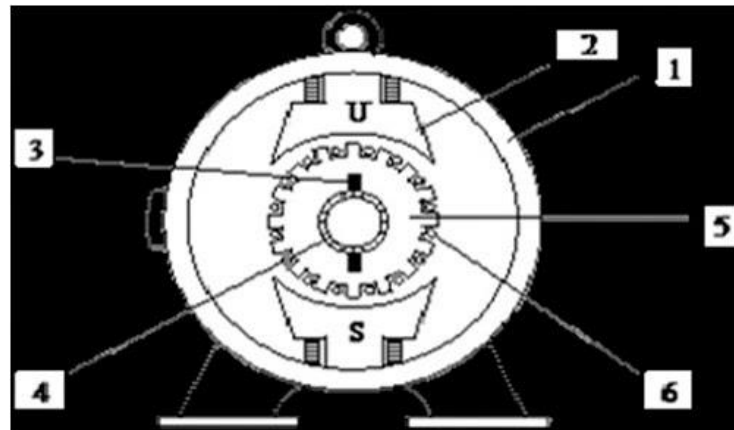
Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan 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 2.12 : Tegangan Gaya Gerak listrik GGL

Bagian-bagian yang penting dari motor DC



Gambar 2.13 : Bagian-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.

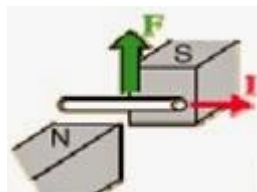
6. Belitan jangkar

Belitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin arus searah, berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

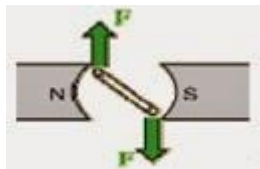
2.2.2 Prinsip Kerja Motor DC

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor listrik secara umum :

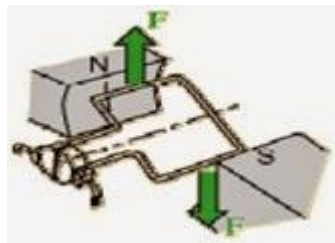
1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.



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.



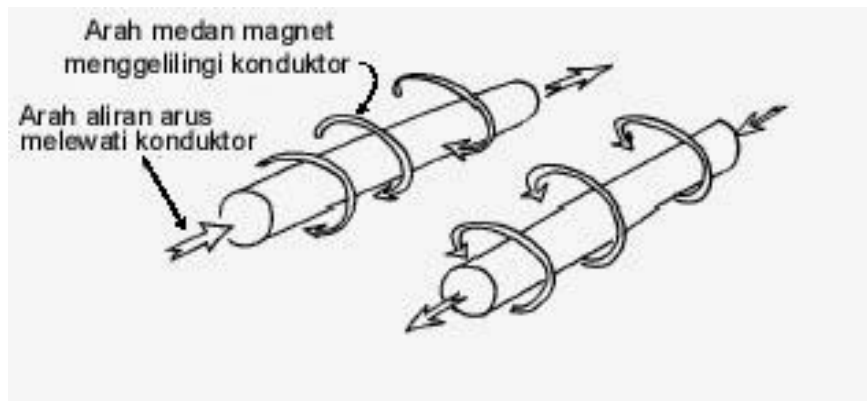
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torque untuk memutar kumparan.



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.

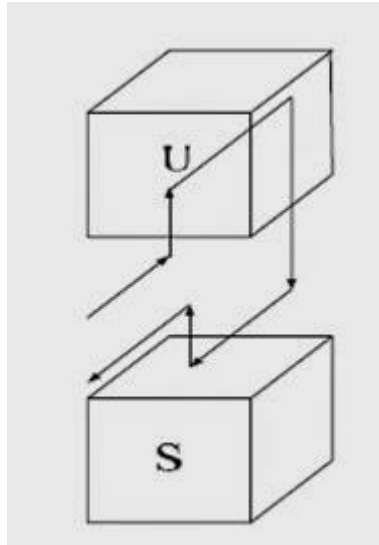
Sedangkan untuk prinsip kerja pada Motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.14 : Aliran arus motor dc

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 2.15 : Kumparan berada diantara dua magnet

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.

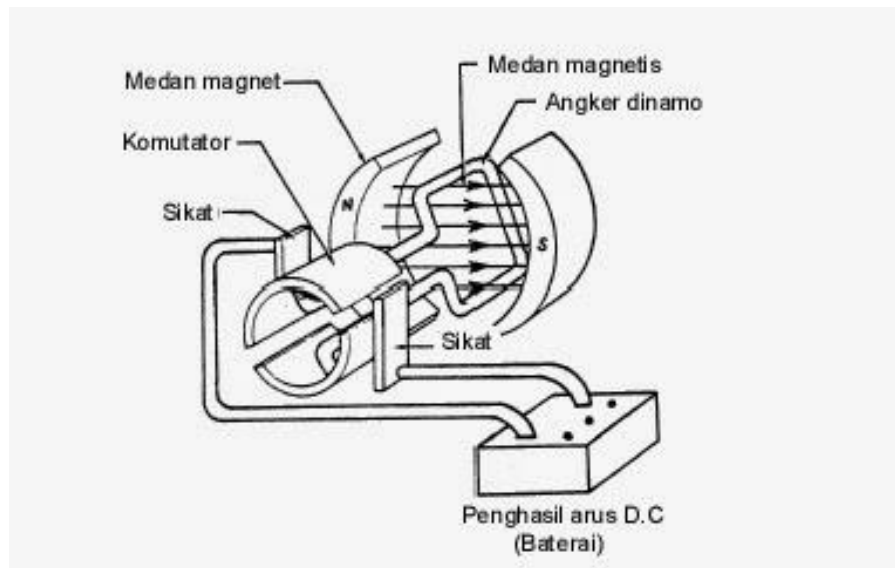
Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis 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.

Kegunaan komponen ini adalah untuk membalikan aliran arus listrik. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.16 : Angker dinamo

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.

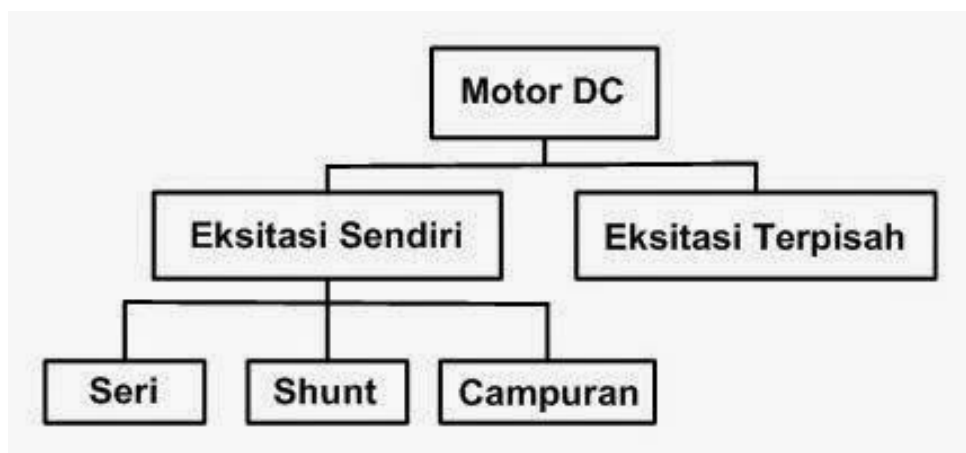
Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban dalam hal ini mengacu kepada keluaran tenaga putar / torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok :

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.

BEBAN DEANGAN 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).

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.

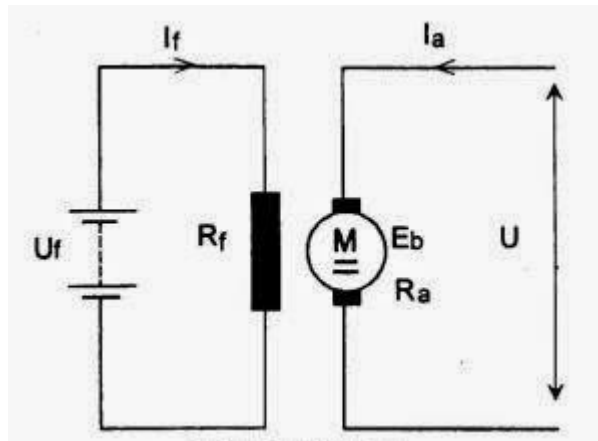
2.2.3 Jenis-Jenis Motor DC



Gambar 2.17 : Blog 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.



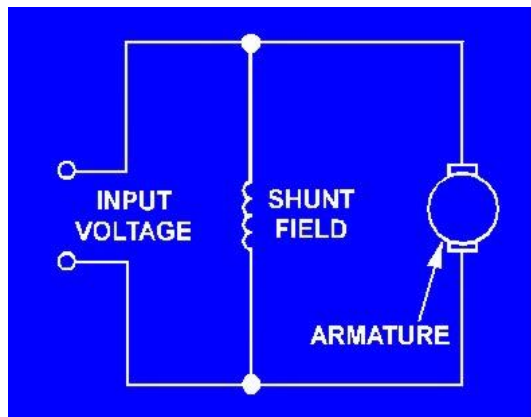
Gambar 2.18 : Skema motor dc dengan penguat terpisah

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 bahawa 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 2.19 : 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.

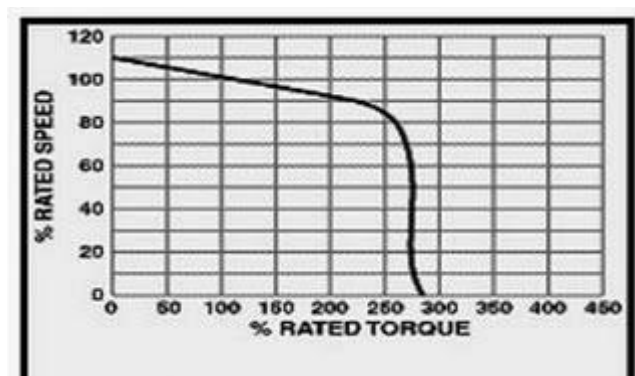
Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah :

- 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.



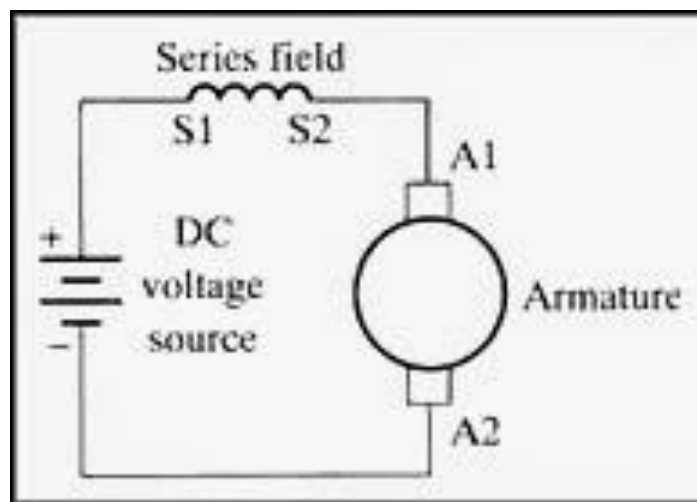
Gambar 2.20 : Grafik perubahan kecepatan pada motor DC shunt

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 2.21 : skema motor DC seri

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 :

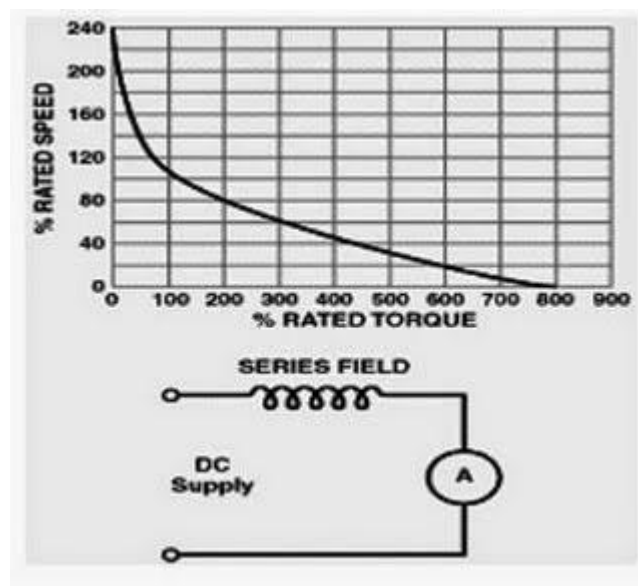
- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM.
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

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.

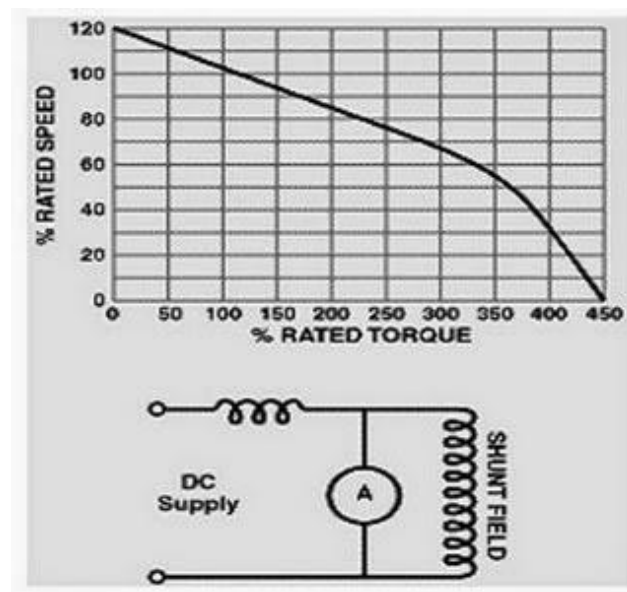
Dalam industry, motor ini digunakan sebagai electric traction, elevator, kompresor udara, penyedot debu, dan pengering rambut. Contoh yang nyata, dapat kita temui pada mesin mobil. Ketika pada saat pertama kali dihidupkan, mobil memerlukan tenaga putaran yang kuat untuk membuat mesin dalam mobil hidup.



Gambar 2.22 : Grafik perubahan torque pada 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 penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.. Dalam industri, motor ini digunakan untuk pekerjaan apa saja yang membutuhkan torsi besar dan kecepatan yang constant.

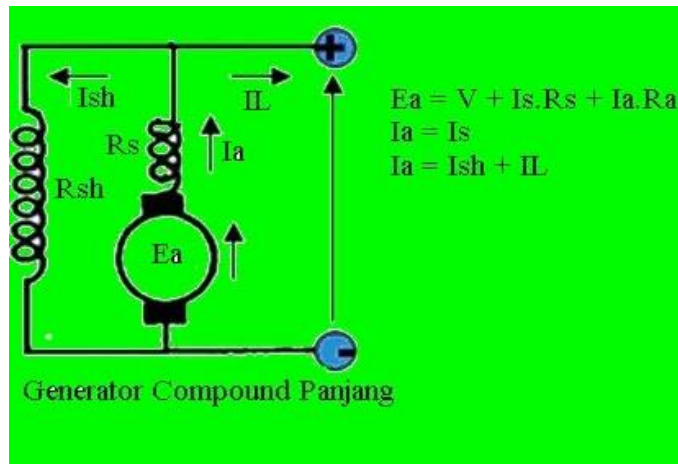


Gambar 2.23 : Grafik perubahan konstan pada motor DC kompon

Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan

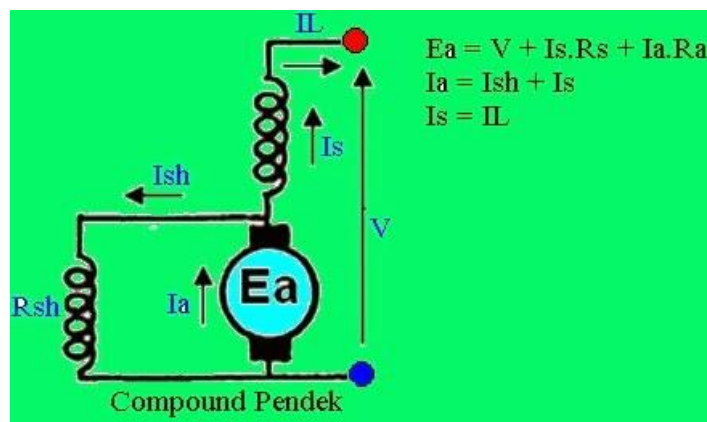
secara seri), makin tinggi pula torque penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.

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



Gambar 2.24 : Motor seri diberi penguat shunt tambahan

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



Gambar 2.25 : Motor shunt diberi tambahan penguat seri

2.2.4 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.

2.2.5 Kontrol Automatik

Kontrol automatik telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Kontrol automatik 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 automatik 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 melakukan suatu operasi tertentu.

Proses (process). *Kamus merriam-Webster* mendefinisikan proses sebagai operasi 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; atau suatu operasi yang sengaja dibuat, berlangsung secara kontinue, yang terdiri dari beberapa aksi atau perubahan yang dikontrol, yang diarahkan secara sistematis menuju ke suatu hasil atau keadaan akhir tertentu. Setiap operasi yang dikontrol disebut *proses*.

Sistem (system). 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.

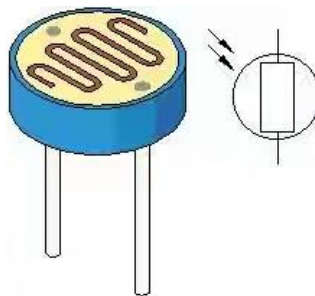
Kontrol Umpan Balik. Kontrol umpan balik mengacu pada suatu operasi, yang dengan adanya gangguan, cenderung mengurangi perbedaan antara keluaran dari sistem dan suatu acuan masukan dan bahwa hal itu dilakukannya berdasarkan pada perbedaan ini. Disini hanya gangguan yang tidak diperkirakan yang ditentukan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

2.3 SENSOR CAHAYA LDR (Light Dependent Resistor)³

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) |Sensor / TranducerSensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar $10\text{ M}\Omega$, dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar $150\ \Omega$. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.26 : Sensor LDR dan simbol sensor LDR

³<http://elektronika-dasar.web.id, sir.stikom.edu/167/6/BAB%20III.pdf>

Simbol Dan Fisik Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)

Aplikasi Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) dapat digunakan sebagai :

- Sensor pada rangkaian saklar cahaya
- Sensor pada lampu otomatis
- Sensor pada alarm brankas
- Sensor pada tracker cahaya matahari
- Sensor pada kontrol arah solar cell
- Sensor pada robot line follower

Dan masih banyak lagi aplikasi rangkaian elektronika yang menggunakan LDR (Light Dependent Resistor) sebagai sensor cahaya.

2.3.1 KARAKTERISTIK SENSOR LDR (Light Dependent Resistor)

Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu

Laju Recovery dan Respon Spektral sebagai berikut. Laju Recovery Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) Bila sebuah “Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)” dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai

harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju recovery merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik, untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

Respon Spektral Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik (TEDC, 1998)

Prinsip Kerja Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) Resistansi Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10\text{M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

2.4 SENSOR HUJAN⁴

Sensor hujan adalah sensor yang akan aktif/bekerja bila terkena air hujan. Jika sensor terkena air hujan maka jalur antara port dan ground akan terhubung. Sehingga nilai tegangan di port akan bernilai nol karena terhubung langsung dengan ground.

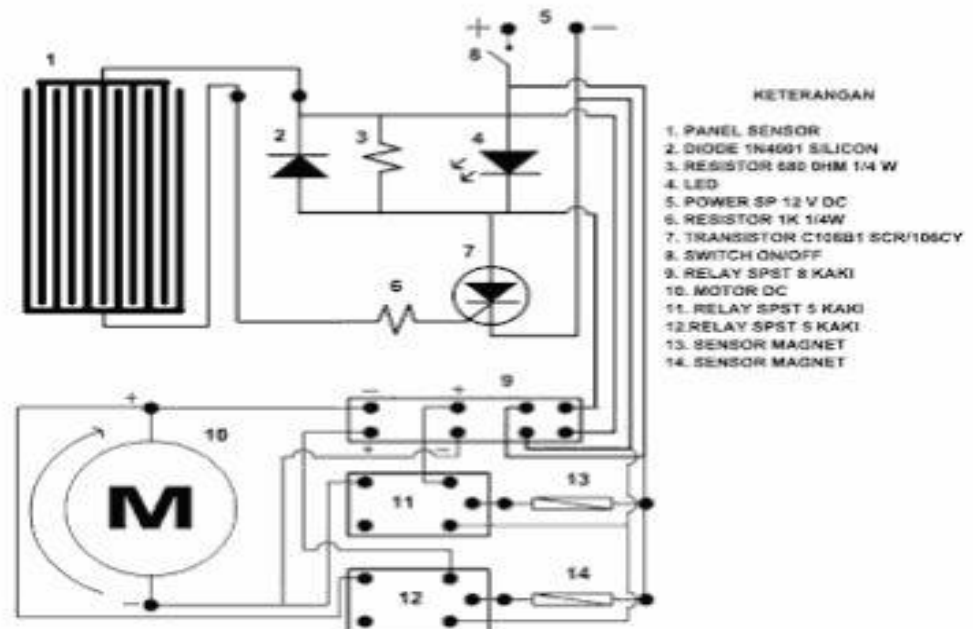
Penjelasan perangkat sensor hujan di atas bisa diaplikasi menjadi beberapa perangkat yang mungkin akan sangat berguna pada saat musim hujan. Misalnya dibuat menjadi alat jemuran yang akan otomatis menutup pada saat hujan turun, atau digunakan pada jendela otomatis.



Gambar 2.27 : Sensor hujan

<http://xsensor232.blogspot.com>

SCHEMATICS RAIN CONTROLER



Gambar 2.28 sistematic sensor hujan

Berikut ini akan dijelaskan prinsip kerja dari pada sensor hujan di atas. Pada rangkaian panel sensor yang ditandai dengan nomor 1, panel ini sebenarnya terpisah dengan board PCB utama begitu pula dengan motor, magnet sensor. panel sensor hujan ini akan dipasang di area terbuka, dimana air hujan akan mengenai board panel tersebut. panel ini terbuat dari board PCB biasa yang dibuat menjadi sebuah rangkaian seperti yang ada di atas. Untuk menghindari karat karena air hujan sebaiknya tembaga dilapisi oleh timah.

Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah, dimana pada saat air hujan mengenai panel sensor, maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan

tersebut karena air hujan termasuk kedalam cairan elektrolit yaitu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik, meskipun sangat kecil dan proses ini akan menyebabkan keadaan aktif yang akan mengaktifkan relay 9. Dimana pada saat relay 9 aktif motor akan menarik penutup dan setelah penutup ditarik ke pangkal ujung maka motor akan berhenti secara otomatis. Hal ini terjadi karena pada saat penutup berada di pangkal ujung magnet akan mengenai sensor magnet yang ada di pangkal ujung yang kemudian akan mengaktifkan relay 12 sehingga arus yang mengalir ke motor akan terhenti. Pada saat hujan berhenti dan proses elektrolisis berhenti, maka keadaan akan menjadi pasif dan relay 9 pun akan kembali pasif sementara relay 12 dalam keadaan aktif, kemudian motor akan menarik penutup ke arah sebaliknya, sehingga menjadi terbuka kembali.

Pada saat penutup meninggalkan pangkal ujung magnet yang ada pada penarik akan menjauh dari sensor yang berada di pangkal ujung atau 12 sehingga sensor magnet kembali pasif dan relay 12 pun akan pasif. Pada saat penutup sudah tiba di pangkal awal, maka magnet akan kembali mendekat ke sensor magnet yang ada pada pangkal awal, sehingga relay 11 akan aktif dan motor akan berhenti bergerak.