

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PENDAHULUAN

Pendidikan pada dasarnya untuk mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan adalah pembelajaran pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan sekelompok orang yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya melalui pengajaran, pelatihan, atau penelitian. Pendidikan sering terjadi di bawah bimbingan orang lain, tetapi juga memungkinkan secara otodidak. Diharapkan dengan pendidikan peserta didik mampu bersaing di era globalisasi dan terjun di masyarakat.

Alat peraga adalah semua atau segala sesuatu yang bisa digunakan dan dapat dimanfaatkan untuk menjelaskan konsep-konsep pembelajaran dari materi yang bersifat abstrak atau kurang jelas menjadi nyata dan jelas sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian serta minat para siswa yang menjurus kearah terjadinya proses belajar mengajar.

Obyek nyata yang belum pernah diketahui atau dilihat mahasiswa dalam proses belajar mengajar dapat diwujudkan dalam bentuk alat peraga. Apabila obyek dan kejadian yang menjadi pembelajaran dapat divisualisasikan secara realistis menyerupai keadaan yang sebenarnya maka pembelajaran yang berlangsung dapat lebih efektif.

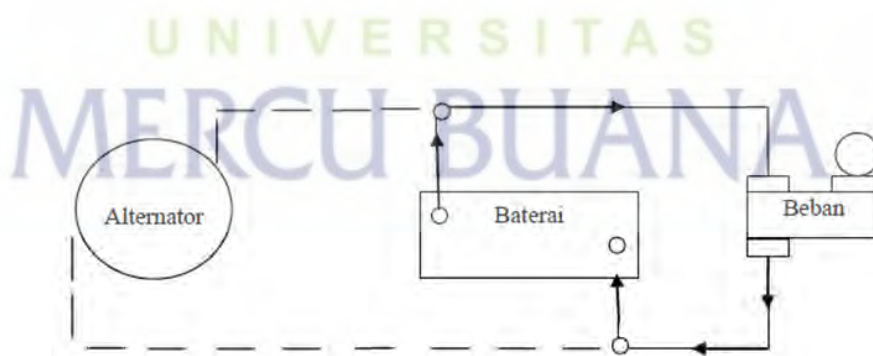
Alat peraga sistem pengisian merupakan alat bantu untuk mengajar mengenai sistem pengisian pada kendaraan, sehingga dalam penggunaanya alat ini sangat memudahkan dalam menyampaikan materi sistem pengisian. Alat peraga yang dimaksud adalah seperangkat alat uji sistem pengisian dengan mengacu pada skema

sistem pengisian konvensional. Pada perangkat tersebut terdapat komponen-komponen penting dan mempunyai skema yang sama pada sistem pengisian. Sehingga alat tersebut memiliki skema sistem pengisian yang sama dengan keadaan sistem pengisian yang ada pada kendaraan.

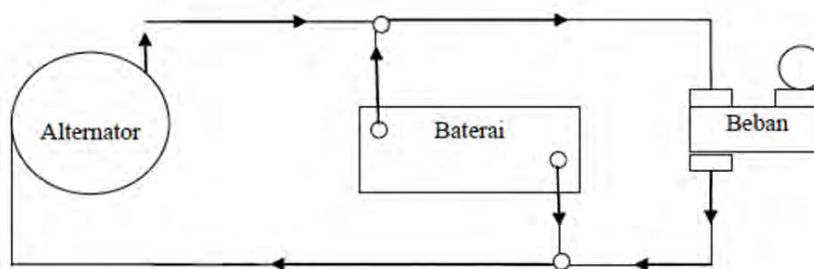
2.2. SISTEM PENGISIAN

Fungsi baterai pada automobile adalah untuk menyuplai kebutuhan listrik pada komponen-komponen listrik pada mobil tersebut seperti motor stater, lampu besar dan penghapus kaca. Namun demikian kapasitas baterai sangatlah terbatas, sehingga tidak akan dapat menyuplai tenaga listrik secara terus menerus. Dengan demikian, baterai harus selalu terisi penuh agar dapat mensuplai kebutuhan listrik setiap waktu yang diperlukan oleh tiap-tiap komponen-komponen listrik. Untuk itu pada mobil diperlukan sistem pengisian yang akan memproduksi listrik agar baterai selalu terisi penuh.

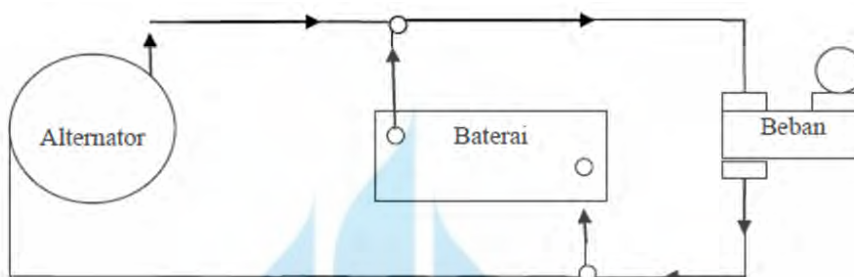
Sistem pengisian pada kendaraan secara umum berfungsi untuk mengisi kembali muatan baterai yang telah digunakan menghidupkan *starter* untuk memutar *engine* dan menyuplai arus pada komponen kelistrikan lainnya yang ada pada kendaraan secara keseluruhan.



Gambar 2.1. Baterai Menyuplai Arus Beban



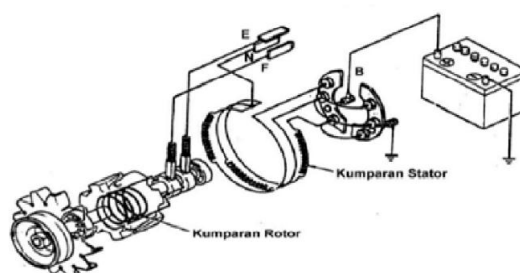
Gambar 2.2. Alternator Menyuplai Arus Beban dan Pengisian Baterai



Gambar 2.3. Alternator dan Baterai Menyuplai Arus Beban

Sistem pengisian (*charging system*) akan memproduksi listrik untuk mengisi kembali baterai dan menyuplai kelistrikan ke komponen yang memerlukannya pada saat mesin dihidupkan. Sebagian besar mobil dilengkapi dengan *alternator* yang menghasilkan arus bolak-balik yang lebih baik dari pada dinamo yang menghasilkan arus searah dalam hal tenaga listrik yang dihasilkan maupun daya tahannya. Mobil yang menggunakan arus searah (DC), arus bolak-balik yang dihasilkan oleh *alternator* harus disearahkan menjadi arus searah sebelum dikeluarkan.

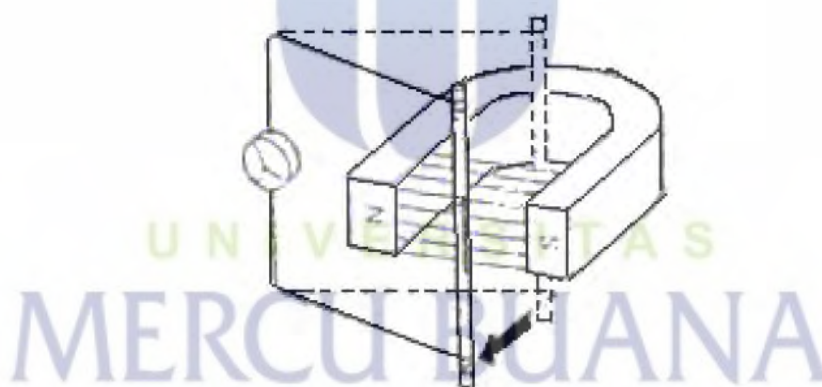
2.3. PRINSIP PEMBANGKIT LISTRIK PADA ALTERNATOR



Gambar 2.4. Sistematika Alternator

Prinsip kerja pembangkit listrik pada *alternator* adalah arus listrik dibangkitkan dalam kumparan pada saat kumparan dalam medan magnet. Jenis arus listrik yang dibangkitkan adalah arus bolak-balik yang arah alirannya secara konstan berubah-ubah dan untuk merubahnya menjadi arus searah diperlukan sebuah komutator. *Brush* (sikat-sikat) ini adalah untuk menarik arus searah yang dibangkitkan pada setiap *stator coil, armature* dengan komutator dapat diputar dalam kumparan, tetapi konstruksi *armature* akan menjadi rumit dan tidak dapat diputar pada kecepatan tinggi. Kerugian yang lain adalah bahwa arus yang mengalir melalui komutator dan sikat (*brush*), maka keausan akan cepat terjadi karena adanya lompatan api.

Untuk menghasilkan induksi elektromagnetik ada tiga yaitu medan magnet, konduktor dan kecepatan potong. Bila *fluks* magnet dipotong oleh gerak konduktor dalam sebuah medan magnet, maka dalam konduktor tersebut akan dihasilkan gaya listrik dan akan mengalir apabila penghantar tersebut merupakan bagian dari sirkuit lengkap.



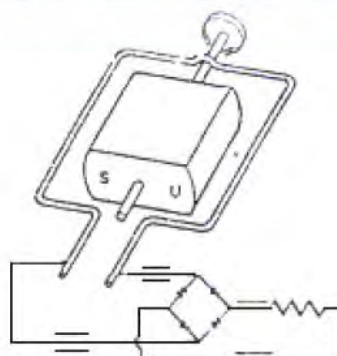
Gambar 2.5. Induksi Elektromagnetik

Pada gambar di atas menunjukkan jarum galvanometer (*ammeter* yang dapat mengukur arus yang sangat kecil) akan bergerak dikarenakan adanya gaya gerak listrik yang dihasilkan pada saat penghantar digerakan maju mundur diantara kutub utara dan kutub selatan, maka gaya gerak listrik yang mengalir dari kanan ke kiri. Dari percobaan di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

- a) Jarum galvanometer akan bergerak jika penghantar atau magnet digerakan.
- b) Arah gerakan jarum bervariasi mengikuti arah gerakan penghantar.
- c) Besarnya arah gerakan jarum akan semakin besar sebanding dengan kecepatan gerakan.
- d) Jarum tidak akan bergerak bila gerakan dihentikan.

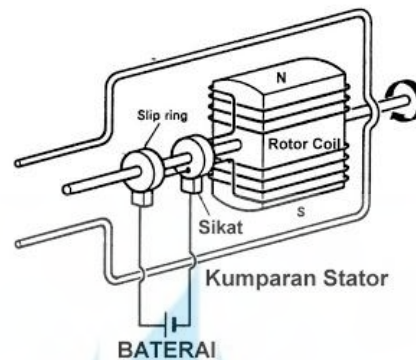
Bila sebuah penghantar disambung dari ujung ke ujung maka akan timbul gaya gerak listrik yang dihasilkan bila sebuah penghantar diputar dalam medan magnet, sebenarnya gaya yang dihasilkan sangat kecil. Bila penghantar terbentuk dalam dua kumparan, jumlah total gaya gerak listrik yang timbul akan menjadi lebih besar. Demikian juga tenaga listrik yang dihasilkan, *generator* membangkitkan tenaga listrik dengan cara memutar sebuah kumparan didalam medan magnet. Ada dua macam arus listrik, yaitu searah dan bolak-balik dan tergantung cara menghasilkan listrik *generator*.

Konstruksi dasar *alternator* adalah elektromagnet yang berputar (*rotor*) dalam sebuah kumparan *stator* akan menghasilkan arus listrik. Listrik dibangkitkan dalam kumparan pada saat magnet diputar dalam kumparan tersebut. Jenis arus listrik yang dihasilkan adalah arus bolak-balik. Magnet yang digunakan dalam *alternator* adalah magnet induksi. Proses kemagnetan terjadi apabila ada aliran yang masuk melalui *brush* yang menuju *slipring* yang kemudian menuju kumparan *rotor* sehingga *rotor* menjadi magnet.



Gambar 2.6. Magnet Berputar Didalam Kumparan

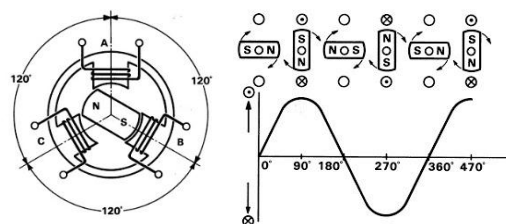
Listrik yang dibangkitkan pada kumparan yaitu saat magnet didalam kumparan berputar dan besarnya bisa berubah-ubah sesuai dengan kecepatan pemutusan gaya gerak magnet. Untuk menghindari tegangan yang berubah ubah dalam kumparan maka magnet permanen diganti dengan elektromagnet yang gaya magnetnya berubah ubah sesuai dengan putaran *alternator*.



Gambar 2.7. Kumparan Menghasilkan Elektromagnet

Saat magnet berputar dalam kumparan, diantara kedua ujung kumparan tersebut akan timbul tegangan dan ini akan memberikan kenaikan pada arus bolak-balik. Arus tertinggi pada kutub utara dan selatan mencapai jarak terdekat dengan kumparan setiap setengah putaran arus akan mengalir dengan arah berlawanan, dan arus yang mengalir dengan cara ini disebut dengan arus bolak-balik satu fasa dan banyaknya perubahan yang terjadi setiap detiknya disebut frekuensi.

Didalam mobil, *alternator* menggunakan tiga kumparan masing-masing kumparan berjarak 120 derajat. Keuntungan menggunakan tiga kumparan yaitu arus yang dibangkitkan lebih efisien, dan arus yang dihasilkan adalah arus bolak-balik.



Gambar 2.8. Arus Bolak - Balik Tiga Fasa

Karena dalam sistem pengisian diperlukan arus searah, maka perlu dirubah menjadi arus searah. Dalam proses ini disebut penyearahan yang dapat dilakukan dengan beberapa cara, namun pada alternator mobil banyak digunakan dioda yang efektif, dimana dioda memungkinkan arus hanya mengalir pada satu arah.



Gmb 1. Lambang Dioda

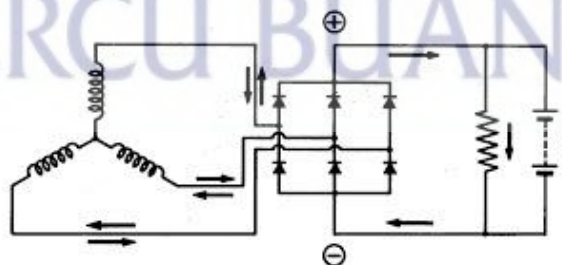


Gmb 2. Dioda

Gambar 2.9. Penyearah Pada Dioda

Pada dioda arus yang mengalir dari P ke N dan tidak sebaliknya. Ini merupakan sifat dasar yang digunakan sebagai fungsi penyearahan, bahkan pada arah P ke N, bila tegangannya kurang dari suatu nilai tertentu, maka arus air tidak dapat mengalir.

Penyearahan pada *alternator* adalah dengan penyearahan gelombang penuh. Ini dimaksudkan agar arus yang dihasilkan lebih rata, dan apabila arus rata maka tidak akan cepat merusak komponen dalam *alternator*.



Gambar 2.10. Sirkuit Penyearah

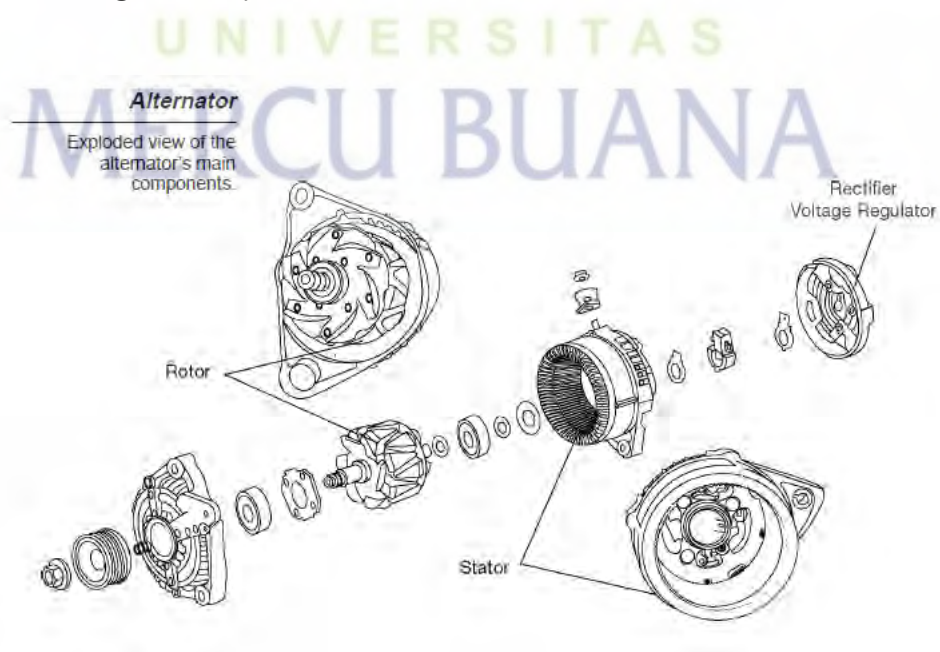
Arus dari masing-masing kumparan sampai ke dioda terus menerus berubah arah pada ketiga *leadwire* sehingga arah arus dari diode tidak berubah tetapi membentuk sirkuit dengan polaritas yang tidak berubah-ubah. Untuk *alternator*

dengan kemampuan tinggi maka menggunakan lebih dari enam dioda. Bila penyambungan baterai terbalik, dioda akan rusak dikarenakan aliran arus yang besar.

2.4. ALTERNATOR

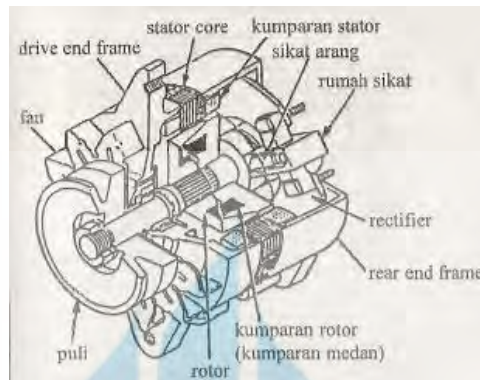
Alternator merupakan salah satu komponen utama sistem pengisian listrik baterai pada kendaraan roda empat atau lebih. Fungsi utama dari *alternator* yaitu mengubah energi gerak (mekanis) dari mesin menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan merupakan arus bolak-balik (AC), untuk merubah arus AC menjadi arus searah (DC) digunakan dioda yang dipasang menjadi satu bagian dengan *alternator*. *Regulator* berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dihasilkan *alternator* dengan cara mengatur kemagnetan pada rotor *alternator*. *Regulator* juga berfungsi untuk mengatur hidup dan matinya lampu indikator pengisian. Sekering untuk memutus aliran listrik bila rangkaian dialiri arus berlebihan akibat hubungan singkat.

Alternator berfungsi untuk merubah energi mekanik dari mesin menjadi listrik. Energi mekanik dari mesin diterima oleh *pulley alternator* yang memutar *rotor* sehingga membangkitkan arus bolak-balik pada stator dan disearahkan oleh dioda sebelum digunakan oleh komponen - komponen kendaraan yang membutuhkan atau pun untuk mengisi *battery*.



Gambar 2.11. *Alternator Explode View*

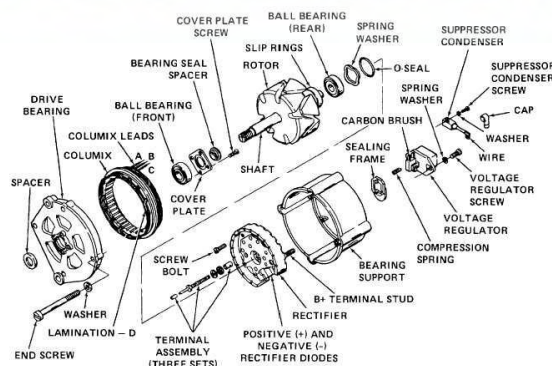
Alternator juga terdiri dari beberapa komponen, yaitu *rotor* yang membangkitkan elektromagnet atau membuat garis magnet, *stator* yang membangkitkan arus listrik dan dioda yang menyearahkan arus listrik. Sebagai tambahan, terdapat pula *brush* yang mengalirkan arus ke *rotor coil* untuk membentuk garis gaya magnet dan *fan* untuk mendinginkan komponen-komponen pada *alternator*.



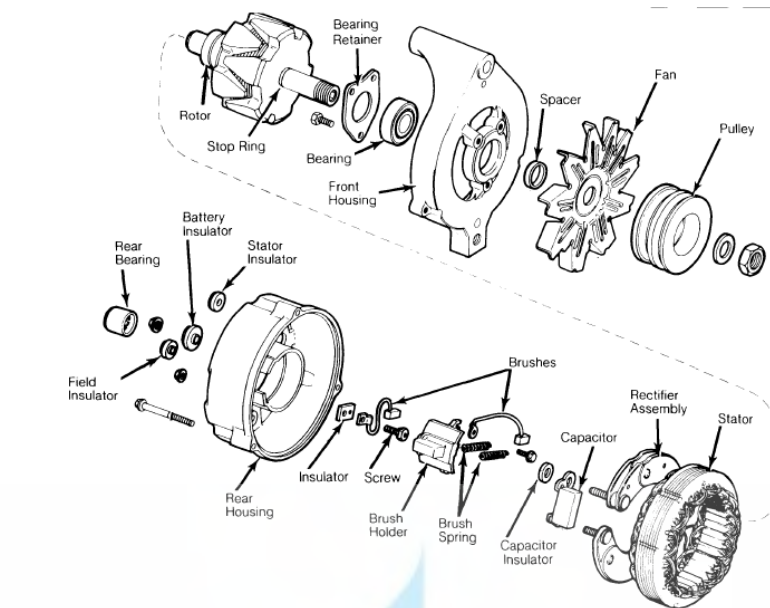
Gambar 2.12. *Alternator*

2.4.1. Komponen Utama *Alternator*

Komponen utama *alternator* adalah *rotor* yang menghasilkan medan magnet, *stator* yang menghasilkan arus bolak-balik, dan beberapa dioda yang menyearahkan arus. Komponen tambahannya berupa sikat arang yang mensuplai arus listrik ke *rotor* untuk menghasilkan kemagnetan, bantalan-bantalan yang memungkinkan *rotor* dapat berputar dengan lembut, dan *fan* untuk mendinginkan *rotor*, *stator*, dan dioda pada saat *alternator* beroperasi.



Gambar 2.13. *Komponen Alternator*



Gambar 2.14. Bagian – Bagian *Alternator*

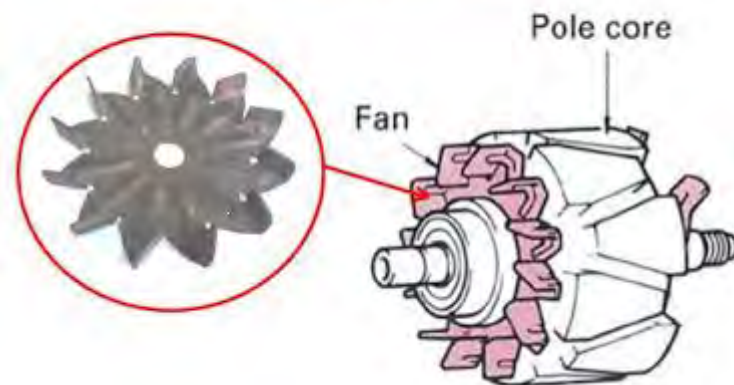
- a. Puli, berfungsi untuk meneruskan tenaga putar yang diperoleh dari poros motor (dalam keadaan dimobil yaitu poros engkol) melewati *belt* dan disalurkan ke poros *alternator (rotor)*. Selain itu, puli *alternator* juga berfungsi untuk menentukan perbandingan kecepatan putaran antara putaran mesin dengan putaran *alternator*.



Gambar 2.15. Puli

- b. Kipas (*fan*), seperti halnya kipas pada umumnya, kipas ini juga berfungsi sebagai pendingin, yakni untuk mendinginkan komponen -komponen yang ada di dalam *alternator*.

Kipas Alternator



Gambar 2.16. Kipas *Alternator*

- c. *Spacer*, berfungsi untuk memberi jarak antara kipas dan bantalan sehingga kipas tidak menggesek rangka depan.
- d. Rangka depan dan belakang, berfungsi untuk dudukan bantalan depan dan belakang serta sebagai penutup bagian depan dan belakang *alternator*.

Rumah Alternator



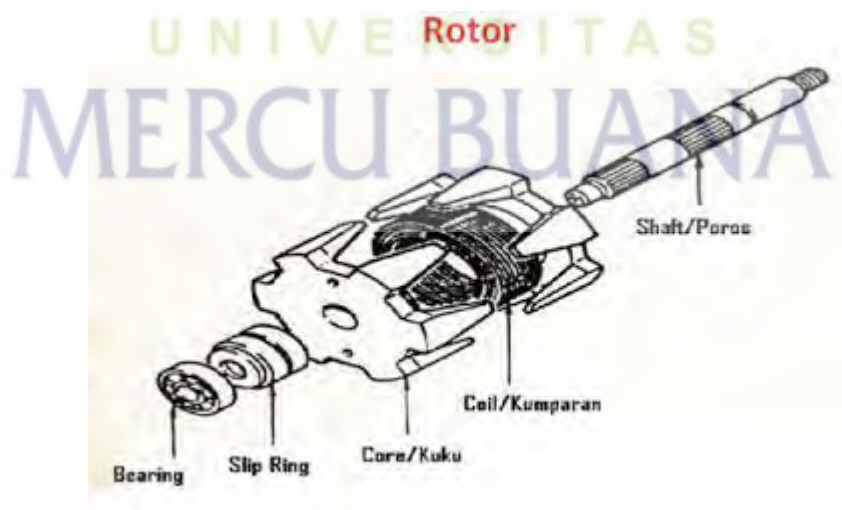
Gambar 2.17. Rangka *Alternator*

- e. Bantalan atau *bearing*, berfungsi untuk mengurangi gesekan antara poros *rotor* dengan rumah depan dan rumah belakang *alternator*.



Gambar 2.18. Bantalan

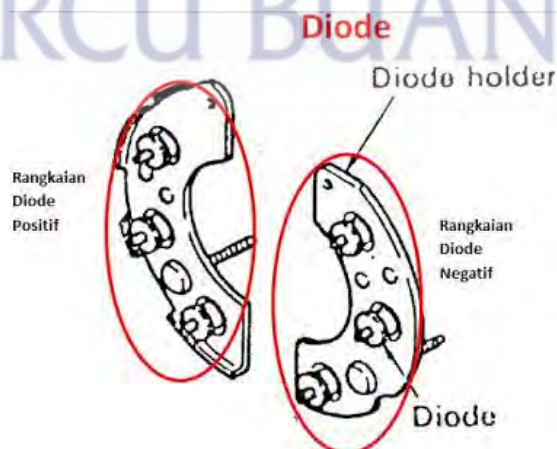
f. Komponen *rotor* pada *alternator* merupakan komponen yang berputar. *Rotor* sendiri tersusun dari inti magnet (*pole core*), *field coil* atau disebut juga dengan *rotor coil*, *slipring* dan poros rotor (*rotor shaft*). *Field coil* pada *rotor* disusun dengan cara digulung dengan arah putaran yang sama dengan arah putaran *rotor* dan ujung-ujung dari *field coil* dihubungkan pada *slip ring*. Pada rotor terdiri dari 2 *pole core* dan *pole core* tersebut dipasangkan pada masing-masing ujung *field coil* dan juga berfungsi sebagai pembungkus kumparan rotor. *Magnetic flux* merupakan hasil dari aliran arus listrik yang melalui kumparan dan satu kutub menjadi kutub selatan dan kutub satu lagi menjadi kutub utara. Komponen *slipring* terbuat dari logam baja putih atau *stainless steel* dengan pembuatan permukaan *slipring* dibuat halus agar permukaan *slipring* tidak mempercepat keausan dari *brush* (sikat). *Slipring* dipisahkan dari *rotor shaft* (poros rotor).



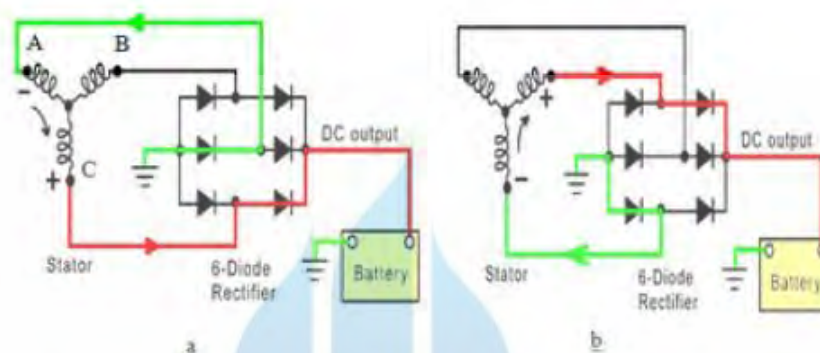
Gambar 2.19. Rotor

g. *Stator*Gambar 2.20. *Stator*

Komponen *stator* pada *alternator* ini merupakan komponen diam. Pada komponen *stator* ini tersusun dari bagian *stator core* dan *stator coil* (kumparan *stator*). Komponen *stator* ini dilindungi oleh bagian depan dan belakang dari *frame*. Pada *stator coil* tersusun dari kawat tembaga yang diluarnya sudah dilapisi dengan *insulator*. Pada bagian dalam *stator* terdapat slot-slot yang terdiri dari tiga kumparan bebas. Inti *stator* berfungsi sebagai saluran dari garis-garis gaya magnet dari *pole core* ke hasil yang lebih efektif *stator coil*.

h. *Rectifier (Diode)*Gambar 2.21. *Dioda*

Diode atau *rectifier* terdiri dari dioda positif dan dioda negatif. Setiap tiga buah dioda diikat oleh pemegang dioda. Arus yang dihasilkan oleh *alternator* nantinya akan dikirim ke dioda dari sisi pemegang dioda positif dan juga semua dari ujung-ujung framenya terisolasi. Selama proses penyearahan arus akan mengakibatkan dioda-dioda menjadi panas sehingga dioda perlu adanya pendinginan. Pendinginan pada dioda dilakukan dengan menggunakan *diode holders* yang berfungsi untuk meradiasikan panas sehingga dioda tidak akan mengalami panas berlebihan.



Gambar 2.22. Prinsip Kerja Penyearah Arus Listrik Pada *Starter Coil*

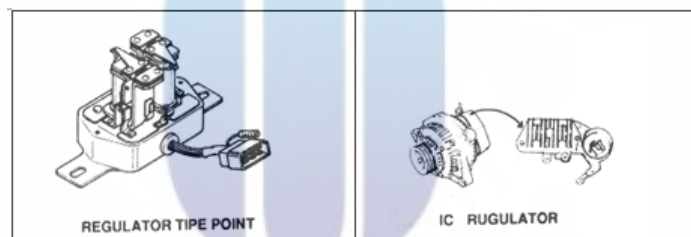
Prinsip kerja penyearahan arus listrik yang dihasilkan *stator coil* pada *alternator* adalah sebagai berikut:

Saat rotor *alternator* berputar maka terjadi induksi elektromagnetik pada *stator coil*, gambar di atas menunjukkan bahwa ujung *stator coil* “A” negatif dan ujung *stator coil* “C” menghasilkan arus positif, arus yang dihasilkan *stator coil* “C” disearahkan oleh dioda positif “C”, kemudian dialirkan ke *battery*. Rotor terus berputar sehingga *stator coil* “C” yang tadinya menghasilkan arus positif menjadi menghasilkan arus negatif, arus positif dihasilkan oleh *stator coil* “B”, arus yang dihasilkan *stator coil* “B” disearahkan oleh dioda positif “B”, kemudian dialirkan ke *battery*. Demikian seterusnya sehingga secara bergantian *stator coil* mengasilkan gelombang listrik dan disearahkan oleh dioda, selisih gelombang satu dengan yang lain 120° .

i. *Regulator*, tegangan listrik dari alternator tidak selalu konstan hasilnya. Karena hasil listrik *alternator* tergantung daripada kecepatan putaran motor. Makin cepat putarannya makin besar hasilnya demikian juga sebaliknya. *Rotor* berfungsi sebagai

magnet. Adapun magnet yang dihasilkan adalah magnet listrik, maka dengan menambah atau mengurangi arus listrik yang masuk ke *rotor coil* akan mempengaruhi daya magnet tersebut sehingga hasil pada *stator coil* pun akan terpengaruh. Jadi hasil *alternator* sangat dipengaruhi oleh adanya arus listrik yang masuk ke *rotor coil*.

Fungsi *regulator* adalah mengatur besar arus listrik yang masuk ke dalam *rotor coil* sehingga tegangan yang dihasilkan oleh *alternator* tetap konstan (sama) menurut harga yang telah ditentukan walaupun putarannya berubah-ubah. Selain daripada itu *regulator* juga berfungsi untuk mematikan tanda dari lampu pengisian, lampu tanda pengisian akan secara otomatis mati apabila *alternator* sudah menghasilkan arus listrik. Ada dua tipe *regulator* yaitu tipe poin (*point type*) dan tipe tanpa poin (*pointless type*). Tipe tanpa poin juga biasa disebut *IC regulator* karena terdiri dari *intergrated circuit*.

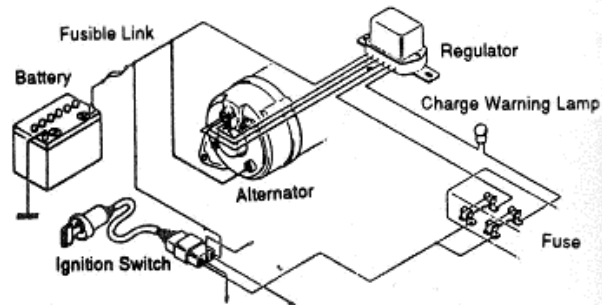


Gambar 2.23. Regulator

Ciri-ciri *IC regulator* yang dibuat jadi satu dengan *alternator* adalah sebagai berikut :

- a) Ukuran kecil dan *output* nya tinggi
- b) Tidak diperlukan penyetelan *voltage* (tegangan)
- c) Mempunyai silet kompensasi temperatur untuk control tegangan yang dimiliki untuk pengisian baterai dan suplai ke lampu-lampu.

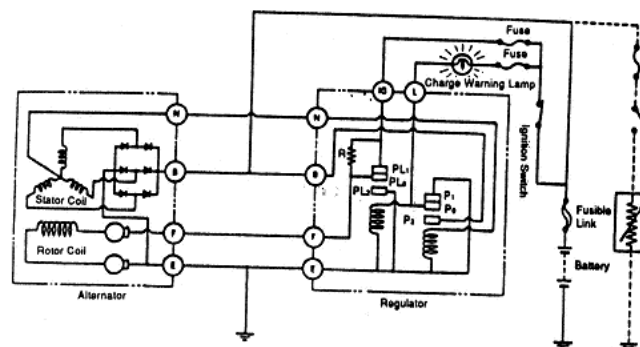
2.4.2. Aplikasi dalam Sistem Pengisian (*Charging System*)



Gambar 2.24. Sistem Pengisian

Gambar diatas menunjukkan sirkuit/rangkaian dari sistem pengisian yang memakai *regulator* dua titik kontak. Kebutuhan tenaga untuk menghasilkan medan magnet (*magnetic flux*) pada *rotor alternator* disuplai dari terminal F. Arus ini diatur dalam arti ditambah atau dikurangi oleh *regulator* sesuai dengan tegangan terminal B. Listrik dihasilkan oleh *stator alternator* yang disuplai dari terminal B, dan dipakai untuk menyuplai kembali beban-beban yang terjadi pada lampu-lampu besar (*head lights*), *wipers*, radio, dan lain-lain dalam penambahan untuk mengisi kembali baterai.

Lampu pengisian akan menyala, bila *alternator* tidak mengirimkan jumlah listrik yang normal. Hal tersebut terjadi apabila tegangan dari terminal N *alternator* kurang dari jumlah yang ditentukan. Seperti telah ditunjukkan oleh gambar diatas, bila sekering terminal IG putus, listrik tidak akan mengalir ke *rotor* dan akibatnya *alternator* tidak membangkitkan listrik. Walaupun sekering CHG putus *alternator* akan berfungsi. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan bantuan sirkuit pengisian sebagai berikut :



Gambar 2.25. Cara Kerja Pada Saat Kunci Kontak *ON* dan Mesin Mati

Bila kunci kontak diputar ke posisi *ON*, arus dari baterai akan mengalir ke *rotor* dan merangsang *rotor coil*. Pada waktu yang sama, arus baterai juga mengalir ke lampu pengisian (*CHG*) dan akibatnya lampu menjadi menyala (*ON*).

Secara keseluruhan mengalirnya arus listrik sebagai berikut :

a. Arus yang ke *field coil*

Terminal (+) baterai → *fusible link* → kunci kontak (*IG switch*) → sekering → terminal *IG regulator* → poin PL → poin PL → terminal F *regulator* → terminal F *alternator* → *brush* → *slip ring* → *rotor coil* → *slip ring* → *brush* → terminal E *alternator* → massa → bodi.

Akibatnya rotor terangsang dan timbul kemagnetan yang selanjutnya arus ini disebut arus medan (*field current*).

b. Arus ke lampu *charge*

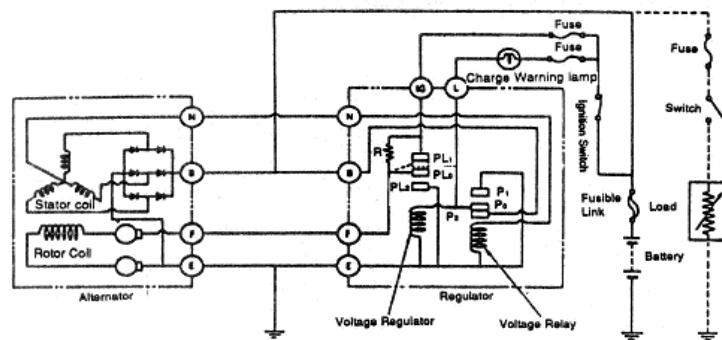
Terminal (+) baterai → *fusibler link* → sakelar kunci kontak IG (*IG switch*) sekering → lampu CHG → terminal L *regulator* → titik kontak P → titik kontak P → terminal E *regulator* → massa bodi.

Akibatnya lampu *charge* akan menyala.

A. Cara kerja mesin dari kecepatan rendah ke kecepatan sedang.

Sesudah mesin hidup dan *rotor* berputar, tegangan/*voltage* dibangkitkan dalam *stator coil*, dan tegangan netral dipergunakan untuk *voltage relay*, karena itu lampu *charge* jadi mati. Pada waktu yang sama, tegangan yang dikeluarkan beraksi pada *voltage regulator*. Arus medan (*field current*) yang ke *rotor* dikontrol dan disesuaikan dengan tegangan yang dikeluarkan terminal B yang beraksi pada *voltage regulator*.

Salah satu arus medan akan lewat menembus atau tidak menembus *resistor R*, tergantung pada keadaan titik kontak PL.



Gambar 2.26. Cara Kerja Mesin Dari Kecepatan Rendah Kekecepatan Sedang

Catatan :

Bila gerakan P dari *voltage relay*, membuat hubungan dengan titik kontak P, maka pada sirkuit sesudah dan sebelum lampu pengisian tegangannya sama. Sehingga arus tidak akan mengalir ke lampu dan akhirnya lampu mati. Untuk jelasnya aliran arus pada masing-masing peristiwa sebagai berikut :

a. Tegangan Netral

Terminal N *alternator* → terminal N *regulator* → magnet coil dari *voltage relay* → terminal E *regulator* → massa bodi. Akibatnya pada magnet coil dari *voltage relay* akan terjadi kemagnetan dan dapat menarik titik kontak P dari P dan selanjutnya P akan bersatu dengan P. Dengan demikian lampu pengisian (*charge*) jadi mati.

b. Tegangan yang keluar (*output Voltage*)

Terminal B *alternator* → terminal B *regulator* → titik kontak P → titik kontak P → magnet coil dari *voltage regulator* → terminal E *regulator* → massa bodi. Akibatnya pada coil *voltage regulator* timbul kemagnetan yang dapat mempengaruhi posisi dari titik kontak poin PL. Dalam hal ini PL akan tertarik dari PL sehingga pada kecepatan sedang PL akan mengambang (seperti terlihat pada gambar diatas).

c. Arus yang ke *field*

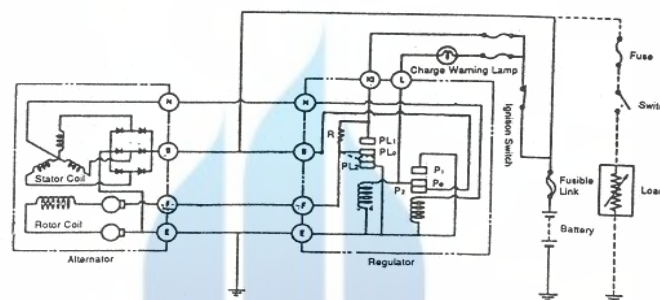
Terminal B *alternator* → IG switch → Fuse → terminal IG *regulator* → Poin PL → Poin PL → Resistor R → Terminal F *regulator* → Terminal F *alternator* → Rotor coil → terminal E *alternator* → massa bodi. Dalam hal ini jumlah arus yang masuk ke *rotor coil* bisa melalui dua saluran.

Bila kemagnetan di *voltage regulator* besar dan mampu menarik PL dari PL, maka arus yang ke *rotor coil* akan melalui *resistor R*. Akibatnya arus akan kecil dan kemagnetan yang ditimbulkan rotor *coil*-pun kecil (berkurang).

d. *Out Put current*

Terminal B *alternator* → baterai dan beban → massa bodi.

B. Cara Kerja Mesin dari Kecepatan Sedang ke Kecepatan Tinggi



Gambar 2.27. Cara Kerja Mesin dari Kecepatan Sedang Kecepatan Tinggi

Bila putaran mesin bertambah, *voltage* yang dihasilkan oleh kumparan *stator* naik, dan gaya tarik dari kemagnetan kumparan *voltage regulator* menjadi lebih kuat. Dengan daya tarik yang lebih kuat, *field current* yang ke *rotor* akan mengalir terputus-putus (*intermittently*). Dengan kata lain, gerakan titik kontak PL dari *voltage regulator* kadang-kadang membuat hubungan dengan titik kontak PL.

Catatan :

Bila gerakan titik kontak PL pada *regulator* berhubungan dengan titik kontak PL, *field current* akan dibatasi. Bagaimanapun juga poin dari *voltage relay* tidak akan terpisah dari poin P, sebab tegangan netral terpelihara dalam sisa *flux* dari *rotor*. Aliran arusnya adalah sebagai berikut :

a. *Voltage Netral* (Tegangan Netral)

Terminal N *alternator* → terminal N *regulator* → *magnet coil* dari *voltage relay* → terminal E *regulator* → massa bodi. Arus ini juga sering disebut *netral voltage*.

b. *Out Put Voltage*

Terminal B *alternator* → terminal B *regulator* → poin P → *magnet coil* dari N *regulator* ke terminal E *regulator*. Keadaan ini disebut dengan *Output voltage*.

c. Tidak ada arus ke *Field Current*

Terminal B *alternator* → *IG switch* → *fuse* → terminal *IG regulator* → *resistor R* → Terminal F *regulator* → terminal F *alternator* → *rotor coil* → atau → poin PL → Point P → *ground (NO.F.C)* → Terminal E *alternator* → massa (*F Current*). Bila arus *resistor R* → mengalir terminal F *regulator* → *rotor coil* → massa, akibatnya arus yang ke *rotor* ada, tapi jika PL maka arus mengalir ke massa sehingga yang ke *rotor coil* tidak ada.

d. *Out Put Current*

Terminal B *alternator* → baterai/load → massa.

2.5. BATERAI

Baterai adalah alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi kimia. Energi kimia yang terkandung dalam baterai dapat diubah menjadi energi listrik DC. Pada baterai isi ulang, proses tersebut dapat dibalik yaitu mengubah energi listrik DC menjadi energi kimia.

Battery merupakan bagian yang sangat penting pada sistem kelistrikan mobil karena *battery* berfungsi untuk menyimpan arus sementara yang kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan arus listrik mobil. Disamping itu *battery* sebagai sumber tenaga cadangan untuk *starter* mobil. Tenaga putar pertama kali untuk memutar poros engkol adalah dari arus listrik *battery* yang diubah menjadi tenaga mekanik pada motor *starter*.

Baterai terdiri dari plat positif, plat negatif, *separator* (alat pemisah) cairan elektrolit dan bak *accu*. Bak *accu* dan tutup *accu* dilindungi oleh perekat satu bak *accu* yang mempunyai satu *cell* menghasilkan tegangan 2,1 volt sampai 2,2 volt. Bila tiga *cell* dihubungkan secara seri menghasilkan tegangan 6 volt atau 12 volt.



Gambar 2.28. Baterai yang Digunakan Uji Coba

Baterai isi ulang diklasifikasikan oleh bahan kimia yang digunakan, bahan reaktan dan reaksi kimia merupakan dasar dari pembentukan mekanisme penyimpanan energi. Empat bahan kimia yang umum digunakan dalam aplikasi konsumen: *lead-acid*, *nickel-cadmium* (NiCd), *nickel-metal hydride* (NiMH), dan *lithium ion* (Li-Ion). Baterai kimia yang dinilai sesuai dengan beberapa kriteria seperti: biaya, *self-discharge* (tingkat dimana baterai secara alami kehilangan energi sementara tanpa digunakan), *energy density* (energi baterai dapat menyimpan, dibagi dengan volume), *specific energy* (energi baterai dapat menyimpan, dibagi dengan berat), dan *cycle life* (jumlah pengisian baterai dapat diisi ulang sebelum pemakaian habis). Setiap baterai kimia memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri sehubungan dengan kriteria tersebut. Tabel dibawah ini memberikan gambaran singkat mengenai karakteristik berbagai baterai kimia yang sering digunakan dalam produk konsumen.

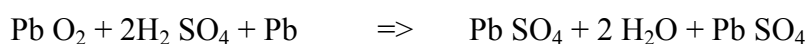
Tabel 2.1. Karakteristik Macam – Macam Baterai Kimia

<i>Criteria</i>	<i>Lead Acid</i>	<i>NiCd</i>	<i>NiMH</i>	<i>Li-ion</i>
<i>Self Discharge Rate</i>	<i>Very Low</i>	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Moderate</i>
<i>Overcharge Tolerance</i>	<i>High</i>	<i>Moderate</i>	<i>Low</i>	<i>Very Low</i>
<i>Specific Energy (Wh per kg)</i>	25 - 35	35 - 65	40 - 100	110 - 190
<i>Cycle Life (up to 80% of initial capacity)</i>	200 - 300	1000 - 1500	750 - 1000	500 - 1000
<i>Voltage per Cell (Volts)</i>	2	1.2	1.25	3.6

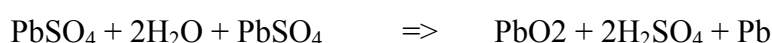
2.5.1. Baterai Basah

Liquid vented (baterai dengan katup pengisian ulang cairan) adalah baterai yang terbuat dari lempengan positif dan negatif dari paduan timah yang ditempatkan dalam larutan elektrolit dan air asam *sulfuric*. Saat baterai melepaskan muatan, material aktif pada elektroda bereaksi dengan elektrolit membentuk timbal sulfat (PbSO₄) dan air (H₂O). Saat pengisian muatan, timbal sulfat berubah kembali menjadi timbal dioksida pada elektroda positif dan timbal pada elektroda negatif, dan ion sulfat (SO₄²⁻) kembali menjadi larutan elektrolit membentuk asam sulfat.

a. Proses pengaliran



b. Proses Pengisian



2.5.2. Prinsip Kerja Baterai

Baterai bekerja berdasarkan reaksi kimia yaitu reaksi redoks yang terjadi baik selama pengisian maupun selama pengosongan. Reaksi kimia pada akumulator tersebut bersifat *reversible*, artinya reaksi kimia yang terjadi selama pengisian sangat berlawanan dengan reaksi yang terjadi pada saat pengosongan.

Selama pengisian terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Ketika pengisian pada sumber energi listrik terjadi aliran listrik yaitu elektron mengalir dari katoda ke anoda, dengan adanya aliran listrik tersebut, maka akan menimbulkan reaksi kimia yang mengakibatkan terbebasnya zat-zat dalam baterai yaitu PbSO_4 menjadi Pb , PbO_2 , ion H^+ , dan ion SO_4^{2-} . Pada pengosongan terjadi pengaliran listrik yaitu elektron mengalir dari PbO_2 atau kutub positif (sebagai anoda) ke Pb atau kutub negatif (sebagai katoda) sehingga adanya aliran tersebut mengakibatkan terjadinya reaksi kimia.

2.5.3. Komponen Baterai



Gambar 2.29. Komponen Baterai

A. Plat positif dan negative

Plat negatif berbentuk jaring dan terbuat dari zinc dan campuran anti mony yang dilapisi oleh pasta yang terbuat dari gulungan oksida zinc (*zinc oxide shavings*) dan asam sulfat encer (*dilute sulfuric acid*) setelah mengering selanjutnya diproses oleh elektrolit. Plat positif terbuat dari timah hitam peroxide berwarna coklat tua sedangkan plat negatif berwarna abu-abu dan terbuat dari kerak timah hitam.

B. *Separator* (alat pemisah) dan serat gelas

Separator bersifat anti konduksi yang mempunyai banyak lubang, tahanan listriknya kecil dan panas dan asam, sehingga banyak *separator* yang terbuat dari resin sintetis atau fiber bertulang, serat gelas terbuat dari fiberglas yang dijalin horizontal dan vertikal serta gelas ini berhubungan langsung dengan permukaan plat positif untuk mencegah jatuhnya material aktif dari plat positif dan menjaga *separator* agar tidak terjadi oksidasi.

C. Bak *accu* dan tutup *accu*

Bak *accu* adalah sebuah tempat yang berfungsi memegang plat positif dan negatif terbuat dari resin sintesis dan bak untuk 6 volt terbagi dalam tiga *cell* sedangkan bak untuk 12 volt terbagi menjadi enam *cell*. Tutup *accu* terpasang dibagian atas bak *accu* untuk menjaga kebocoran cairan elektrolit dimana terdapat lubang-lubang untuk mengisi dan membuang cairan *accu*.

D. Cairan elektrolit

Air murni atau hasil proses destilasi yang dicampur dengan asam sulfat membentuk asam sulfat encer dan dipakai sebagai cairan elektrolit rumus kimianya : H_2SO_4 biasanya cairan elektrolit yang dipakai mempunyai berat jenis 1,280 pada suhu $200^\circ C$ saat baterai bermuatan penuh.

E. *Sulfas*

Bila baterai digunakan terus menerus dalam keadaan setengah terisi atau dibiarkan dalam keadaan kosong, asam sulfat akan menyelimuti plat-plat positif dan negatif sehingga tidak memungkinkan pengisian kembali. Plat ini disebut sulfasi, sulfasi dapat terjadi juga karena cairan elektrolit kurang dan plat positif dan negatif terbuka (berhubungan langsung dengan udara).

2.6. MOTOR AC

Motor AC/arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik AC memiliki dua buah bagian dasar listrik: "*stator*" dan "*rotor*". *Stator* merupakan komponen listrik statis. *Rotor* merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor. Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).



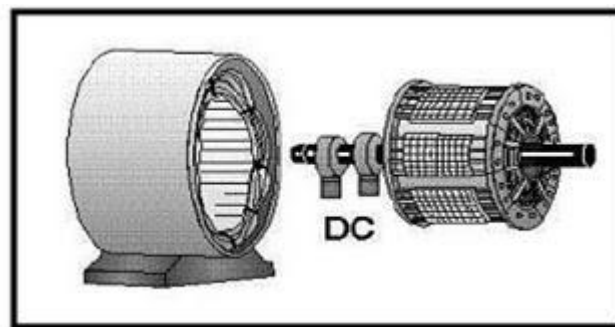
Gambar 2.30. Motor AC yang Digunakan Uji Coba

2.6.1. Jenis - Jenis Motor Ac

A. Motor sinkron.

Motor sinkron adalah motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki *torque* awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan *generator* motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

Komponen utama motor sinkron adalah:



Gambar 2.31. Motor Sinkron

1. *Rotor.* Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa *rotor* mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet *rotor* tidak lagi terinduksi. *Rotor* memiliki magnet permanen atau arus *DC-excited*, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
2. *Stator.* *Stator* menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.

Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut :

$$N_s = 120 f / P$$

Dimana:

f = frekuensi dari pasokan frekuensi (Hz)

P = jumlah kutub (pool)

B. Motor induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.

Komponen Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama, yaitu :

1. *Rotor*. Motor induksi menggunakan dua jenis *rotor*, *rotor* kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slot paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek. Lingkaran *rotor* yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub *stator*. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.
2. *Stator*. *Stator* dibuat dari sejumlah stamping dengan slot untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120° .

C. Klasifikasi motor induksi

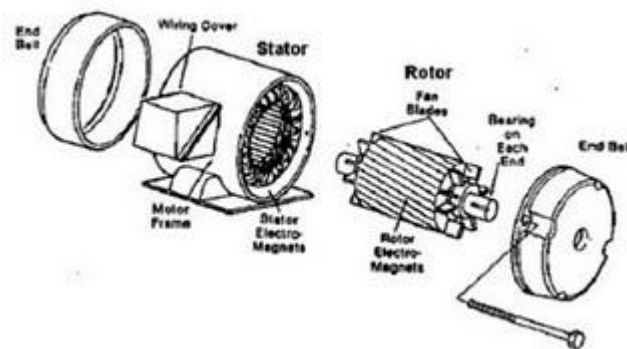
Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama:

1. Motor induksi satu fase.

Motor ini hanya memiliki satu gulungan *stator*, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah *rotor* kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 hp.

2. Motor induksi tiga fase.

Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan *rotor* (walaupun 90% memiliki *rotor* kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, *belt conveyor*, jaringan listrik, dan *grinder*.



Gambar 2.32. Motor Induksi

Motor induksi bekerja sebagai berikut, Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar *rotor*. Arus *rotor* menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet *stator*, yang menyebabkan *rotor* berputar. Walaupun begitu, didalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “slip/geseran” yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ *slipring*, dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/*slipring* motor”.

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung persentase slip/geseran :

$$\% \text{ Slip} = (N_s - N_b) / N_s \times 100$$

Dimana:

N_s = kecepatan sinkron dalam rpm

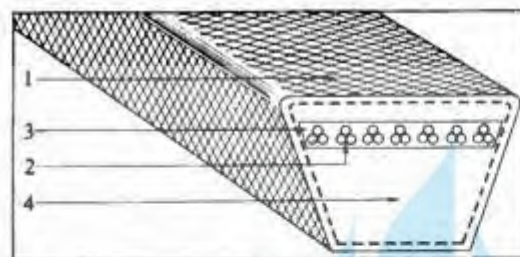
N_b = kecepatan dasar dalam rpm

2.7. V-BELT

V-Belt adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

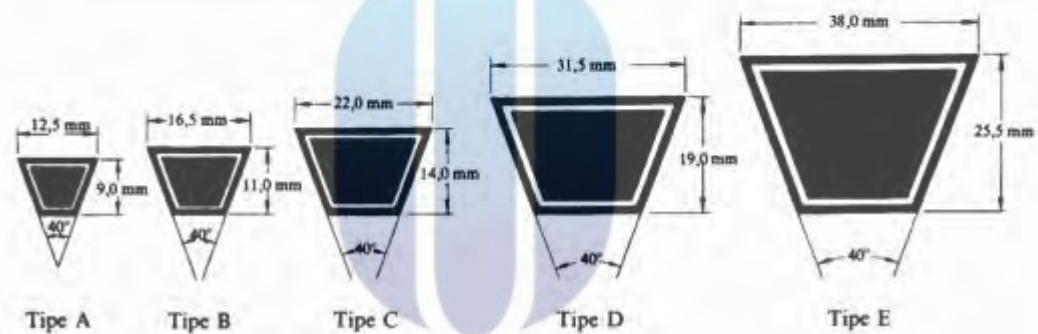


Gambar 2.33. V-belt



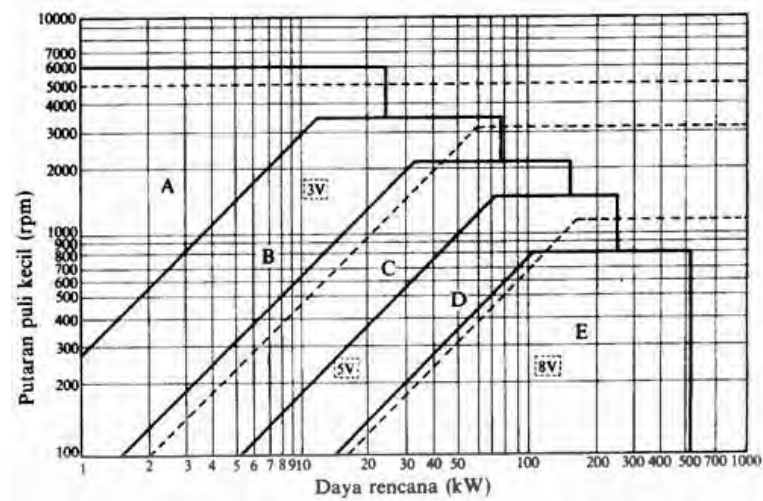
1. Terpal
2. Bagian penarik
3. Karet pembungkus
4. Bantal karet

Gbr. 5.1 Konstruksi sabuk-V.



Gambar 2.34. Ukuran Penampang sabuk-V

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain dimana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara.



Gambar 2.35. Diagram Pemilihan sabuk-V

Tabel 2.2. Panjang Sabuk-V Standar

Nomor Nominal		Nomor Nominal		Nomor Nominal	
(inchi)	(mm)	(inchi)	(mm)	(inchi)	(mm)
10	254	30	762	50	1270
11	279	31	787	51	1295
12	305	32	813	52	1321
13	330	33	838	53	1346
14	356	34	864	54	1372
15	381	35	889	55	1397
16	406	36	914	56	1422
17	432	37	940	57	1448
18	457	38	965	58	1473
19	483	39	991	59	1499
20	508	40	1016	60	1524
21	533	41	1041	61	1549
22	559	42	1067	62	1575
23	584	43	1092	63	1600

24	610	44	1118	64	1626
25	635	45	1143	65	1651
26	660	46	1168	66	1676
27	686	47	1194	67	1702
28	711	48	1219	68	1727
29	737	49	1245	69	1753

2.8. VOLTMETER

Adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur beda potensial atau tegangan pada ujung-ujung komponen elektronika yang sedang aktif, seperti kapasitor aktif, resistor aktif, dll. Selain itu, alat ini juga bisa digunakan untuk mengukur beda potensial suatu sumber tegangan, seperti baterai, catu daya, aki, dll. *Voltmeter* ini juga bisa digunakan pada pengukuran tegangan disuatu gardu Induk dan kubikel. Menurut jenisnya *voltmeter* dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

2.8.1. Voltmeter Analog

Voltmeter analog hasil pengukurannya ditunjukkan dengan sebuah jarum. *Voltmeter analog* lebih banyak dipakai untuk kegunaan sehari - hari, seperti para tukang servis TV atau komputer kebanyakan menggunakan jenis yang analog ini. Kelebihannya adalah mudah dalam pembacaannya dengan tampilan yang lebih simpel. Sedangkan kekurangannya adalah akurasinya rendah.



Gambar 2.36. *Voltmeter Analog*

2.8.2. Voltmeter Digital

Voltmeter digital memiliki akurasi yang tinggi, dan kegunaan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan multimeter analog. Yaitu memiliki tambahan-tambahan satuan yang lebih teliti. *Voltmeter* digital biasanya dipakai pada penelitian atau kerja-kerja mengukur yang memerlukan kecermatan tinggi. Kekurangannya adalah susah untuk memonitor tegangan yang tidak stabil (tegangan naik-turun).



Gambar 2.37. *Voltmeter Amperemeter Digital*

2.9. AMPEREMETER

Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. *Amperemeter* dapat dibuat atas susunan mikro amperemeter dan *shunt* yang berfungsi untuk deteksi arus pada rangkaian baik arus yang kecil, sedangkan untuk arus yang besar ditambahkan dengan hambatan *shunt*.

Amperemeter bekerja sesuai dengan gaya lorentz gaya magnetis. Arus yang mengalir pada kumparan yang selimuti medan magnet akan menimbulkan gaya lorentz yang dapat menggerakkan jarum *amperemeter*. Semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar pula simpangannya.



Gambar 2.38. *Amperemeter Analog*

2.10. TACHOMETER

Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros mesin.



Gambar 2.39. *Tachometer Digital*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA