

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sepeda listrik**

Sepeda listrik merupakan manifestasi akan kebutuhan manusia akan alat transportasi yang multifungsi yang menggabungkan dari segi kesehatan dan ramah lingkungan dari sebuah sepeda biasa konvensional dengan kenyamanan berkendara dari sebuah kendaraan bermotor. Sebuah standart menyatakan bahwa sebuah sepeda yang dibantu oleh motor listrik boleh menggunakan motor dengan daya maksimal 500 watt untuk masih di kategorikan sebagai sepeda biasa dalam berlalu lintas. (surya, 2011)

Sepeda listrik merupakan kendaraan yang ramah lingkungan. Kendaraan ramah lingkungan itu sendiri adalah kendaraan yang dianggap ramah lingkungan. Hal ini dicapai dengan mengurangi konsumsi petroleum atau lebih baik dari menggunakan sumber energy terbaru sabagai bahan bakar. Sumber tenaga yang digunakan oleh sepeda listrik di menggunakan bahan bakar minyak melainkan adalah sebuah baterai. Baterai sendiri merupakan sumber tenaga yang menghasilkan listrik. Oleh karena itu sepeda listrik dikatakan sebagai kendaraan ramah lingkungan yang tidak menghasilkan polusi.

#### **2.2. Mekanisme Kerja Sepeda Listrik**

Mekanisme kerja sepeda listrik sangatlah sederhana. Sepeda listrik memanfaatkan sumber tenaga yang berupa baterai yang digunakan untuk menggerakkan motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan sepeda. Di dalam mekanisme kerjanya, sepeda listrik di lengkapi oleh sebuah controller yang salah satu fungsinya adalah untuk mengatur kecepatan motor. Berikut akan dijelaskan beberapa bagian dari sepeda listrik.



Gambar 2.1. Bagian utama sepeda listrik

Sumber : <https://www.jakarianotebook.com/images/products/72/252/20418/2/xiaomi-qicycle-sepeda-pintar-elektrik-lipat-black-1.jpg>

1. **Kontroller**  
Kontroler berfungsi untuk mengontrol dan menampilkan status semua fitur yang ada di sepeda listrik
2. **Baterai**  
Baterai berfungsi sebagai sumber tenaga listrik yang digunakan untuk menggerakkan motor listrik
3. **Motor listrik**  
Motor listrik berfungsi untuk menggerakkan sepeda ketika grip gas dioperasikan
4. **Grip gas**  
Grip gas berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik

### 2.3. Motor Listrik

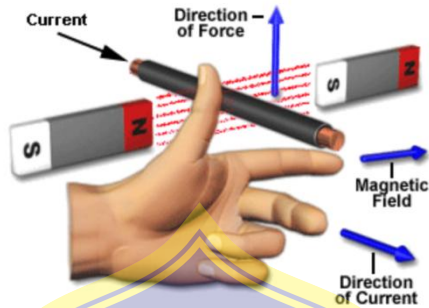
Motor listrik adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengubah energy listrik menjadi energy gerak atau mekanik. Energy mekanik ini digunakan untuk memutar perangkat lain semisal blower, menggerakkan kompresor, mengangkat beban dll. Motor listrik juga digunakan di peralatan rumah tangga seperti (mixer, bor listrik, kipas angin) dan juga digunakan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70 % beban listrik total di industri ( pedoman efisiensi untuk industri di asia, <http://energyefficiencyasia.org>, diakses maret 2013)

### 2.4. Cara kerja motor listrik

Mekanisme kerja dari suatu motor listrik pada umumnya adalah sama yaitu memanfaatkan arus listrik untuk menghasilkan medan magnet pada sekitar kumparan untuk memutar poros (armature) pada motor listrik. Prinsip kerja motor listrik diuraikan seperti dibawah ini :

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop* maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya akan menghasilkan tenaga putar / torsi untuk memutar kumparan.
- Motor listrik memiliki beberapa *loop* pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang seragam dan medan magnetnya di hasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Uraian prinsip kerja dari sebuah motor listrik di atas ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2. Prinsip kerja motor listrik

Sumber : [http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG\\_2227.png](http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG_2227.png)

Dalam memahami sebuah motor penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu pada keluaran tenaga putar / torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban pada umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok, diantaranya adalah :

1. **Beban torsi konstan** adalah beban dimana permintaan energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torsi tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors dan pompa displacement konstan
2. **Beban dengan variable torsi** adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variable torsi adalah pompa centrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kuadrat kecepatan).
3. **Beban dengan energy konstan** adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

## 2.5. Jenis-Jenis Motor Listrik

Motor listrik terbagi menjadi dua jenis, yaitu motor listrik arus bolak-balik (AC) dan motor listrik arus searah (DC). Motor AC memanfaatkan arus bolak-balik untuk menjalankan kerjanya. Motor sinkron motor induksi satu fasa dan motor induksi dua fasa termasuk dalam jenis motor listrik arus bolak-balik (AC). Motor DC memanfaatkan arus listrik searah untuk menjalankan kerjanya. Motor DC mempunyai dua penguat medan, yaitu penguat sendiri dan penguat dari luar. Motor DC dengan penguat sendiri memanfaatkan rangkaian kumoran medan yang terbagi menjadi seri, shunt dan campuran. Jenis-jenis motor listrik ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah ini :



Gambar 2.3. Jenis-jenis Motor Listrik

Sumber : [https://2.bp.blogspot.com/-](https://2.bp.blogspot.com/-5sFVFyZyDnA/WdO9Lj0AFWI/AAAAAAAAAF4Q/KJOPopqUc0wxqB1BKa0kxgv4DevLFDZuOCEwyBhgLsI600/Screenshot_12.png)

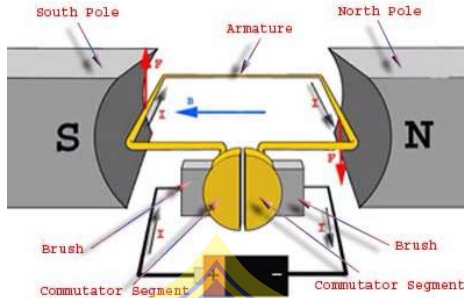
[5sFVFyZyDnA/WdO9Lj0AFWI/AAAAAAAAAF4Q/KJOPopqUc0wxqB1BKa0kxgv4DevLFDZuOCEwyBhgLsI600/Screenshot\\_12.png](https://2.bp.blogspot.com/-5sFVFyZyDnA/WdO9Lj0AFWI/AAAAAAAAAF4Q/KJOPopqUc0wxqB1BKa0kxgv4DevLFDZuOCEwyBhgLsI600/Screenshot_12.png)

## 2.6. Motor Listrik DC

Motor DC adalah suatu komponen yang dapat merubah energy listrik ( berasal dari sumber DC) yang mengalir di dalamnya menjadi energy mekanik berdasarkan prinsip medan elektromagnetik. Motor DC mempunyai komponen utama yaitu kutub medan (stator), dynamo (rotor), dan komutator. Untuk penjelasannya seperti dibawah ini :

- **Kutub medan (stator).** Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC mempunyai kutub medan yang stasioner dan dynamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan : kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetic energy membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terhadap satu atau lebih elektromagnetik. Elektromagnetik menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- **Dynamo (Rotor).** Bila arus masuk menuju dynamo, maka arus ini menjadi electromagnet. Dynamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dynamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan kutub selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dynamo.
- **Komutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dynamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dynamo dan sumberdaya.

Gambar motor DC dan bagian-bagiannyaditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar 2.4. motor listrik DC

Sumber : [http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG\\_2228.jpg](http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG_2228.jpg)

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

- Tegangan dynamo : meningkatkan dynamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan : menurunkan arus medan akan menurunkan kecepatan

### 2.6.1. Jenis-Jenis Motor DC

Berdasarkan sumber arus penguat magnetnya motor DC dapat di bedakan atas :

- a) Motor DC penguat terpisah (*separately excited*), bila arus penguat medan magnet diperoleh dari sumber DC di luar motor.
- b) Motor DC dengan penguat sendiri (*self excited*), bila arus penguat magnet berasal dari motor itu sendiri. Banyak motor

DC menggunakan satu electromagnet sebagai ganti dari magnet permanen untuk menyediakan medan statis. Kumparan yang digunakan untuk menghasilkan medan ini disebut kumparan medan. Arus untuk kumparan medan ini dapat disajikan dengan penempatan kumparan tersebut secara seri atau paralel. Karakteristik motor DC dengan suatu kumparan medan sebagai berikut.

- **Medan Seri**, Motor ini mempunyai tenaga putaran awal yang besar namun sukar untuk mempercepat control. Baik untuk aplikasi starting ringan dan dimana control kecepatan tidaklah penting, seperti untuk *quick opening valve*. Gambar 2.5 dibawah ini adalah merupakan gambar dari motor DC seri.

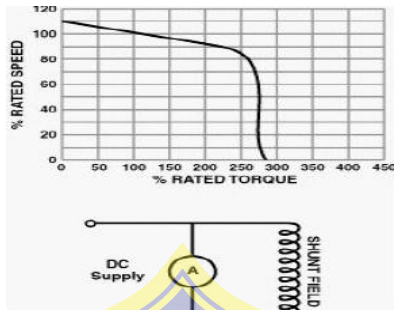


Gambar 2.5. Motor DC Seri (Rodwell international corporation, 1999)

Sumber : <https://dedyalfilianto.files.wordpress.com/2014/06/2.jpg>

- **Medan Shunt**, motor ini mempunyai suatu strsing tenaga putaran yang lebih kecil, tetapi karakteristik speed-control yang sangat baik yang dengan bermacam-macam arus eksitasi jangkar. Baik untuk aplikasi dimana kecepatan hendak di control, seperti system konveyor. Gambar motor DC shunt di tunjukan pada gambar 2.6 di bawah ini :

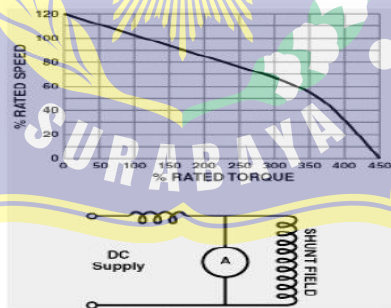




Gambar 2.6. Motor DC Shunt (Rodwell international corporation, 1999)

Sumber : <https://dedyalfilianto.files.wordpress.com/2014/06/1.jpg>

- **Medan Campuran / Compound**, Motor ini mencoba untuk memperoleh corak yang terbaik dari dua jenis sebelumnya. Biasanya tenaga awal putaran dan kemampuan speed-control berkisar antara kedua kasus murni diatas. Gambar motor DC Compound ditunjukkan padaa gambar 2.7 dibawah ini :



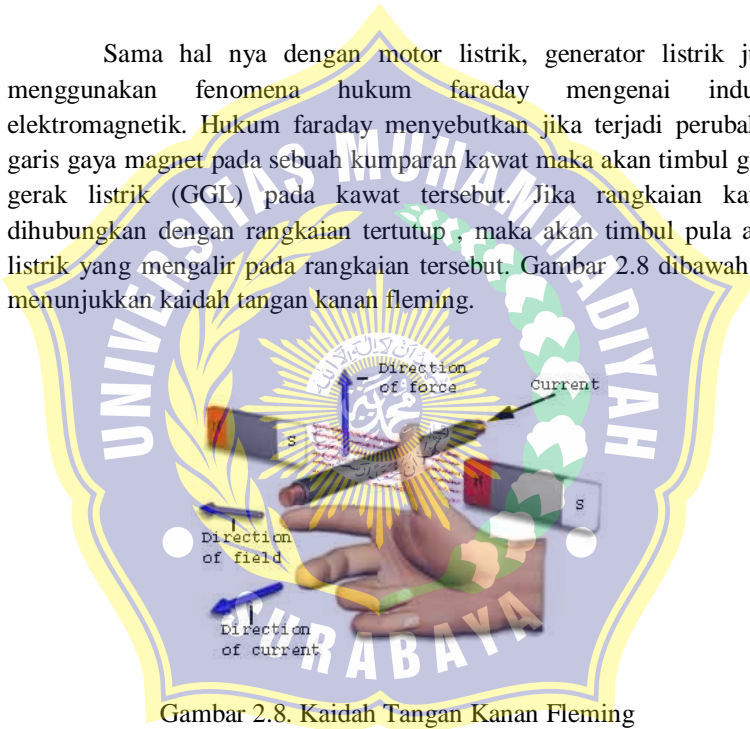
Gambar 2.7. Motor DC Compound (Rodwell international corporation, 1999)

Sumber : <https://dedyalfilianto.files.wordpress.com/2014/06/3.jpg>

## 2.7. Generator DC

Generator adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mengubah energy mekanis menjadi energy listrik. Listrik yang dihasilkan generator dapat berupa listrik AC ( bolak-balik ) ataupun DC ( searah ) bergantung pada tipe generator. Untuk kali ini, penulis hanya akan menjelaskan tentang generator DC.

Sama halnya dengan motor listrik, generator listrik juga menggunakan fenomena hukum Faraday mengenai induksi elektromagnetik. Hukum Faraday menyebutkan jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat maka akan timbul gaya gerak listrik (GGL) pada kawat tersebut. Jika rangkaian kawat dihubungkan dengan rangkaian tertutup, maka akan timbul pula arus listrik yang mengalir pada rangkaian tersebut. Gambar 2.8 dibawah ini menunjukkan kaidah tangan kanan Fleming.



Gambar 2.8. Kaidah Tangan Kanan Fleming

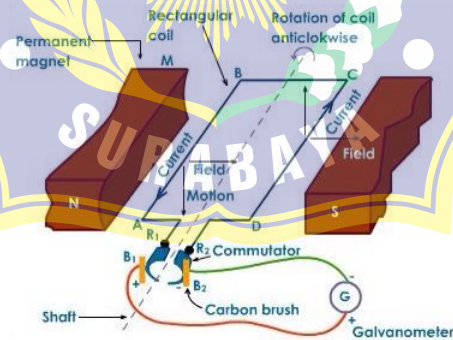
Sumber: <https://www.electrical4u.com/wp-content/uploads/2013/05/fleming-right-hand-rule.jpg>

Kaidah tangan kanan Fleming adalah sebuah metode mnemonik untuk memudahkan kita untuk menentukan arah vektor dari ketiga komponen hukum Faraday. Takni arah gaya gerak kumparan kawat, arah

medan magnet, serta arah arus listrik. Jika anda menirukan posisi jari tangan kanan anda seperti pada gambar diatas maka ibu jari akan menunjukkan arah gata (torsi), jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet, dan jari tengah menunjukkan arah arus listrik.

### 2.7.1. Komponen Generator DC

Generator DC memiliki komponen yang sama persis dengan motor listrik DC. Pada skema sederhana di bawah ini, rotor generator di diskemakan dengan sebuah kawat angker penghantar listrik (*armature*) yang membentuk persegi panjang. Pada kedua ujung kawat angker terpasang komutator berbentuk lingkaran yang terbelah menjadi dua, komponen ini sering kita dengar dengan sebutan cincin belah. Cincin belah termasuk bagian dari rotor, sehingga ia ikut berputar dengan rotor. Sedangkan stator generator tersusun atas dua magnet dengan kutub berbeda yang saling berhadapan. Pada bagian yang kontak langsung dengan cincin belah, stator dilengkapi dengan sikat karbon yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik yang dibangkitkan pada kawat angker ke rangkaian di luar generator. Berikut adalah skema sederhana dari generator DC.



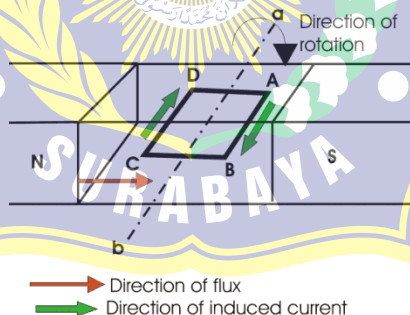
Gambar 2.9. Skema sederhana Generator DC

Sumber: [http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG\\_2261.jpg](http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/IMG_2261.jpg)

## 2.7.2. Prinsip Kerja Generator DC

Gambar dibawah ini adalah skema sederhana proses kerja generator DC. Kawat angker ABCD dapat berputar pada sumbu  $a-b$  dan berada di tengah-tengah medan magnet N-S. kawat angker sedang diputar oleh sumber dari luar, dengan arah yang searah putaran jarum jam sesuai pada gambar. Putaran ini memberikan gaya torsi dengan arah yang selalu tegak lurus dengan kawat angker.

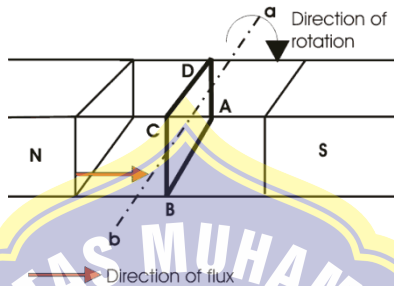
Kawat angker berada pada posisi horizontal pada gambar (a). kawat A-B mengalami gaya torsi yang mengarah kebawah (sesuai putaran angker). Dengan menggunakan kaidah tangan kanan fleming, kita dengan mudah akan menentukan arah arus listrik yang terbangkitkan adalah dari titik A ke B. Demikian pula dengan kawat C-D, melalui cara yang sama akan dengan mudah kita tentukan arah arus listrik yang terbangkitkan adalah dari C ke D.



Gambar 2.10.(a) Prinsip kerja generator DC

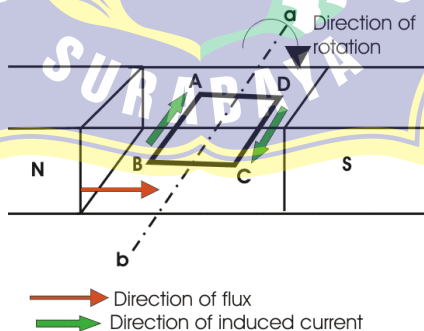
Pada gambar (b) dan bawah ini, arah torsi untuk kawat A-B adalah mendatar ke arah kiri sedangkan untuk kawat C-D arah torsi

adalah mendatar ke kanan. Karena vector torsi ini sejajar dengan garis gaya magnet dan tidak terjadi pemotongan garis gaya magnet, maka pada posisi ini akan timbul gaya gerak listrik.



Gambar 2.11.(b) Prinsip kerja generator DC

Pada gambar (c) dibawah ini, kawat angkut kembali ke posisi horizontal. Pada kondisi ini kembali dengan mudah kita dapat menentukan arah arus listrik yang terbangkitkan. Untuk kawat A-B arus listrik akan mengalir dari A ke B, sedangkan untuk kawat C-D arus listrik akan mengalir dari D ke C.

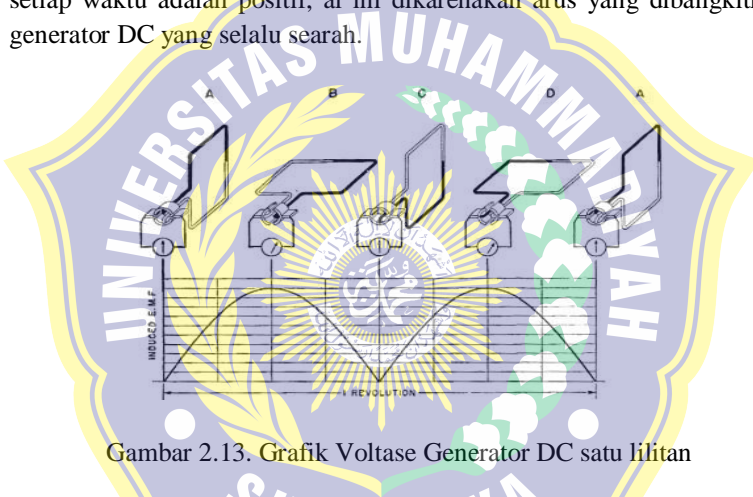


Gambar 2.12.(c) Prinsip kerja generator DC

Sumber: <https://www.electrical4u.com/principle-of-dc-generator/>

### 2.7.3. Grafik Voltase Generator DC

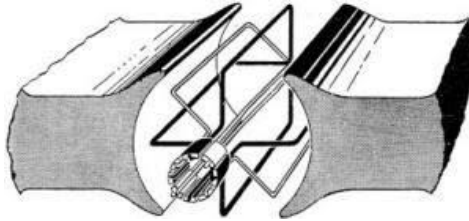
Grafik dibawah ini menunjukkan besar voltase gaya gerak listrik yang dibangkitkan oleh sebuah generator dengan satu lilitan kawat anker pada beberapa posisi lilitan. Terlihat bahwa grafik berbentuk setengah gelombang yang selalu berulang secara periodic. Nilai pada setiap waktu adalah positif, al ini dikarenakan arus yang dibangkitkan generator DC yang selalu searah.



Gambar 2.13. Grafik Voltase Generator DC satu lilitan

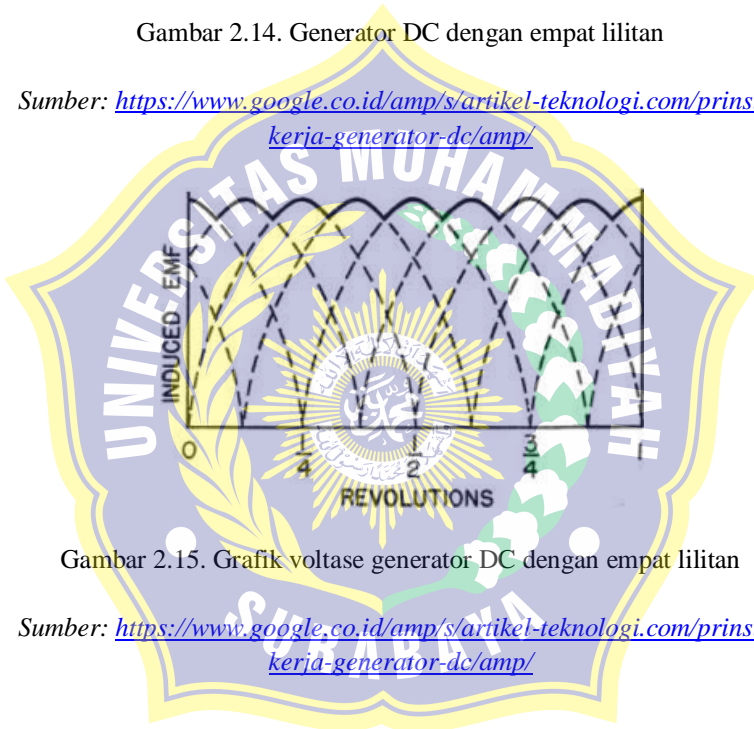
Sumber: <http://artikel-teknologi.com/wp-content/uploads/2014/09/image.jpg>

Pada aplikasinya, generator DC selalu menggunakan lebih dari satu lilitan kawat anker. Penggunaan banyaknya kawat lilitan ini akan menghasilkan voltase yang lebih stabil di setiap waktu. Celah yang ada di tiap-tiap gelombang voltase akan semakin tertutup. Semakin banyak jumlah lilitan, akan semakin tertutupi celah-celah tersebut. Gambar dibawah ini adalah generator dengan empat lilitan, tampak grafik voltase -nya menjadi semakin merata dan stabil.



Gambar 2.14. Generator DC dengan empat lilitan

Sumber: <https://www.google.co.id/amp/s/artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-generator-dc/amp/>



Gambar 2.15. Grafik voltase generator DC dengan empat lilitan

Sumber: <https://www.google.co.id/amp/s/artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-generator-dc/amp/>

## 2.8. Baterai (Accu)

Baterai atau aki, atau bisa juga disebut dengan accu adalah sebuah sell listrik dimana di dalamnya terjadi proses elektrokimia yang reversible (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversible adalah didalam baterai

dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel.

Pada kendaraan banyak terdapat komponen-komponen kelistrikan yang digerakkan oleh tenaga listrik. Diwaktu mesin mobil hidup komponen kelistrikan tersebut dapat dioperasikan oleh tenaga listrik yang bersal dari alternator dan baterai. Akan tetapi pada saat mesin mati tenaga listrik dari alternator di gunakan lagi, dan hanya berasal dari baterai saja.

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan ampere per jam (AH). Jika pada kotak bacteria tertulis 12-volt 60 AH berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt, dimana jika baterai tersebut digunakan selama satu 1 jam dengan arus pemakaian 60 ampere, maka kapasitas baterai tersebut akan habis selama 1 jam. Kapasitas baterai tersebut juga akan habis dalam 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 ampere.

Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan maka akan semakin cepat terjadi pengosongan arus baterai dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Besarnya kapasitas baterai ditentukan oleh besarnya permukaan plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dengan bertambahnya luas permukaan plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai maka kapasitas baterai juga akan bertambah.

Sedangkan tegangan baterai ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk



sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai 6 sel, maka tegangan baterai standart tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt. Biasanya setiap sel baterai ditandai dengan adanya satu lubang pada kotak baterai bagian atas untuk mengisi cairan elektrolit baterai.

### 2.8.1. Fungsi Baterai (Accu)

Fungsi baterai dalam kendaraan adalah untuk menyimpan energy listrik dalam bentuk energy kimia, yang akan digunakan untuk menyuplai (menyediakan) listrik ke system starter, system pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya.

### 2.8.2. Kontruksi Baterai (Accu)



Gambar 2.16. Kontruksi Baterai (Accu)

Sumber : <https://pebriputradewa.files.wordpress.com/2011/01/aki.jpg>

Di dalam baterai kendaraan terdapat cairan elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negative dalam bentuk plat. Plat-plat tersebut dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu baterai tipe ini sering disebut baterai timah ruangan didalamnya di bagi menjadi beberapa sel ( biasanya 6 sel, untuk baterai kendaraan) dan didalam

masing-masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam cairan elektrolit.

### 2.8.3. Jenis jenis Baterai (Accu)

#### a. Jenis Accu Berdasarkan Kontruksinya

##### 1. Accu basah

Aki basah merupakan jenis aki yang dapat mudah ditemukan dipasaran, bahkan mungkin hamper setiap toko perlengkapan mobil menjual jenis aki jenis ini. Aki basah merupakan aki yang standart yang sering banyak dijumpai pada kendaraan bermotor. Cirri-ciri dari aki jenis ini adalah adanya cairan  $H_2SO_4$  (asam sulfat) di dalamnya.



Gambar 2.17. Aki Basah

##### 2. Accu Maintenance Free

Aki MF (Maintenance Free ) atau yang dikenal oleh orang Indonesia dengan nama aki kering merupakan jenis aki lainnya yang populer selain aki basah. Meskipun menggunakan istilah “kering” namun bukan berarti tidak ada cairan elektrolit didalamnya. Namun bagian atas aki, terdapat segel yang sangat kuat sehingga dapat mencegah terjadinya penguapan cairan di dalamnya. Selain itu, segel

tersebut juga mencegah cairan elektrolit dapat tumpah mengenai komponen lainnya.



Gambar 2.18. Aki Maintenance Free (Aki kering)

### 3. Accu Kalsium

Jenis aki ini sebenarnya hampir serupa dengan aki basah, namun pada kutub baterainya terbuat dari bahan kalsium. Baik pada kutub positif maupun kutub negatifnya terbuat dari bahan kalsium. Tingkat penguapannya juga lebih kecil jika dibandingkan dengan aki-aki basah pada umumnya. Jenis aki ini tidak terlalu populer di pasaran Indonesia, mungkin banyak orang yang belum memahaminya.



Gambar 2.19. Aki Kalsium

#### 4. Accu Hybrid

Jenis aki ini menggunakan teknologi terbaru didalamnya, dapat dikatakan bahwa jenis aki ini merupakan kombinasi antara aki basah dengan aki kalsium. Namun yang membedakan adalah adanya kutub baterai sama dengan aki kalsium, aki hybrid kurang begitu populer dikalangan masyarakat, meskipun beberapa orang berpendapat bahwa jenis aki ini terbilang lebih bagus bila dibandingkan dengan aki basah.



Gambar 2.20. Aki Hybrid

#### 5. Accu Gel

Jenis aki ini merupakan jenis aki terbaru. Aki ini menggunakan gel sebagai pengganti dari cairan elektrolit. Sehingga lebih ramah terhadap lingkungan serta mengurangi resiko bila gel dapat tumpah seperti pada aki-aki yang biasa.



Gambar 2.21. Aki Gel

## b. Jenis Baterai (Accu) Berdasarkan Penggunaannya

### 1. Starting Battery

Merupakan jenis aki yang dirancang mampu menghasilkan energy ( arus listrik ) yang tinggi dalam waktu singkat sehingga dapat menyalakan mesin, seperti mesin kendaraan. Dengan kata lain untuk menghidupkan mesin dibutuhkan arus listrik yang tinggi. Setelah aki hidup, aki istirahat sambil di cas kembali oleh dynamo (alternator). Jadi aki akan selalu penuh terisi arus listrik tidak pernah sampai habis. Jika aki sering terpakai sampai habis aki jenis ini akan cepat rusak.

Konstruksinya menggunakan banyak plat tipis secara parallel agar resistansinya rendah dengan permukaan yang lebih luas agar dapat melepas arus listrik yang tinggi saat dibutuhkan. Aki jenis ini banyak digunakan untuk menghidupkan mesin.



Gambar 2.22. Starting battery

Sumber : [https://4.bp.blogspot.com/-](https://4.bp.blogspot.com/-A3dFWF0wGwo/Uj68zz0fBPI/AAAAAAAAACy4/NaUWAaobO9A/s1600/Starter+battery.jpg)

[A3dFWF0wGwo/Uj68zz0fBPI/AAAAAAAAACy4/NaUWAaobO9A/s1600/Starter+battery.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-A3dFWF0wGwo/Uj68zz0fBPI/AAAAAAAAACy4/NaUWAaobO9A/s1600/Starter+battery.jpg)

### 2. Deep Cycle Battery

Kebalikan dari jenis *starting battery*, *deep cycle battery* dirancang untuk menghasilkan energy yang lebih stabil (tidak seperti *starting battery*) namun dalam waktu yang lama. Aki jenis ini tahan

terhadap siklus pengisian-pengosongan aki yang berulang-ulang (*Deep Cycle*) karena konstruksinya menggunakan jenis plat yang lebih tebal seperti terlihat pada gambar di bawah. Aki deep cycle battery banyak digunakan pada peralatan yang menggunakan motor listrik seperti kursi roda forklift, mobil golf dll. Jenis ini juga banyak digunakan pada proyek energy alternatif untuk menyimpan arus listrik seperti pada pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga air.



Gambar 2.23. Deep Cycle Battery

sumber : [https://4.bp.blogspot.com/-](https://4.bp.blogspot.com/-Ri6XovzBMmk/Uj686yuGARI/AAAAAAAAACzA/bO_o9bRMiIA/s1600/Deep+cycle+battery.jpg)

[Ri6XovzBMmk/Uj686yuGARI/AAAAAAAAACzA/bO\\_o9bRMiIA/s1600/Deep+cycle+battery.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-Ri6XovzBMmk/Uj686yuGARI/AAAAAAAAACzA/bO_o9bRMiIA/s1600/Deep+cycle+battery.jpg)

## 2.9. Arah Arus Listrik

Arus listrik, yaitu aliran listrik yang mengalir melalui penghantar atau konduktor pada suatu rangkaian tertutup. Arah arus listrik mengalir dari kutub positif (terminal plus) ke kutub negative, pada suatu rangkaian tertutup. Arus listrik bertentangan dengan arus electron yaitu dari kutub negative melalui penghantar ke kutub positif, pada suatu rangkaian tertutup. Pertentangan antara arus listrik dan arus electron tidak perlu menimbulkan kesalahpahaman mengingat bahwa arus listrik mengalir dalam suatu arah maka bersamaan dengan itu arus electron mengalir berlawanan arah. (Alonso dan Finn, 1994).

## 2.10. Hukum OHM

Hubungan antara tegangan, arus dan hambatan sesuai dengan hukum Ohm yaitu “arus listrik pada suatu rangkaian tertutup berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan.

$$I = \frac{V}{R}, \text{ Ampere} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

I = Kuat arus listrik (ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

## 2.11. Menghitung Kecepatan

Untuk menghitung kecepatan gerak, dapat diselesaikan dengan rumus dibawah ini :

$$V = \frac{S}{t} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak (m)

T = Waktu (s)

## 2.12. Torsi

Hasil kali gaya dengan lengan gaya (garis tegak lurus kerja gaya menuju poros) disebut momen gaya atau torsi dilambangkan T. torsi menyebabkan sistem berputar. Besar torsi ditentukan oleh komponennya yaitu besar gaya panjang lengan gaya ( khurmi dan gupta,2002)

$$T = F \times r \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

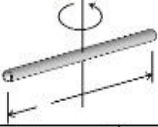
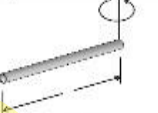
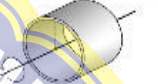



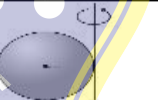
r = Jari-jari (m)

## 2.13. Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Besaran ini merupakan analog rotasi daripada massa. Gambar dibawah ini merupakan rumus momen inersia dari roda:



Tabel. 2.1. Rumus momen inersia (sinaryadi,2011)

No.	Jenis benda	Inersia	gambar
1.	Batang silinder poros di pusat	$I = \frac{1}{12} ML^2$	
2.	Batang silinder poros di pinggir	$I = \frac{1}{3} ML^2$	
3.	Silinder tipis berongga	$I = MR^2$	
4.	Silinder pejal	$I = \frac{1}{2} MR^2$	
6.	Bola pejal	$I = \frac{2}{5} MR^2$	
7.	Bola berongga	$I = \frac{2}{3} MR^2$	
8.	Bola berongga poros di garis singgung	$I = \frac{7}{5} MR^2$	

Dimana :

$I_r$  = Momen Inersia roda ( $\text{Kgm}^2$ )

$m$  = massa (Kg)

$R$  = Jari-jari dalam roda (m)

$r$  = Jari-jari luar roda (m)

## 2.14. Daya

Daya adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (khurmi dan guppta, 2002). Sebagai satuannya di pilih watt.

$$P = \frac{n}{T} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

P = Daya listrik (watt)

n = putaran motor (rpm)

T = Torsi (Nm)

## 2.15. Tahanan Gelinding

Tahanan gelinding ( Rolling Resistance ) adalah tahanan gelinding terhadap roda yang akan menggelinding akibat adanya gesekan antara roda dengan permukaan tanah. Besarnya tergantung terhadap permukaan tanah dan berat kendaraan. (suminto,2009)

$$W = Cr \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

W = Berat kendaraan (Weight)

Cr = Koefisien Gelinding

## 2.16. Hukum Newton

### 2.16.1. Hukum Newton I

Bunyi hukum newton 1 adalah “ jika resultan gaya yang bekerja pada benda yang sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam, benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap lurus beraturan”.

$$\sum F = 0 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : Resultan Gaya = 0

### 2.16.2. Hukum Newton II

Bunyi hukum newton 2 adalah sebagai berikut : “ percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda”

$$F = m \frac{dp}{dt} = ma \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

F = gaya (N)

m = massa (Kg)

a = percepatan ( $m/s^2$ )

### 2.16.3. Hukum Newton III

Hukum aksi reaksi “ suatu benda mendapatkan gaya dikarenakan berinteraksi dengan benda yang lain” secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$F_{\text{AKSI}} = - F_{\text{REAKSI}} \dots \dots \dots (2.8)$$

(tanda (-) menunjukkan arah yang berlawanan)

- **Gaya Gesek**

Gaya gesek adalah gaya yang timbul akibat persentuhan langsung antara dua permukaan benda dengan arah berlawanan terhadap kecenderungan arah gerak benda.

$$F_s = \mu_s \cdot F_n \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$F_s$  = gaya gesek (N)

$\mu_s$  = koefisien gesek

$N$  = gaya normal (N)

- **Gaya Berat**

Berat benda adalah pengaruh gaya tarik bumi yang bekerja pada benda tersebut.

$$W = m \cdot g \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$W$  = berat benda (N)

$m$  = massa benda (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )