



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Alternator<sup>1</sup>

Alternator atau biasa disebut dengan *dynamo ampere* adalah peranti yang berfungsi sebagai generator yang menghasilkan arus listrik *alternating current* (AC) dan sekaligus mengubahnya menjadi arus *direct current* (DC). Komponen ini juga menjadi pembangkit energi listrik yang diisikan ke accu/ aki.



Gambar 2.1 Alternator Mobil

Sistem pengisian mempunyai 3 komponen penting yakni *Accumulator*, Alternator dan *Regulator*. Alternator ini berfungsi bersama-sama dengan *Accumulator* untuk menghasilkan listrik ketika mesin dihidupkan. Hasil yang dihasilkan oleh alternator adalah tegangan AC yang kemudian dikonversi/diubah menjadi tegangan DC. Sebagai pembangkit tegangan listrik ia memanfaatkan putaran dari mesin, karena itu alternator membutuhkan belt atau sabuk. *Belt* tersebut berfungsi untuk menyalurkan gerak rotasi dari mesin mobil untuk memutar alternator sehingga dapat menghasilkan arus listrik, alternator mobil adalah komponen yang

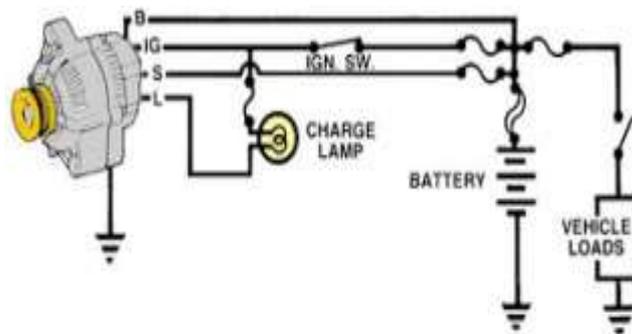
---

<sup>1</sup> Prima Springs. 2011. Dinamo Assy/Dinamo Ampere/Dinamo Jalan. <http://primasprings.blogspot.com>. 30 Mei 2017



sangat vital pada mobil, bias dikatakan alternator mobil adalah jantung dari mobil karena alternator ini adalah sumber pembangkit listrik pada mobil.

### 2.1.1 Rangkaian Sistem Pengisian

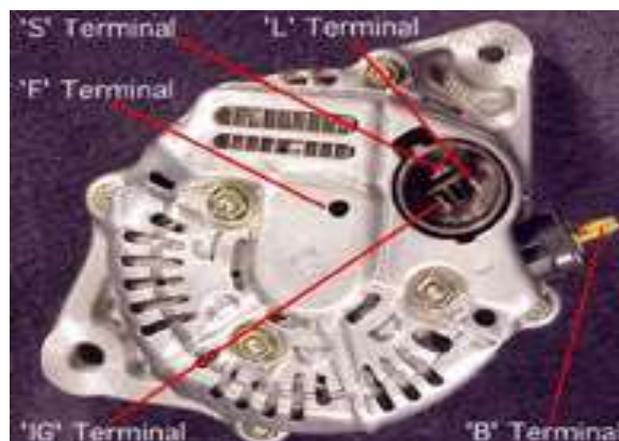


Gambar 2.2 Rangkaian Sistem Pengisian

Ke empat kabel ( soket ) dihubungkan dengan dengan alternator di sepanjang rangkaian kelistrikan.

1. “B” adalah kabel output alternator yang mensuplai langsung ke aki.
2. “IG” adalah indikator kontak yang ada dialternator.
3. “S” digunakan oleh *regulator* untuk mengatur strum pengisian ke aki.
4. “L” adalah kabel yang digunakan oleh regulator untuk indikator lampu ( CHG ).

### 2.1.2 Identitas Terminal Alternator

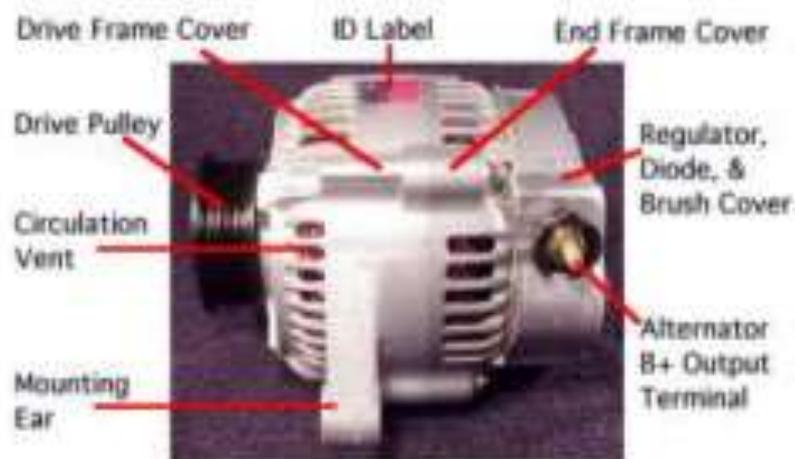


Gambar 2.3 Identitas Terminal Alternator



1. “S” Terminal indikator Voltase aki.
2. “IG” Terminal indikator strum kontak.
3. “L” Terminal lampu indikator.
4. “B” Terminal *Output* Alternator.
5. “F” Terminal tegangan langsung ( *bypass* ).

### 2.1.3 Komponen Alternator



Gambar 2.4 Komponen Alternator

Alternator terdiri dari :

1. Gabungan kutub magnet yang dinamakan Rotor.
2. Gulungan kawat magnet yang dinamakan stator.
3. Rangkaian dioda yang dinamakan *rectifier*.
4. Alat pengatur voltase yang dinamakan regulator.
5. Dua kipas dalam ( *internal Fan* ) untuk menghasilkan sirkulasi udara

Kebanyakan alternator mempunyai regulator yang berada didalamnya ( *IC built In* ), dan tipe yang lama mempunyai regulator diluar. Alternator tipe lama masih menggunakan *system regulator* yang letaknya terpisah dari alternator atau yang sering disebut dengan *system cut-out*.



#### 2.1.4 Carbon Brush



Gambar 2.5 Carbon Brush

Dua *slip ring* yang berada di setiap bagian atas rotor. *Slip ring* dihubungkan dengan *field winding* dimana *carbon brush* dapat bergerak, dan ketika arus mengalir melalui *field winding* lewat *slip ring*, akan ada arus magnet disekitar rotor. 2 buah arang yang diposisikan sejajar yang akan menempel dengan *slip ring*. *Carbon brush* disolder atau di ikat dengan baut.

#### 2.1.5 Ic Regulator



Gambar 2.6 Ic Regulator

Fungsi *IC regulator* dinamo *ampere* ini adalah mengatur besarnya arus listrik yang dibangkitkan dan disalurkan pada sistem kelistrikan mobil. *Regulator* akan mengatur tingkat / *level* sistem pengisian tegangan. Ketika sistem pengisian tegangan dibawah dari yang ditentukan, regulator akan meningkatkan arus listrik tegangan, yang akan berakibat terciptanya arus magnet yang kuat, hasilnya akan meningkatnya *output* alternator. Ketika sistem pengisian tegangan diatas yang ditentukan, *regulator* akan menurunkan arus listrik tegangan, dan



membuat arus magnet menjadi lemah, hasilnya *output* alternator yang semakin Kecil. *Regulator* mengatur tegangan aki, dan juga mengatur arus yang mengalir ke rangkaian rotor. Rangkaian rotor menghasilkan arus magnet. Tegangan yang dihasilkan diinduksi di stator. Mengapa perlu *IC regulator*? Suplai listrik yang dihasilkan oleh sebuah dinamo *ampere* bervariasi tergantung kebutuhan, misalnya kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu, ac mobil, audio mobil, instrument mobil bahkan komputer mobil. Kebutuhan listrik mobil bervariasi oleh sebab itu *IC regulator* bertugas mengatur berapa besar arus listrik yang akan di suplai. Biasanya sebuah dinamo amper toyota starlet memiliki kemampuan membangkitkan atau menyuplai arus listrik antara 35 hingga 40 amper. Pada mobil era tahun 80-an dimana dinamo ampere belum menggunakan *IC regulator*, biasanya yang mengatur arus listrik adalah "*cut out*", dinamakan cut out karena memang alat ini akan memutus pembangkit listrik saat listrik pada aki sudah penuh. Kekurangan dari cut out ini adalah kurang akurat mengatur suplai arus listrik dan sering rusak karena mengandalkan kontak mekanis yang sering cepat aus seperti platina. *Regulator* adalah otak dari sistem pengisian. *Regulator* mengatur keduanya baik itu voltase aki dan voltase stator, dan tergantung dari kecepatan putaran mesin, *regulator* akan mengatur Kemampuan kumparan rotor untuk menghasilkan *output* Alternator. *Regulator* dapat diganti baik itu internal regulator atau *eksternal*. Dewasa ini rata rata semuanya sudah memakai internal *regulator*.

#### 2.1.6 Diode Rectifier

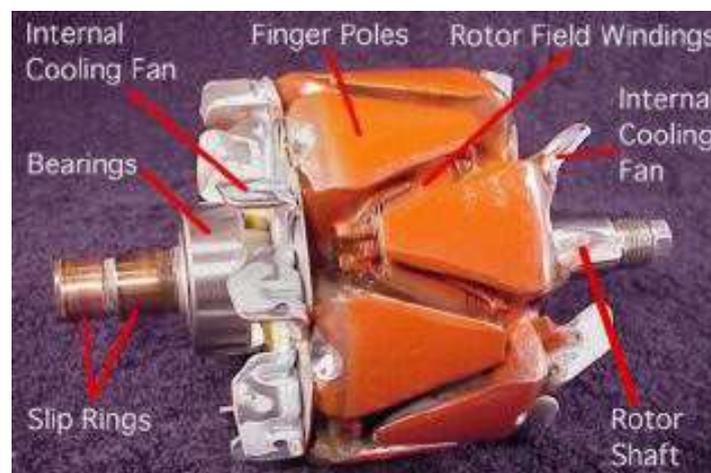


Gambar 2.7 Diode Rectifier



Rangkaian Dioda bertanggung jawab atas konversinya tegangan AC ke tegangan DC. 6 atau 8 diode digunakan untuk mengubah tegangan stator AC ke tegangan DC. Setengah dari diode tersebut digunakan dalam kutub positif dan setengahnya lagi dalam kutub negatif. Dioda/rectifier berfungsi untuk menyearahkan arus listrik. Didalam alternator terdapat 2 buah *rectifier*, yaitu *rectifier negative* dan *rectifier positif*. *Rectifier* positif ditandai dengan adanya terminal B pada alternator.

### 2.1.7 Rotor

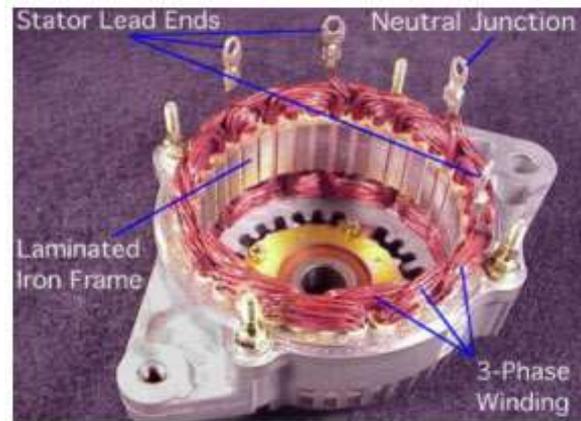


Gambar 2.8 Rotor

Rotor terdiri dari kutub kutub magnet, inti *field winding* dan *slip ring*. Beberapa model/tipe termasuk lahar dan satu atau dua kipas didalamnya. Rotor di gerakkan atau di putar di dalam alternator dengan putaran tali kipas mesin. Rotor yang terdiri kutub kutub magnet, *field winding*, dan *Slip ring*, bagian bagian ini padat bersambungan pada sumbu rotor, *field winding* dihubungkan kepada *slip ring* dimana *carbon brush* dapat bergerak. Ada dua lahar yang terdapat di rotor, satu di bagian bawah *slip ring*, dan satunya berada dibagian atas sumbu rotor. *Field Winding* Rotor Menciptakan lapangan magnet yang disebabkan oleh arus yang mengalir melewati *slip ring*. Magnet tersebut disatu disisi menjadi kutub selatan, dan disisi lain menjadi kutub utara.



### 2.1.8 Stator



Gambar 2.9 Stator

Hubungan putaran rotor berputar didalam stator : Arus magnet alternator yang berasal dari dari putaran rotor menginduksi tegangan kepada stator. Kekuatan dan kecepatan dari putaran arus magnet yang dihasilkan rotor akan berakibat terhadap tegangan induksi kepada stator. Stator mempunyai 3 fase gulungan yang diisolasi kepada stator, gulungan tersebut terhubung antara satu dengan yang lainnya. Setiap fase ditempatkan diposisi yang berbeda dibandingkan dengan yang lain. Gulungan yang diisolasi itu menghasilkan medan magnet.

### 2.1.9 Daya Alternator<sup>2</sup>

Daya yang dibangkitkan oleh alternator dapat dihitung dengan menggunakan rumus daya pada rangkaian listrik pada umumnya. Perhitungan daya juga dapat dilakukan dengan menggunakan harga dari tegangan maksimum dan arus maksimum keluaran generator yang terbentuk.

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :      V = Tegangan (V)

                  I = Arus (A)

<sup>2</sup> Suryatmo, F. 2014. *Dasar-Dasar Teknik Listrik*. Jakarta : Rineka Cipta



## 2.2 Turbin Angin<sup>[5]</sup>

Turbin angin atau dalam bahasa sederhana kincir angin merupakan turbin yang digerakkan oleh angin, yaitu udara yang bergerak diatas permukaan bumi. Penggunaan turbin angin terus mengalami perkembangan guna memanfaatkan energi angin secara efektif, terutama pada daerah-daerah dengan aliran angin yang relatif tinggi sepanjang tahun. Sebagai pembangkit listrik, turbin angin telah digunakan di Denmark sejak tahun 1890. Dalam beberapa dekade terakhir ini, kekhawatiran akan habisnya energi fosil telah mendorong pengembangan dan penggunaan turbin angin secara meluas dalam mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat dengan prinsip konversi energi. Pada saat ini, angin merupakan salah satu sumber energi dengan perkembangan relatif cepat dibanding sumber energi lainnya. Walaupun demikian sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (misal: PLTD atau PLTU). Pengkajian potensi angin pada suatu daerah dilakukan dengan cara mengukur serta menganalisa kecepatan maupun arah angin. Dasar dari alat untuk merubah energi angin adalah kincir angin. Meskipun masih terdapat susunan dan perencanaan yang beragam, biasanya kincir angin digolongkan menjadi dua tipe (horisontal dan vertikal).

Sesuai dengan ketentuan Betz, sebuah turbin angin yang ideal akan mengubah 16/27(59%) dari energi angin yang dihasilkan oleh angin. Akan tetapi dalam prakteknya daya turbin yang didapat lebih kecil karena terdapat beberapa faktor. Daya turbin angin tersebut merupakan hasil kali dari daya angin dengan *coefficient performance* ( $C_p$ ).

$$C_p = \frac{P}{P_o} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.2}$$

<sup>[5]</sup> Ikhwanul Ikhsan. 2011. **Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Kinerja Kincir Angin Tipe Propeller Pada Wind Tunnel Sederhana**. <http://repository.unhas.ac.id/>



### 2.2.1 Syarat Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Syarat – syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Rating kecepatan angin

Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di atas permukaan Tanah		
Kelas	Kecepatan	Kondisi Alam di Daratan
1	0,00 – 0,02	-----
2	0,3 – 1,5	Angin tenang, asap lurus ke atas
3	1,6 – 3,3	Asap bergerak mengikuti arah angin
4	3,4 – 5,4	Wajah terasa ada angin, daun2 bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5,5 – 7,9	Debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang
6	8,0 – 10,7	Ranting pohon bergoyang, bendera berkibar
7	10,8 – 13,8	Ranting pohon besar bergoyang, air plumpang berombak kecil
8	13,9 – 17,1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17,2 – 20,7	Dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20,8 – 24,4	Dapat mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24,5 – 28,4	Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28,5 – 32,6	Menimbulkan kerusakan parah
13	32,7 – 36,9	Tornado

### 2.2.2 Jenis Turbin Angin<sup>[3]</sup>

#### 1. Turbin Angin Sumbu Horizontal

Turbin angin sumbu horizontal (TASH) memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara. Turbin berukuran kecil diarahkan oleh sebuah

<sup>[3]</sup> Wikipedia. 2008. Turbin angin. [uhtps://id.wikipedia.org/wiki/Turbin\\_angin](https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin). 20 februari 2017.



baling-baling angin (baling-baling cuaca) yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya menggunakan sebuah sensor angin yang digandengkan ke sebuah servo motor. Sebagian besar memiliki sebuah gearbox yang mengubah perputaran kincir yang pelan menjadi lebih cepat berputar karena sebuah menara menghasilkan turbulensi di belakangnya, turbin biasanya diarahkan melawan arah anginnya menara. Bilah-bilah turbin dibuat kaku agar mereka tidak terdorong menuju menara oleh angin berkecepatan tinggi. Sebagai tambahan, bilah-bilah itu diletakkan di depan menara pada jarak tertentu dan sedikit dimiringkan. Karena turbulensi menyebabkan kerusakan struktur menara, dan realibilitas begitu penting, sebagian besar Turbin Angin Sumbu Horizontal merupakan mesin upwind (melawan arah angin). Meski memiliki permasalahan turbulensi, mesin downwind (menurut arah angin) dibuat karena tidak memerlukan mekanisme tambahan agar mereka tetap sejalan dengan angin, dan karena di saat angin berhembus sangat kencang, bilah-bilahnya bisa ditekuk sehingga mengurangi wilayah tiupan mereka dan dengan demikian juga mengurangi resintensi angin dari bilah-bilah itu.

**a. Kelebihan Turbin Angin Sumbu Horizontal**

Dasar menara yang tinggi membolehkan akses ke angin yang lebih kuat di tempat-tempat yang memiliki geseran angin (perbedaan antara laju dan arah angin antara dua titik yang jaraknya relatif dekat di dalam atmosfer bumi. Di sejumlah lokasi geseran angin, setiap sepuluh meter ke atas, kecepatan angin meningkat sebesar 20%.

**b. Kelemahan Turbin Angin Sumbu Horizontal**

- Menara yang tinggi serta bilah yang panjangnya bisa mencapai 90 meter sulit diangkut. Diperkirakan besar biaya transportasi bisa mencapai 20% dari seluruh biaya peralatan turbin angin.
- Turbin Angin Sumbu Horizontal yang tinggi sulit dipasang, membutuhkan derek yang sangat tinggi dan mahal serta para operator yangampil.



- Konstruksi menara yang besar dibutuhkan untuk menyangga bilah-bilah yang berat, gearbox, dan generator.
- Turbin Angin Sumbu Horizontal yang tinggi bisa memengaruhi radar airport.
- Ukurannya yang tinggi merintangai jangkauan pandangan dan mengganggu penampilan lansekap.
- Berbagai varian downwind menderita kerusakan struktur yang disebabkan oleh turbulensi.
- Turbin Angin Sumbu Horizontal membutuhkan mekanisme control *yaw* tambahan untuk membelokkan kincir ke arah angin.



Gambar 2.10 Turbin Angin Sumbu Horizonstal

## 2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin angin sumbu vertikal/tegak (TASV) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. Turbin Angin Sumbu Vertikal mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah. Dengan sumbu yang vertikal, generator serta gearbox bisa ditempatkan di dekat tanah, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Tapi ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. *Drag* (gaya yang menahan pergerakan sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar. Karena sulit



dipasang di atas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Kecepatan angin lebih pelan pada ketinggian yang rendah, sehingga yang tersedia adalah energi angin yang sedikit. Aliran udara di dekat tanah dan obyek yang lain mampu menciptakan aliran yang bergolak, yang bisa menyebabkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan getaran, diantaranya kebisingan dan *bearing wear* yang akan meningkatkan biaya pemeliharaan atau mempersingkat umur turbin angin. Jika tinggi puncak atap yang dipasangi menara turbin kira-kira 50% dari tinggi bangunan, ini merupakan titik optimal bagi energi angin yang maksimal dan turbulensi angin yang minimal.

#### **a. Kelebihan turbin angin sumbu vertikal**

- Tidak membutuhkan struktur menara yang besar.
- Karena bilah-bila rotornya vertikal, tidak dibutuhkan mekanismenya
- Sebuah Turbin Angin Sumbu Vertikal bisa diletakkan lebih dekat ke tanah, membuat pemeliharaan bagian-bagiannya yang bergerak jadi lebih mudah.
- Turbin Angin Sumbu Vertikal memiliki sudut airfoil (bentuk bilah sebuah baling-baling yang terlihat secara melintang) yang lebih tinggi, memberikan keaerodinamisan yang tinggi sembari mengurangi *drag* pada tekanan yang rendah dan tinggi memberikan keaerodinamisan yang tinggi sembari mengurangi *drag* pada tekanan yang rendah dan tinggi.
- Desain Turbin Angin Sumbu Vertikal berbilah lurus dengan potongan melintang berbentuk kotak atau empat persegi panjang memiliki wilayah tiupan yang lebih besar untuk diameter tertentu daripada wilayah tiupan berbentuk lingkarannya Turbin Angin Sumbu Horizontal.
- Turbin Angin Sumbu Vertikal memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah daripada Turbin Angin Sumbu Horizontal. Biasanya



Turbin Angin Sumbu Vertikal mulai menghasilkan listrik pada 10km/jam (6 m.p.h.)

- Turbin Angin Sumbu Vertikal biasanya memiliki *tip speed ratio* (perbandingan antara kecepatan putaran dari ujung sebuah bilah dengan laju sebenarnya angin) yang lebih rendah sehingga lebih kecil kemungkinannya rusak di saat angin berhembus sangat kencang.
- Turbin Angin Sumbu Vertikal bisa didirikan pada lokasi-lokasi dimana struktur yang lebih tinggi dilarang dibangun.
- Turbin Angin Sumbu Vertikal yang ditempatkan di dekat tanah bisa mengambil keuntungan dari berbagai lokasi yang menyalurkan angin serta meningkatkan laju angin (seperti gunung atau bukit yang puncaknya datar dan puncak bukit)
- Turbin Angin Sumbu Vertikal tidak harus diubah posisinya jika arah angin berubah.
- Kincir pada Turbin Angin Sumbu Vertikal mudah dilihat dan dihindari burung.

**b. Kekurangan Turbin Angin Sumbu Vertikal**

- Kebanyakan Turbin Angin Sumbu Vertikal memproduksi energi hanya 50% dari efisiensi Turbin Angin Sumbu Horizontal karena drag tambahan yang dimilikinya saat kincir berputar.
- Turbin Angin Sumbu Vertikal tidak mengambil keuntungan dari angin yang melaju lebih kencang di elevasi yang lebih tinggi.
- Kebanyakan Turbin Angin Sumbu Vertikal mempunyai torsi awal yang rendah, dan membutuhkan energi untuk mulai berputar.
- Sebuah Turbin Angin Sumbu Vertikal yang menggunakan kabel untuk menyanggahnya memberi tekanan pada bantalan dasar karena semua berat rotor dibebankan pada bantalan. Kabel yang dikaitkan ke puncak bantalan meningkatkan daya dorong ke bawah saat angin bertiup.



Gambar 2.11 Turbin Angin Sumbu Vertikal

### 2.3 Pulley dan Belt<sup>3</sup>

Sabuk atau tali di gunakan untuk mentransmisikan tenaga dari satu poros ke poros lain melalui puli yang mana berputar dengan kecepatan yang sama atau berbeda. Jumlah tenaga yang ditransmisikan tergantung dari beberapa factor:

1. kecepatan pada sabuk
2. kekencangan sabuk pada puli
3. hubungan antara sabuk dan puli kecil
4. kondisi pemakaian sabuk.

Catatan:

- a) Poros harus sejajar untuk menyamakan tegangan tali.
- b) Puli tidak harus terpisah jauh karena sabuk akan menjadi beban pada poros. Ini mengakibatkan gesekan pada bearing.
- c) Panjangnya sabuk cenderung untuk mengayun dari sisi ke sisi menyebabkan sabuk bergerak keluar jalur dari puli yang mana membentuk lengkungan pada sabuk.

<sup>3</sup> Mumu Kumaro. 2008. Sabuk dan Pulli. <http://docslide.net>. 30 Mei 2017



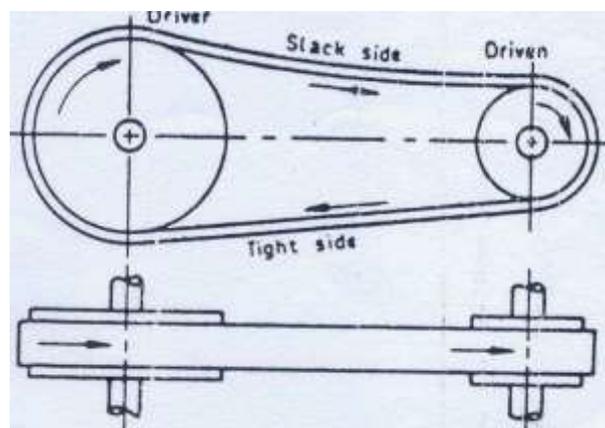
- d) Kekencangan sabuk harus sesuai jadi kelonggaran akan meningkatkan kontak kinerja pada puli.
- e) Untuk memperoleh hasil yang baik dengan sabuk datar, jarak maksimum antara poros tidak boleh melebihi dari 10 meter dan minimum tidak boleh kurang dari 3-5 kali diameter puli terbesar.

### 2.3.1 Jenis gerakan pada sabuk datar

Energi dari suatu puli di transmisikan kemanapun. Berikut jenis gerakan pada sabuk datar:

#### a. Gerakan sabuk terbuka

Gerakan sabuk terbuka ditunjukkan di dalam gambar, jenis ini digunakan diporos Berputar dan paralel yang diatur ke arah yang sama. Ketika memusat jarak antara kedua poros besar, kemudian sisi yang ketat sabuk harus lebih rendah.



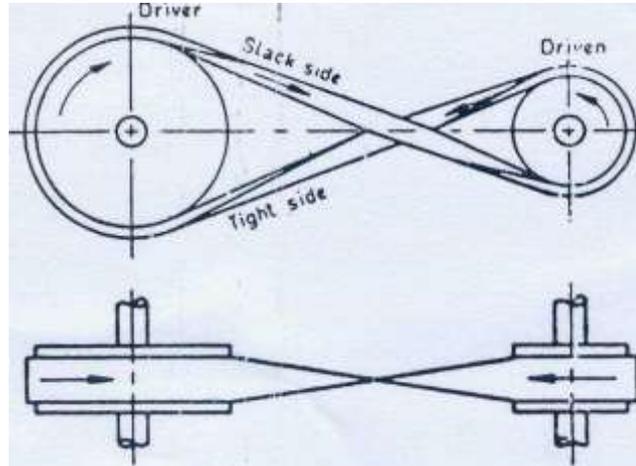
Gambar 2.14 Gerakan Sabuk Terbuka

#### b. Gerakan membelit atau melingkar pada sabuk

Gerakan membelit atau melingkar ditunjukkan di dalam gambar digunakan poros pengatur berputar dan paralel di dalam arah kebalikannya. Tegangan yang kecil akan menunjukkan bahwa pada suatu titik silang sabuk, hal ini akan menggosok melawan terhadap satu sama lain dan di sana akan terjadi kerusakan disebabkan gesekan berlebih dalam rangka menghindari ini, poros harus



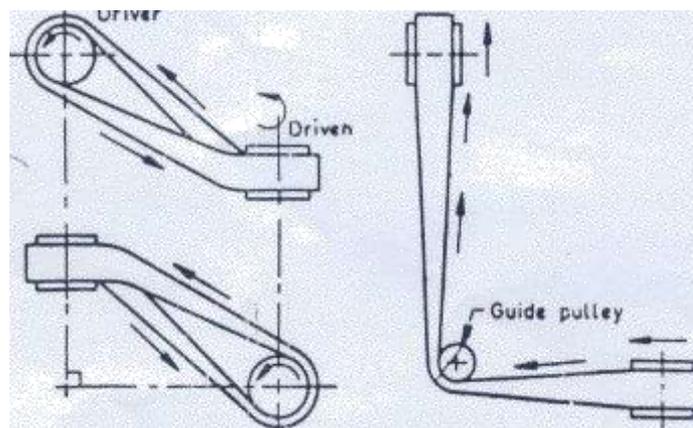
ditempatkan pada suatu jarak yang maksimum  $20b$ , dimana  $b$  menjadikan sabuk melebar dan kecepatan sabuk harus kurang dari  $15\text{m/sec}$ .



Gambar 2.15 Gerakan melingkar pada sabuk

c. Gerakan putaran seperempat sabuk

Gerakan putaran seperempat sabuk ditunjukkan di dalam gambar ,digunakan dengan poros untuk mengatur pada sudut  $90$  derajat dan berputar didalam satu arah. Dalam rangka mencegah sabuk lepas dari puli, maka muka permukaan puli harus lebih besar atau sepadan dengan  $1.4b$ , sabuk  $b$  adalah lebar sabuk.



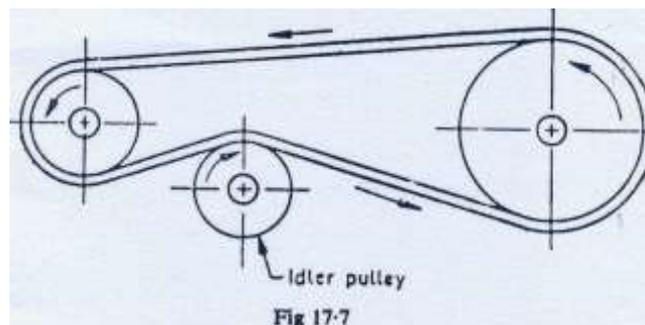
Gambar 2.16 Gerakan putaran seperempat sabuk



Pengaturan puli ditunjukkan pada gambar atau ketika gerakan yang dapat dibalik diinginkan, kemudian seperempat memutar sabuk bergerak dengan rol penyekat.

**d. Gerakan sabuk dengan puli pengarah.**

Gerakan sabuk dengan puli pengarah ditunjukkan didalam gambar 17.7, dengan menggunakan poros yang digunakan untuk pengaturan paralel dan ketika sabuk terbuka tidak adapat digunakan dalam sudut yang kecil dan penghubung pada puli kecil. Pengarah jenis ini disajikan untuk memperoleh perbandingan percepatan tinggi dan ketika tegangan sabuk yang diperlukan tidak bisa diperoleh oleh alat-alat lain.

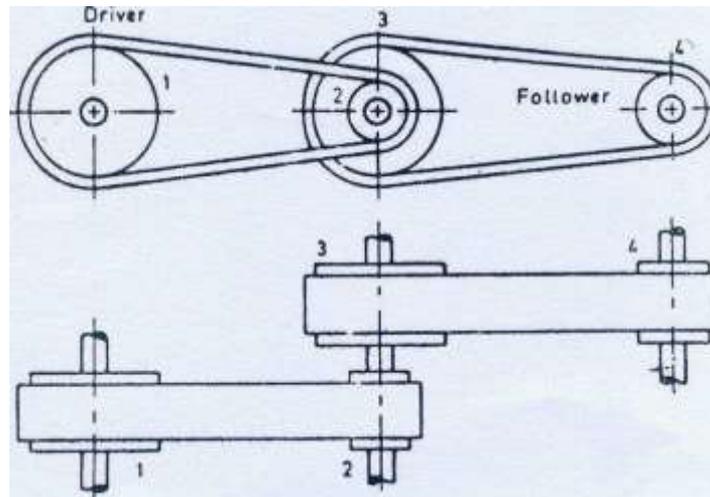


Gambar 2.17 Gerakkan dengan *pulley* pengarah

Ketika itu diinginkan untuk mentransmisikan gerakan dari satu poros ke beberapa poros, semua diatur didalam paralel, suatu sabuk menggerakkan dengan banyak puli.

**e. Gerakan sabuk campuran**

Suatu gerakan sabuk campuran ditunjukkan didalam gambar digunakan ketika energi ditransmisikan dari satu poros ke poros yang lain melalui beberapa puli.



Gambar 2.19 Gerakan sabuk campuran

### 2.3.2 Perbandingan Kecepatan Gerakan Suatu Sabuk

Perbandingan kecepatan gerakan suatu sabuk pengarah dan pengikut .  
Mungkin secara matematis dinyatakan dalam bentuk di bawah ini.:

$d_1$  = diameter pengarah

$d_2$  = diameter pengikut

$N_1$  = kecepatan pengarah di dalam rpm

$N_2$  = kecepatan pengikut di dalam rpm

Panjang sabuk di abaikan dalam gerakan pengarah satu dalam gerakan satu menit.

$$= \pi d_1 N_1 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.3)}$$

Dengan cara yang sama, panjang sabuk diabaikan gerakan pengikut dalam satu menit.

$$= \pi d_2 N_2 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.4)}$$

Karena panjang sabuk diabaikan gerakan pengarah didalam satu menit memadai sama dengan panjang sabuk yang lewat di atas pengikut dalam satu menit

$$\pi d_1 N_1 = \pi d_2 N_2$$



$$\frac{N2}{N1} = \frac{d1}{d2} + \frac{t}{t}$$

$$\frac{N4}{N1} = \frac{d1}{d2} \times \frac{d3}{d4} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

Atau *Velocity ratio*

$$\frac{N2}{N1} = \frac{d1}{d2}$$

..... Persaman (2.6)

atau

$$\frac{\text{kec akhir pergerakan}}{\text{kec awal pergerakan}} = \frac{\text{diameter}}{\text{diameter}} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.8)}$$

## 2.4 Inverter<sup>4</sup>

*Inverter* merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi sebagai pengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan menggunakan metode switching dengan frekuensi tertentu. Switching itu sendiri adalah proses perpindahan antara kondisi *ON* dan *OFF* ataupun sebaliknya. Pencacahan arus DC dengan proses *switching* ini dimaksudkan agar terbentuk gelombang AC yang dapat diterima oleh peralatan/beban listrik AC. Komponen utama yang digunakan dalam proses *switching* sebuah inverter haruslah sangat cepat, sehingga tidak memungkinkan bila digunakan saklar *ON-OFF*, *relay*, kontaktor dan sejenisnya. Akhirnya dipilihlah peralatan-peralatan semi-konduktor yang mampu berfungsi sebagai saklar/pencacah tegangan, selain itu juga mampu melakukan Pengertian *Inverter*.

*Inverter* merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi sebagai pengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan menggunakan metode switching dengan frekuensi tertentu. Switching itu sendiri adalah proses perpindahan antara kondisi *ON* dan *OFF* ataupun sebaliknya. Pencacahan arus DC dengan proses *switching* ini dimaksudkan agar terbentuk gelombang AC yang

<sup>4</sup> Moch. Vicky Dewandha. 2011. Inverter. <http://docslide.net>. 22 April 2017.



dapat diterima oleh peralatan/beban listrik AC. Komponen utama yang digunakan dalam proses *switching* sebuah inverter haruslah sangat cepat, sehingga tidak memungkinkan bila digunakan saklar *ON-OFF*, *relay*, kontaktor dan sejenisnya. Akhirnya dipilihlah peralatan-peralatan semi-konduktor yang mampu berfungsi sebagai saklar/pencacah tegangan, Di sini penulis memberikan contoh *Inverter* dari suatu produk agar memudahkan para pembaca dalam memahami tentang inverter dan spesifikasinya

### 2.4.1 Spesifikasi

Tabel 2.2 Contoh Spesifikasi *Inverter*

ITEM	SP-1000C
OUTPUT POWER	CONTINUOUS POWER 1000W SURGE POWER 2400W
STANDBY CURRENT	DC 12V < 0.4A DC 24V < 0.3A
INPUT VOLTAGE	DC12V : 10V-15V DC24V : 20V-30V
OUTPUT VOLTAGE	AC 100V, 110V, 120V, 220V, 230V, 240V
OUTPUT WAVEFORM	Modified Sine Wave 
EFFICIENCY	> 85%
※ INITIAL CHECKING	AUTO-DETECTING WRONG BATTERY CONT. ex. 12V / 24V
※ OUTPUT REGULATION	± 5% INTELLIGENT PWM
※ OUTPUT FREQUENCY	50Hz, 55Hz, 60Hz CRYSTAL CONTROLLED.
※ COOLING	AUTO-OPERATION FAN
※ OUTPUT SHORT	OUTPUT SHORT CIRCUIT PROTECTION
※ LOW BATTERY	< 10.5V or 21.5V ± 0.5V PRE-ALARM < 9.5V or 20V ± 0.5V SHUT DOWN & ALARM
※ OVER HEATING	> 60°C PRE-ALARM > 65°C SHUT DOWN & ALARM
※ OVER LOAD	> 1050W PRE-ALARM > 1100W SHUT DOWN & ALARM
BATTERY POLARITY REVERSE	BY FUSE
FUSE	DC 12V : 20A * 9PCS DC 24V : 10A * 9PCS
AC OUTLET	2 AC OUTLETS EUROPEAN TYPE : 1 AC OUTLET
※ BATTERY CHARGER	AUTO-INDICATING FULL BATTERY
※ CHARGER CIRCUIT	DC 12V : MAX. 10A DC 24V : MAX. 5A
※ AUTOMATIC SWITCH	AC LINE → INVERTER INVERTER → AC LINE
※ TRANSFER TIME	AC LINE → INVERTER 16ms INVERTER → AC LINE 16ms
DIMENSION (L*W*H)	360*195*80mm
NET WEIGHT	3.8 Kg

Nilai Tambah Inverter Yang Tersedia :

1. *Auto Fan*, Kipas berputar otomatis yang berarti kipas hanya berputar saat komponen *inverter* sedang panas saja. Kipas yang berputar otomatis dikarenakan komponen *inverter* yang lebih kuat atau lebih tahan panas.



sedangkan *inverter* standard kipas berputar tidak otomatis yang berarti selalu saja berputar.

2. *Auto UPS*, Pada saat aki penuh watt dari charger aki yg semula 120 watt maka akan berkurang menjadi 1 watt agar pada saat aki penuh maka pengisian aki akan terputus sehingga aki tidak *overload*, berbeda dengan *inverter* standard yang bisa *overload* dalam pengecasan sehingga memperpendek umur *battery*.
3. *Body/chasing* terbuat dari aluminium, bukan seperti *inverter* biasa yang terbuat dari babet atau besi cor coran. *Body inverter* yang terbuat dari aluminium ini juga berfungsi untuk menahan panas karena *inverter* yang tidak tahan panas menyebabkan *inverter* cepat rusak.
4. Dikarenakan komponen tahan panas maka Pemakaian *ampere* aki tidak terbatas sehingga anda bebas menggunakan ampere berapapun jika anda menginginkan lebih tahan lama, *inverter* 12V dipasang dengan aki 12Volt, amperenya bertambah jika dipasang paralel bukan seri.
5. Kabel standar tembaga asli bukan kabel campuran.
6. *modified sine wave +5% PWM* yang berarti Bisa dipakai untuk pompa air, kulkas, *Air conditioner*, berbeda dengan *modified sine wave* tanpa +5% PWM yg mudah rusak jika digunakan untuk pompa air, kulkas dan air conditioner. Catatan : untuk peralatan motorik seperti Air conditioner, pompa air, kulkas maka membutuhkan tarikan awal sebesar 5-7kali dari watt *inverter*, contoh : *air conditioner* 300watt maka dikalikan 7 yang berarti *inverter* dengan peak power 2100 watt dan anda bisa menggunakan *inverter* 1200 watt karena peak powernya hingga 2400 watt. Kemurnian *efisiensi inverter* sekitar 85% dari watt *inverter* sedangkan +5% PWM bukanlah berarti kemurnian *efisiensi inverter* melainkan PWM pengendali kecepatan motorik.

Dalam *Inverter* terdapat istilah ,diantaranya :

#### 1. *Peak Power*



Peak power adalah daya tarikan awal yang mampu ditahan oleh *inverter*. Contoh *inverter type 500 watt* dan memiliki spesifikasi *peak power* sebesar 1000 watt maka *inverter type 500 watt* ini mampu menarik daya listrik pada saat awal hingga 1000 watt. sehingga peralatan listrik seperti TV, Komputer dll yang membutuhkan tarikan awal besar bisa ditangani oleh *inverter*.

## 2. Efisiensi *Inverter*

Didalam spesifikasi di atas sering tertulis *efficiency*. Disini efisiensi diartikan adalah arus murni yang keluar dari *inverter*. Sebagai contoh, Ada *inverter* dengan efisiensi sebesar 40 % dan *type watt inverter* anda 1000 watt maka anda hanya bisa menggunakan sebesar 400 watt karena memang murninya 40 %. dan jika efisiensinya 85-90% maka anda bisa menggunakannya sekitar 850-900 watt.

## 3. *Inverter Charger*

*Charger current* pada *inverter charger* adalah besarnya arus *ampere* untuk mengecan *battery/aki*. Sebagai contoh, misalnya tertulis *charger current 10 Ah* maka berarti arus pengisian *charger aki* pada *inverter charger* sebesar 10 Ah.

## 2.5 Aki (Accumulator)<sup>5</sup>

Aki ditemukan oleh ahli fisika dari Prancis bernama Gaston Plante pada tahun 1859. Aki atau *Storage Battery* adalah sebuah sel atau elemen sekunder dan merupakan sumber arus listrik searah yang dapat mengubah energy kimia menjadi energy listrik. Aki termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen sekunder. Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. Ketika aki dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapat pada anode (reduksi) dan katode (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anode dan katode tidak ada beda otensial, artinya aki menjadi kosong. Supaya aki dapat dipakai lagi, harus diisi dengan cara mengalirkan arus listrik kearah yang berlawanan dengan arus listrik yang dikelu-

<sup>5</sup> Nasran Hanjani. 2014. Makalah tentan accumulator/aki. <http://nasrahanjani.blogspot.co.id>. 23 April 2017



arkan aki itu. Ketika aki diisi akan terjadi pengumpulan muatan listrik. Pengumpulan jumlah muatan listrik dinyatakan dalam ampere jam disebut tenaga aki. Pada kenyataannya, pemakaian aki tidak dapat mengeluarkan seluruh energy yang tersimpan aki itu. Oleh karenanya, aki mempunyai rendemen atau efisiensi.

Akumulator (accu, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll. Pada mobil yang masih menggunakan teknologi lama, jenis Accu yang banyak digunakan adalah jenis *lead-acid* (accu basah). Accu jenis ini komponennya merupakan gabungan dari beberapa lempengan *timbal* (*Pb*) dan lempengan *oksida* (*PbO<sub>2</sub>*), yang direndam dalam larutan elektrolit yang terdiri dari 35% *asam sulfat* (*H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*) dan 65% *air* (*H<sub>2</sub>O*). Accu mobil pada umumnya menyediakan tegangan sebesar 12 volt. Tegangan ini didapat dengan cara menghubungkan enam *sel galvanik*. Accu tidak lagi bisa menyimpan arus listrik, berarti Accu sudah mulai rusak (soak). Biasanya ditandai dengan bunyi klakson yang melemah, lampu tidak terang, waktu starter mesin jadi lebih panjang, bahkan tidak lagi bisa menggerakkan starter. secara "seri". Setiap sel menyediakan 2,1 volt, jadi apabila di charge penuh, akan menghasilkan 2,1 volt x 6 sel = 12,6 volt. Kondisi Accu, dapat diukur dengan suatu alat yang men-simulasikan besar beban yang masih mampu diterima oleh accu, atau dengan cara sederhana dengan menggunakan *Battery Hydrometer*. Cara penggunaan Hydrometer adalah dengan mencelupkan ujung alat ini pada air Accu, kemudian menyedotnya. Pada saat Accu disetrum (*recharge*), cairan elektrolit akan bereaksi dengan material pada lempengan, dan merubah permukaannya menjadi *lead sulphate*. Pada saat Accu digunakan (*discharge*), akan terjadi reaksi terbalik, yaitu *lead sulphate* akan kembali berubah menjadi bentuk semula yaitu *lead oxide* dan *lead*. Jika mobil digunakan, proses ini akan berulang terus menerus. Tetapi proses ini tidaklah sempurna, karena ada deposit yang terbentuk. Semakin lama, lapisan *deposit Sulfat* akan semakin tebal dan akan mengurangi performanya. Pada ketebalan

---



tertentu, deposit ini akan membuat accu tidak lagi bisa *recharge*, dan accu harus diganti.

### 2.5.1 Jenis - Jenis Aki

Accu atau aki (accumulattor) merupakan salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor, mobil, motor ataupun generator listrik yang dilengkapi dengan dinamo stater. Selain menggerakkan motor starter dan sumber tenaga penerangan lampu kendaraan di malam hari, aki juga menyimpan listrik dan penstabil tegangan serta arus listrik kendaraan. secara umum di pasaran kita mengenal dua jenis aki , aki basah dan aki kering, dan lebih detail lagi jenis - jenis aki sebagai berikut :

#### a. Aki Basah

Hingga saat ini aki yang populer digunakan adalah aki model basah yang berisi cairan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Ciri utamanya memiliki lubang dengan penutup yang berfungsi untuk menambah air aki saat ia kekurangan akibat penguapan saat terjadi reaksi kimia antara sel dan air aki . Sel-selnya menggunakan bahan timbal (Pb).Kelemahan aki jenis ini adalah pemilik harus rajin memeriksa ketinggian level air aki secara rutin. Cairannya bersifat sangat korosif. Uap air aki mengandung hydrogen yang cukup rentan terbakar dan meledak jika terkena percikan api. Memiliki sifat self-discharge paling besar dibanding aki lain sehingga harus dilakukan penyetruman ulang saat ia didiamkan terlalu lama.

#### b. Accu Hybrid

Pada dasarnya aki hybrid tak jauh berbeda dengan aki basah. Bedanya terdapat pada material komponen sel aki . Pada aki hybrid selnya menggunakan low-antimonial pada sel (+) dan kalsium pada sel (-). Aki jenis ini memiliki performa dan sifat self-discharge yang lebih baik dari aki basah konvensional.



**c. Accu Calcium**

Kedua selnya, baik (+) maupun (-) menggunakan material kalsium. AKi jenis ini memiliki kemampuan lebih baik dibanding aki *hybrid*. Tingkat penguapannya pun lebih kecil dibanding aki basah konvensional.

**d. Accu Bebas Perawatan/Maintenance Free (MF)**

Aki jenis ini dikemas dalam desain khusus yang mampu menekan tingkat penguapan air aki. Uap aki yang terbentuk akan mengalami kondensasi sehingga dan kembali menjadi air murni yang menjaga level air aki selalu pada kondisi ideal sehingga tak lagi diperlukan pengisian air aki. Aki jenis ini biasanya terbuat dari basis jenis aki *hybrid* maupun aki kalsium.

**e. Accu Sealed ( aki tertutup)**

Aki jenis ini selnya terbuat dari bahan kalsium yang disekat oleh jaring berisi bahan elektrolit berbentuk gel/selai. Dikemas dalam wadah tertutup rapat. Aki jenis ini kerap dijuluki sebagai aki kering. Sifat elektrolitnya memiliki kecepatan penyimpanan listrik yang lebih baik. Karena sel terbuat dari bahan kalsium, aki ini memiliki kemampuan penyimpanan listrik yang jauh lebih baik seperti pada aki jenis kalsium pada umumnya. Pasalnya ia memiliki self-discharge yang sangat kecil sehingga aki sealed ini masih mampu melakukan start saat didiamkan dalam waktu cukup lama. kemasannya yang tertutup rapat membuat aki jenis ini bebas ditempatkan dengan berbagai posisi tanpa khawatir tumpah. Namun karena wadahnya tertutup rapat pula aki seperti ini tidak tahan pada temperatur tinggi sehingga dibutuhkan penyekat panas tambahan jika ia diletakkan di ruang mesin.

## **2.5.2 Komponen Accumulator**

1. Kotak aki : Berfungsi sebagai rumah atau wadah dari komponen aki yang terdiri atas cairan aki, pelat positif dan pelat negatif berikut separatornya.
2. Tutup aki: Berada di atas, tutup aki berfungsi sebagai penutup lubang pengisian air aki ke dalam wadahnya. Sehingga aki tidak mudah tumpah.



Di aki kering tertentu tidak ada komponen ini. Kalaupun ada tidak boleh dibuka.

3. Lubang ventilasi : Untuk tipe konvensional ada di samping atas dan ada slangnya. Berfungsi untuk memisahkan gas hydrogen dari asam sulfat serta sebagai saluran penguapan air aki. Sedang tipe MF, gas hydrogen dikondisikan lagi menjadi cairan sehingga tidak dibutuhkan lubang ventilasi.
4. Pelat logam: Terdiri dari pelat positif dan negatif. Untuk pelat positif dibuat dari logam timbal preoksida ( $PbO_2$ ). Sedangkan pelat negatif hanya dibuat dari logam timbal ( $Pb$ ).
5. Air aki: Dibuat dari campuran air ( $H_2O$ ) dan asam sulfat ( $SO_4$ ).
6. Separator: Berada di antara pelat positif dan negatif, separator bertugas untuk memisahkan atau menyekat pelat positif dan negatif agar tidak saling bersinggungan yang dapat menimbulkan short alias hubungan arus pendek.
7. Sel: Adalah ruangan dalam wadah bentuk kotak-kotak yang berisi cairan aki, pelat positif dan negatif berikut seperatornya.
8. Terminal aki: Keduanya berada di atas wadah, karena merupakan ujung dari rangkaian pelat-pelat yang nantinya dihubungkan ke beban arus macam lampu dan lainnya. Bagian ini terdiri dari terminal.

### 2.5.3 Reaksi Redoks Pada Aki

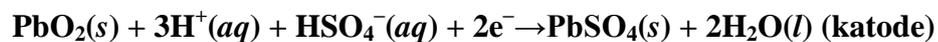
ACCU(mulator) atau sering disebut aki , adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan aki untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus pada dinamo stater kendaraan). Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Di pasaran saat ini sangat beragam jumlah dan jenis aki yang dapat ditemui. Aki untuk mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt, sedangkan untuk motor ada tiga jenis yaitu, dengan tegangan 12 Volt, 9 volt dan ada juga yang bertegangan 6 Volt. Selain itu juga dapat ditemukan pula aki yang khusus untuk



menyalakan tape atau radio dengan tegangan juga yang dapat diatur dengan rentang 3, 6, 9, dan 12 Volt. Tentu saja aki jenis ini dapat dimuati kembali (recharge) apabila muatannya telah berkurang atau habis. Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (dry cells). Alessandro Volta, seorang ilmuwan fisika mengetahui, gaya gerak listrik (ggl) dapat dibangkitkan dua logam yang berbeda dan dipisahkan larutan elektrolit. Volta mendapatkan pasangan logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat membangkitkan ggl yang lebih besar dibandingkan pasangan logam lainnya (kelak disebut elemen Volta). Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah 'disetrum'). Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali. Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel yaitu di dalam aki saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (discharging). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (charging). Jenis aki yang umum digunakan adalah accumulator timbal. Secara fisik aki ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dimasukkan pada larutan asam sulfat encer ( $H_2SO_4$ ). Larutan elektrolit itu ditempatkan pada wadah atau bejana aki yang terbuat dari bahan ebonit atau gelas. Kedua belah pelat terbuat dari timbal (Pb), dan ketika pertama kali dimuati maka akan terbentuk lapisan timbal dioksida ( $PbO_2$ ) pada pelat positif. Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk



tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai isolator (bahan penyekat). Proses kimia yang terjadi pada aki dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu selama digunakan dan dimuati kembali atau 'disetrum'. Pada saat aki digunakan, tiap molekul asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pecah menjadi dua ion hidrogen yang bermuatan positif ( $2H^+$ ) dan ion sulfat yang bermuatan negatif ( $SO_4^-$ ). Tiap ion  $SO_4^-$  yang berada dekat lempeng Pb akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ( $PbSO_4$ ) sambil melepaskan dua elektron. Sedang sepasang ion hidrogen tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida ( $PbO_2$ ), mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk molekul air ( $H_2O$ ). Dari proses ini terjadi pengambilan elektron dari timbal dioksida (sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (sehingga menjadi negatif), yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut. Proses tersebut terjadi secara simultan, reaksi secara kimia dinyatakan sebagai berikut :



Di atas ditunjukkan terbentuknya timbal sulfat selama penggunaan (discharging). Keadaan ini akan mengurangi reaktivitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi lemah (encer), sehingga tahanan antara kutub sangat lemah untuk pemakaian praktis. Sementara proses kimia selama pengisian aki (charging) terjadi setelah aki melemah (tidak dapat memasok arus listrik pada saat kendaraan hendak dihidupkan). Kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat discharging. Pada proses ini, tiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4^-$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada lempeng positif membentuk  $PbO_2$ . Reaksi kimia yang terjadi adalah :

