

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Battery

Lead-acid battery dikenal sebagai Accu atau lebih dikenal dengan aki. *Accu* ditemukan pertama kali di dunia pada tahun 1800 oleh *Alessandro Volta* yang dilahirkan di Como, Italia tahun 1745. Dengan susunan elemen pertama yang dibuatnya, yang disebut sebagai “*voltaic pile*” maka dengan begitu ditemukan pembangkit listrik yang praktis untuk pertama kali. (Imtam Rus Ernawati, Nur Siwi Ismawati 2009 Sejarah, Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional : Jakarta)

Battery adalah alat elektro kimia yang di buat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu – lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang di keluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing – masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses *accu* kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam *accu* (yang disebut pengisian). *Accu* menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus. (Rahmat Hidayat, 2013. *Battery*)

Battery merupakan alat yang digunakan untuk menyimpan sumber energi listrik melalui proses elektro kimia yaitu dari proses kimia dirubah menjadi tenaga listrik (saat proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik dirubah menjadi proses kimia (saat proses pengisian). Arus yang berasal dari *battery* yaitu arus searah atau arus DC. Sedangkan tegangan *battery* yang digunakan adalah sebesar 12 volt. *Battery* memiliki fungsi yang sangat penting bagi kelistrikan. (Juan Prasetyadi, 2017)

2.2 Jenis-Jenis Battery

Menurut **Rahmat Hidayat** (2013). *Battery* juga memiliki tipe dan jenis yang berbeda-beda dalam bentuk dan komponennya. Jenis-jenis *battery* adalah sebagai berikut :

1. *Accu* Basah Konvensional

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



Gambar 1. *Accu* Basah Konvensional
Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

2. *Accu* Hybrid

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



Gambar 2. *Accu* Hybrid

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

3. *Accu* Kalsium

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



Gambar 3. Accu Kalsium

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

4. Accu Bebas Perawatan / Maintenance Free (Mf)

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



Gambar 4. Accu MF (Maintenance Free)

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

5. *Accu* Tertutup

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



Gambar 5. *Accu* Tertutup

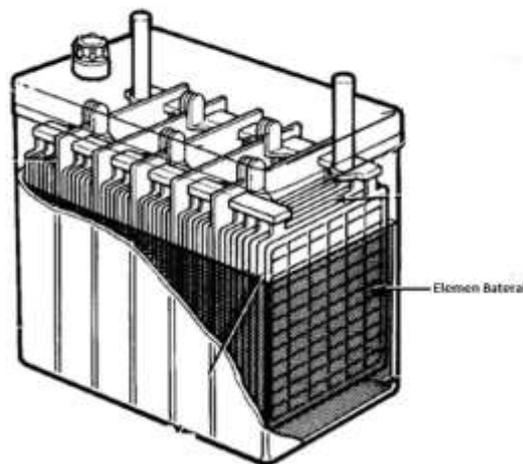
Sumber **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

2.3 Komponen Battery

Menurut **Rahmat Hidayat** (2013). Di dalam *accu* kapal terdapat elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat – plat di buat dari timah atau berasal dari timah. Karena itu tipe *accu* ini sering disebut *accu* timah. Ruangan dalamnya dibagi menjadi beberapa sel (biasanya 6 sel, untuk *accu* kapal) dan di dalam masing masing sel terdapat beberapa elemen yang terendam dalam elektrolit antara lain :

1. Elemen *Battery*

Antara plat – plat positif dan plat – plat negatif masing – masing dihubungkan oleh plat strap (pengikat plat) terpisah. Ikatan plat – plat positif dan negatif ini dipasangkan secara berselang – selang yang dibatasi oleh separator dan fiberglass. Jadi satu kesatuan dari plat, separator dan *fiberglass* disebut elemen *accu*. Penyusunan plat – plat seperti ini tujuannya memperluas singgungan antara bahan aktif dan elektrolit, agar listrik yang dihasilkan besar. Dengan kata lain kapasitas *accu* menjadi besar. Gaya elektromotif (EMP) yang dihasilkan satu sel kira-kira 2,1 - 2,2 V, pada segala ukuran plat. Karena *battery* mempunyai 6 sel yang dihubungkan secara seri , EMP output yang dihasilkan ialah kira – kira 12 Volt-13.2 Volt



Gambar 6. Elemen *Battery*

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

2. Elektrolit

Elektrolit *accu* ialah larutan asam sulfat dengan air sulingan. Berat jenis elektrolit pada aki saat ini dalam keadaan penuh ialah 1,240 atau 1,260 (pada suhu 20° C). Perbedaan ini disebabkan perbandingan antara air sulingan dengan asam sulfat pada masing-masing tipe berbeda. Elektrolit yang berat jenisnya 1,260 mengandung 65% air sulingan dan 35% asam sulfat, sedangkan elektrolit yang berat jenisnya 1,380 mengandung 63% air sulingan dan 37% asam sulfat.

Elektrolit *accu* adalah asam yang kuat, sehingga dapat membakar kulit, mata dan merusak pakaian. Bila elektrolit mengenai kulit atau pakaian, basuhlah segera dengan air, dan netralkan asam dengan campuran soda (**sodium bicarbonate** [NaHCO₃]) dan air. Bila asam mengenai mata, bilaslah dengan air beberapa menit, kemudian hubungilah dokter.



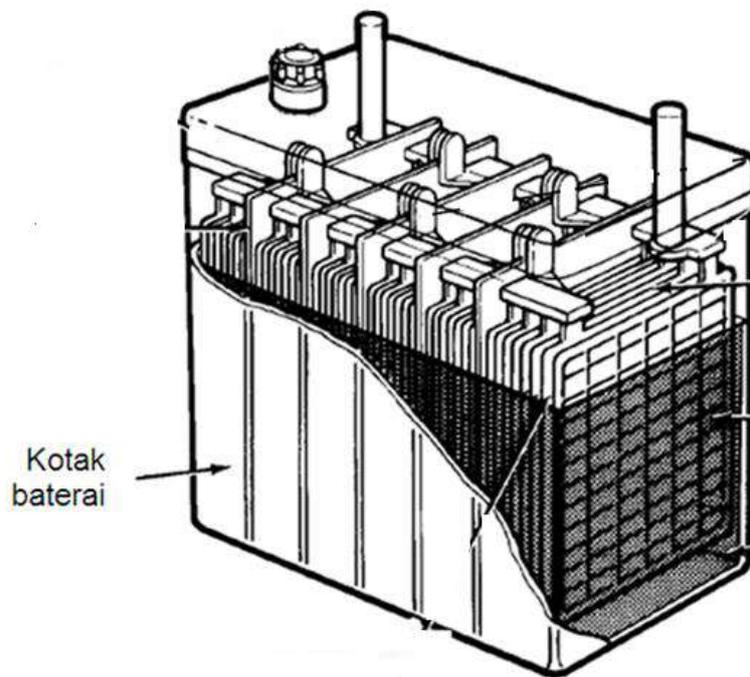
Gambar 7. Cairan Elektrolit untuk *battery*

Sumber. **Budi Arief Rahman**, 2014

3. Kotak *Battery*

Wadah yang menampung elektrolit dan elemen *accu* disebut kotak *accu*. Ruangan dalamnya dibagi menjadi 6 ruangan atau sel. Pada kotak *accu* terdapat garis tanda permukaan atas dan bawah (*upper level* dan *lower level*).

Plat-plat posisinya ditinggikan dari dasar dan diberi penyekat, tujuannya agar tidak terjadi hubungan singkat apabila ada bahan aktif (timah dan lain-lain) terjatuh dari plat.



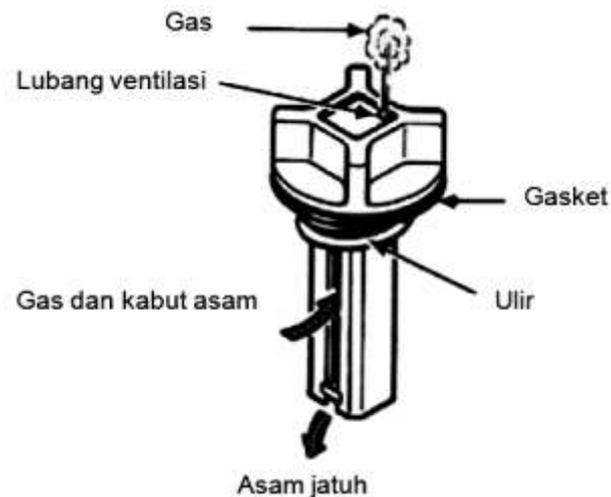
Gambar 8. Kotak *Battery*

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

4. Sumbat Ventilasi

Sumbat ventilasi adalah tutup untuk lubang pengisian elektrolit itu dibuka. Di samping itu untuk mengeluarkan gas hydrogen (yang terbentuk saat pengisian) dan uap asam sulfat di dalam *accu* dengan cara membiarkan gas hydrogen keluar lewat lubang ventilasi sedangkan uap

asam sulfat mengembun pada tepian ventilasi dan menetes kembali ke bawah.



Gambar. 9 Sumbat Ventilasi

Sumber. **Rahmat Hidayat**, 2013. *Battery*

2.4 Pengisian *Battery*

Battery merupakan alat yang digunakan untuk menyimpan sumber energi listrik melalui proses elektro kimia yaitu dari proses kimia dirubah menjadi tenaga listrik (saat proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik dirubah menjadi proses kimia (saat proses pengisian)

Arus yang berasal dari *battery* yaitu arus searah atau arus DC. Sedangkan tegangan *battery* yang digunakan adalah sebesar 12 volt. *Battery* memiliki fungsi yang sangat penting bagi kelistrikan, adapun fungsi dari *battery* antara lain :

1. Sistem kelistrikan darurat navigasi
 - a. Lampu-lampu navigasi : *mose light, anchor light, mast head light, side light.*
 - b. Peralatan Navigasi : RADAR, *Gyro compass, Echo sounder, GPS, NavTex.*
2. Sistem kelistrikan darurat kamar mesin
 - a. Penyalaan (starting) generator darurat
3. Sistem kelistrikan darurat komunikasi dan keselamatan

4. Sistem kelistrikan penerangan darurat umum
(Semua lampu-lampu darurat termasuk lampu ruangan dan lampu gangway)
5. Pintu kedap air
6. Skoci

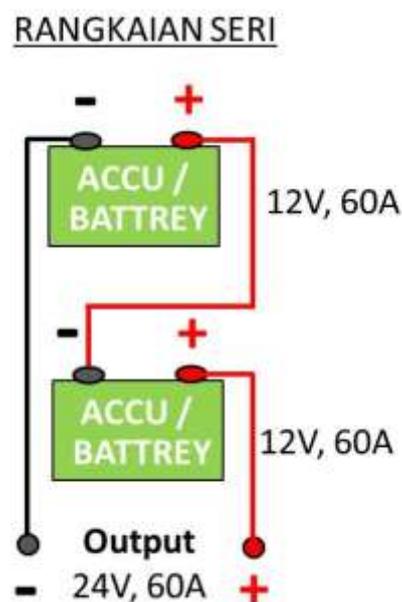
2.5 Fungsi Battery

Menurut **Juan Prasetyadi** (2017). Pengisian arus dialirkan berlawanan dengan waktu pengeluaran isi yang berarti juga bahwa beban aktif dan elektrolit diubah supaya energi kimia battery mencapai maksimum. Ada tiga metode pengisian battery antara lain adalah :

1. Pengisian perawatan (*maintenance charging*) digunakan untuk mengimbangi kehilangan isi (*self discharge*), dilakukan dengan arus rendah sebesar 1/1000 dari kapasitas *battery*. Ini biasa dilakukan pada *battery* tak terpakai untuk melawan proses pensulfatan. Bila *battery* memiliki kapasitas 45 Ah maka besarnya arus pengisian perawatan adalah 45 MA (miliAmpere).
2. Pengisian lambat (*slow charging*) adalah suatu pengisian yang lebih normal. Arus pengisian harus sebesar 1/10 dari kapasitas *battery*. Bila *battery* memiliki kapasitas 45 Ah maka besarnya arus pengisian lambat adalah 4,5 A. Waktu pengisian ini bergantung pada kapasitas *battery*, keadaan *battery* pada permulaan pengisian, dan besarnya arus pengisian. Pengisian harus sampai gasnya mulai menguap dan berat jenis elektrolit tidak bertambah walaupun pengisian terus dilakukan sampai 2 - 3 jam kemudian.
3. Pengisian cepat (*fast charging*) dilakukan pada arus yang besar yaitu mencapai 60 - 100 A pada waktu yang singkat kira-kira 1 jam dimana *battery* akan terisi sebesar tiga per empatnya. Fungsi pengisian cepat adalah memberikan *battery* suatu pengisian yang memungkinkannya dapat menstarter motor yang selajutnya generator memberikan pengisian ke *battery*

2.6 Pengaplikasian Battery Secara Seri Dan Paralel

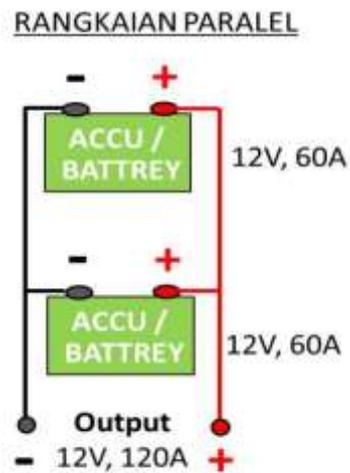
Budi Kiswoyo (2017). Cara pemasangan *accu* secara seri dan paralel, pada dasarnya pada mobil menggunakan sumber listrik dengan arus dc yang dihasilkan alternator dan ditampung oleh *accu* muatan listrik dari alternator tersebut. Rangka listrik terdiri dari rangkaian seri, paralel dan gabungan seri paralel, pada kendaraan yang paling banyak digunakan adalah rangkaian seri dan paralel.



Gambar 10. Rangkaian *Battery* Secara Seri
 Sumber. **Bondan Irfan**, 2015. Rangkaian Seri dan Paralel *Accu*

Jika beberapa *accu* atau *battery* dihubungkan secara seri seperti terlihat gambar diatas maka total jumlah nilai *voltage* adalah hasil penjumlahan *voltage* masing-masing *battery* atau *accu*. Contoh diatas adalah 1,5volt +1,5 volt +1,5 volt +1,5 volt adalah 6 volta adalah tegangan total *battery* 1,5 volt yang disambung seri sebanyak 4 buah. Dan *accu* yang masing – masing memiliki tegangan 12 volt yang di rangkai secara seri, maka hasil out put tegangan total adalah menjadi 24 volt ata untuk mendapatkan tegangan 24 volt pada rangkaian *battery* 12 volt adalah menyambungnyanya secara seri sebanyak 2 buah *accu / battery*.

Pada rangkaian seri memiliki tegangan lebih besar dan memiliki kapasitas arus yang sama dengan kapasitas arus satu accu.



Gambar 11. Rangkaian *Battery* Secara Paralel

Sumber. **Bondan Irfan**, 2015. Rangkaian Seri dan Paralel *Accu*

Pada gambar rangkaian paralel *accu* di atas, jika beberapa *accu* memiliki tegangan atau *voltage* yang sama di hubungkan secara paralel maka tegangan yang di keluarkan adalah tegangan yang sama dengan satu *accu*, tetapi memiliki kapasitas arus listrik berlipat ganda sesuai jumlah banyak *accu* yang di gabungkan secara paralel tersebut.

kelebihan paralel *accu* adalah Kapasitas jumlah arus listrik yang tersedia lebih banyak, Contoh ketika menggunakan inverter untuk penerangan listrik atau menyalakan lampu. Jika menggunakan satu *accu*, daya *accu* akan habis selama kurang lebih 2 jam, tetapi dengan menambah lagi satu *accu* dan di pasang secara paralel, maka daya *accu* akan habis kurang lebih selama 4 jam.

Kesimpulannya untuk menggabungkan *accu* secara paralel yaitu, terminal *accu* bagian positif di hubungkan dengan terminal *accu* bagian positif, dan terminal *accu* bagian negatif di hubungkan dengan terminal *accu* bagian negatif, berlaku untuk semua jenis ukuran dan kapasitas *voltage accu*.

2.7 Pemeliharaan *Battery* Diatas Kapal

Battery diatas kapal adalah hal yang sangat penting karena merupakan sumber cadangan Listrik satu satunya dalam keadaan emergency pada saat dimana semua sumber listrik di kapal tidak berfungsi dan oleh sebab itu fungsi *battery* dalam keadaan ini sangatlah penting sekali.

Dan sudah seharusnya *battery* ini harus diijaga dan dirawat dengan baik agar selalu dapat berfungsi setiap saat manakala diperlukan.

Instalasi *battery* juga dipergunakan untuk keperluan biasa seperti penggunaan Low Voltage DC untuk peralatan peralatan tertentu.

Ada 2 (dua) jenis *battery* yang biasa di pergunakan diatas kapal, yaitu :

- a. *Lead Acid type*.
- b. *Alkaline type*.

1. *Lead Acid battery*

Lead Acid battery disusun dari beberapa seri Cell cell.

Satu cell berisi kandungan yang terdiri dari kutub Positif yaitu *Peroxide* dan kutub *negative* yaitu Plate dan kedua kutub tersebut sama sama dibenamkan pada larutan Sulphuric Acid atau yang biasa disebut larutan " *Electrolite* ".

Dan bila ke dua kutub ini dihubungkan dengan seutas kabel maka akan timbul beda potential atau *voltage* sehingga aruspun timbul dan mengalir.

Secara inisial *voltage* yang timbul adalah sebesar 2,2 V, dan *voltage* yang tetap sebenarnya

adalah 2 V dan jika jumlah cell nya adalah 6 serta dihubungkan secara seri maka akan dibangkitkan *voltage* sebesar 12 Volt.

Dalam keadaan kondisi terisi *battery* mengandung *Lead*, *Lead Peroxida* dan Sulphuric Acid sedangkan dalam keadaan *battery* sedang di pakai atau dipergunakan yang berarti mengeluarkan tenaga *electric*, *Lead Peroxide* dan *Lead* berubah menjadi *Lead Sulphate* dan air.

2. *Alkaline battery*

Cell dasar dari *Battery* jenis Alkaline adalah terdiri dari *Nikel Hydroxida* pada kutub positif dan Cadmium serta Besi pada kutub Negatif dan kemudian direndam atau di benamkan dalam larutan *Pottasium Hydroxida*. Tegangan yang ditimbulkan adalah sebesar 1.4 Volt dan dalam sebuah group yang terdiri dari 5 Cell yang dihubungkan secara seri akan membangkitkan tegangan kurang lebih sebesar 7 Volt. Dalam keadaan terisi kutub positif adalah *Nickel Hydroxida* dan pada kutub negatif adalah *Cadmium*. Selama dalam proses pengisian *Oxygen* yang di transfer dari satu kutub ke kutub yang lain tidak akan mempengaruhi *specific gravity* dari larutan *Pottasium Hydroxida*, Kutub Negatif menjadi *Cadmium Oxida* dan kutub positif adalah *Nickel Hydroxida* dengan mengisi *battery* akan menyebabkan *Oxygen* pindah menuju kesisi kutub positif. Pilihan manakah yang terbaik antara *Battery* dengan type *Acid battery* ataukah *Alkaline* tipe untuk penggunaan di atas kapal guna memenuhi berbagai keperluan permesinan ?

Itu tergantung pada keuntungan dan kerugian yang timbul dengan pemilihan penggunaan salah satu dari 2 tipe *battery*.

Keuntungan keuntungan dari pemilihan *Lead Acid Battery* ialah :

a. *Acid battery*

memerlukan lebih sedikit Cell untuk mencapai tegangan atau *Voltage* yang diperlukan jelas hal ini adalah hal yang menguntungkan karena *cost* yang dikeluarkan akan lebih hemat , akan tetapi life timenya terbatas karena sangat singkat.

1. Pengisian memerlukan waktu dan perhatian yang serius dan harus selalu dalam keadaan kondisi *Fully Charge* dalam keadaan tidak di *charge* untuk waktu yang lama. *Lead Acid battery* agak riskan dengan terjadinya kerusakan.

b. *Alkaline Battery*

Alkaline battery tidak memerlukan pengawasan yang khusus walaupun ditinggal dalam waktu lama.

1. Harga *relative* lebih mahal karena hanya memerlukan sedikit perhatian.
2. Jumlah Cell lebih banyak sehingga harga agak lebih mahal.

Tetapi pada dasarnya kedua jenis *battery* untuk keperluan diatas kapal adalah sama yaitu sebagai sumber penyimpanan tenaga listrik untuk keperluan *emergency* sehingga *battery* ini beserta kompartemennya harus diberi perhatian yang khusus antara lain:

1. *Battery Room* harus selalu dalam keadaan bersih, kering dan tidak terdapat kebocoran cairan elektrolit.
2. Jadwal Pengisian *battery* harus dilakukan sesuai jadwal dan sesuai hasil pemantauan .
3. *Plan Maintenance System* harus diterapkan dengan baik terhadap instalasi *Battery*.
4. *Visual Inspection* harus dilakukan secara berkala.
5. *Function Test* juga harus dilakukan secara berkala.
6. Pengukuran dengan mempergunakan Ammeter secara berkala harus dilakukan untuk memastikan performance dari *battery*.
7. Pengukuran ketinggian / level elektrolit dari *battery* harus di pantau sesuai jadwal pemeriksaan.

28. Prinsip Kerja Accu/Akumulator :

Prinsip kerja accu, pada saat *accu* dipakai, kedua elektrodanya perlahan-lahan akan menjadi timbal sulfat. Hal itu disebabkan, kedua elektrode bereaksi dengan larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut, elektrode timbal melepaskan banyak electron. Akibatnya, terjadi aliran arus listrik dari pelat timbal dioksidanya. Setelah beberapa lama dipakai, akhirnya kedua elektrode tertutup oleh timbal sulfat. Sehingga diantara keduanya tidak ada lagi beda potensial. Keadaan tersebut disebut, *accu*-nya *soak/mati*. Dalam *accu* terdapat elemen dan sel untuk penyimpan arus yang mengandung asam sulfat (H_2SO_4). Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif terkandung oksid timah coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb). Pelat-pelat ditempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar disekeliling pelat. Bila ketiga unsur kimia ini berinteraksi, munculah arus listrik.

Cara Kerja Akumulator :

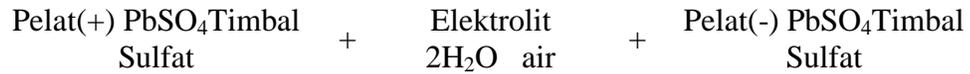
1. Pada saat pemakaian



Perubahan Kimia Pada Saat Pelepasan Muatan Listrik

Accu memberikan aliran listrik jika dihubungkan dengan rangkaian luar misalnya, lampu, radio dan lain-lain. Aliran listrik ini terjadi karena reaksi kimia dari asam sulfat dengan kedua material aktif dari plat positif dan plat negatif. Pada saat pelepasan muatan listrik terus menerus, elektrolit akan bertambah encer dan reaksi kimia akan terus berlangsung sampai seluruh bahan aktif pada permukaan plat positif dan negatif berubah menjadi timbal sulfat. Jika *accu* tidak dapat lagi memberi aliran listrik pada voltage tertentu, maka *accu* tersebut dalam keadaan lemah arus (*soak*).

2. Pada saat pengisian



Perubahan Kimia Pada Saat Pengisian Muatan Listrik.

pada proses pengisian muatan listrik, kembali terjadi proses reaksi kimia yang berlawanan dengan reaksi kimia pada saat pelepasan muatan. Timbal peroksida terbentuk pada plat positif dan timbal berpori terbentuk pada plat negatif, sedangkan berat jenis elektrolit akan naik, karena air digunakan untuk membentuk asam sulfat. Accu kembali dalam kondisi bermuatan penuh. Jadi secara sederhana cara kerja dari accu adalah berubahnya reaksi kimia antara aktif material (Pb, PbO, PbSO₄) dan media elektrolit (larutan asam sulfat atau H₂SO₄) yang menimbulkan beda potensial antara kutub positif dan negatif sehingga menghasilkan arus listrik sampai batas waktu tertentu.

