

## PEMILIHAN SYSTEM CHARGING UNTUK MENCEGAH DEGRADASI RAGAM BATTERY

Yusnita

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSB

### ABSTRAK

Sumber listrik terdiri dari sumber arus bolak-balik atau AC (Alternating Current ) dan sumber listrik arus searah atau DC (Direct Current). Contoh untuk sumber listrik AC lazim digunakan untuk rumah tangga berupa 1 fasa dengan tegangan 220 Volt dengan daya 400 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA dan seterusnya, atau dengan daya lebih besar 6600 VA atau lebih dengan menggunakan system 3 fasa. Untuk penggunaan daya lebih besar dari 240 kVA maka penggunaan tegangan menengah dilakukan pada pelanggan tersebut. Adapun untuk sumber listrik DC lazim digunakan battery atau accumulator atau sering disebut aki, selain kapasitor elektrolit. Aplikasi sumber DC ini seperti untuk UPS (Uninterrupted Power Supply), lampu emergency, aki mobil, diesel starter, Power bank Pembangkit Listrik Tenaga Surya), power supply untuk relay proteksi, netbook, laptop dll.

Berbeda dengan sumber listrik AC yang harus dihabiskan oleh beban tanpa bisa adanya system penyimpanan, maka sumber listrik DC bisa menyimpan arus listrik untuk dipergunakan saat diperlukan, selain sebagai back up power maupun power system emergency. Pada masing-masing penggunaan beban, kapasitas battery, tegangan battery maupun tegangan nominal battery sangat menentukan akan kualitas system kelistrikan beban yang disesuaikan dengan tipe beban tersebut. Parameter battery tersebut meliputi system charging (pengisian aki) dan system discharging (pelepasan muatan aki). Sebagai contoh untuk pengisian arus yang sama dengan kapasitas Ah yang sam untuk jenis aki basah dan aki kering akan sangat menyebabkan tingkat kerusakan (degradasi) yang berbeda. Semakin becar arus pengisian pada battery basah (lead acid) menyebabkan umur battery semakin pendek. Sebagi contoh untuk aki mobil dengan system pengisian (charging) yang besar , umur akinya hanya 3 bulan, sedang untuk arus pengisian standard , umur akinya bisa 4 tahun. Oleh karenanya jenis aki dan pemilihan system charging sangat mempengaruhi tingkat degradasi pada aki tersebut.

*Kata Kunci : Battery, charging, degradasi*

### PENDAHULUAN

Penggunaan battery sudah sangat meluas untuk perangkat elektronik baik personal maupun skala industry. Dalam banyak kasus umur battery bervariasi dengan perangkat elektronik sama merk, tipe dan kapasitasnya. Dalam contoh nyata kehidupan sehari-hari adalah battery untuk sebuah mobil. Ada yang berumur pendek dan panjang dengan jarak pemakaian yang sama. Setelah dilakukan cheching secara seksama terdapan arus pengisian yang berbeda. Kasus ini juga terdapat pada UPS, laptop dan peralatan elektronik lainnya

Tujuan penulisan ini meliputi hal-hal inovatif yang bisa diaplikasikan di lapangan dengan target antara lain adalah :

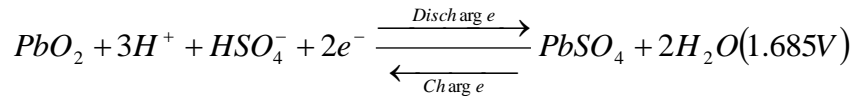
- a. Mengetahui system charging battery
- b. Mengetahui ragam jenis battery
- c. Mengetahui parameter charging dan pengaruhnya.
- d. Sistem pemeliharaan battery dari sis cara charging battery

### *Jenis Baterai Lead-Acid*

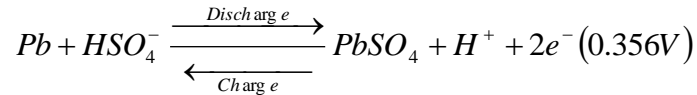
Baterai lead-acid adalah suatu alat yang memanfaatkan reaksi kimia untuk menyimpan energi listrik. Baterai lead-acid memanfaatkan kombinasi dari pelat timah (lead) dan elektrolit asam sulfat encer (acid) untuk mengubah energi listrik menjadi energi potensial kimia dan mengubahnya kembali menjadi energi listrik. Proses dari energi potensial kimia menjadi energi listrik atau pelepasan muatan listrik disebut proses discharging,

Sedangkan proses dari energi listrik menjadi energi potensial kimia atau pemasukan muatan disebut charging

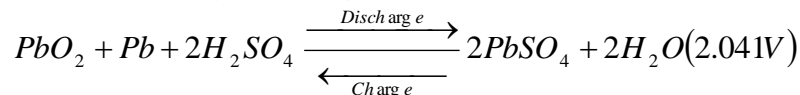
Reaksi kimia dari Proses *Charge-Discharge* pada sisi positif elektroda



Reaksi kimia dari Proses *Charge-Discharge* pada sisi negatif elektroda



Reaksi kimia dari Proses *Charge-Discharge* untuk keseluruhan sel



Secara umum terdapat dua macam baterai yang dibuat manufaktur berdasarkan siklus, yaitu :

1. baterai *Starting*;
2. baterai *Deep-cycle*

Baterai *Starting* dibuat untuk memungkinkan penyalaan mesin atau *starting engine*. Baterai *starting* memiliki banyak pelat tipis yang memungkinkan untuk melepaskan energi listrik yang besar dalam waktu yang singkat. Baterai *starting* tidak dapat dipaksa untuk melepaskan energi listrik terlalu besar dalam selang waktu yang panjang, karena konstruksi pelat-pelat yang tipis akan cepat rusak pada kondisi tersebut.

Baterai *Deep-Cycle* dibuat dengan pelat lebih tebal yang memungkinkan untuk melepaskan energi listrik dalam selang waktu yang panjang. Baterai *deep cycle* tidak dapat melepaskan energi listrik secepat dan sebesar baterai starter, tetapi baterai ini dimungkinkan untuk dapat menyalakan mesin. Semakin tebal pelat baterai semakin panjang usia baterai yang diharapkan.

Berat suatu baterai merupakan salah satu indikator dari pelat yang digunakan dalam suatu baterai. Semakin berat suatu baterai untuk ukuran grup yang sama akan semakin tebal pelat baterai tersebut, dan semakin tahan terhadap pelepasan energi listrik secara berlebihan. Kontener baterai dibuat dalam beberapa macam konfigurasi:

1. *Flooded Cell*
2. *Sealed Cell/Valve Regulated Lead Acid (VRLA)*

*Flooded Cell* adalah desain kontener baterai, dimana elektrolit bebas tersedia dalam jumlah berlebih dan produk hasil elektrolisa air (gas  $H_2$  dan  $O_2$ ) dapat dikeluarkan secara bebas melalui ventilasi. Kontener baterai *Flooded Deep Cycle* atau *Flooded Starter* biasanya mempunyai penutup sel yang memungkinkan untuk menambah air aki yang hilang karena terbentuknya Hidrogen dan Oksigen pada proses charging/pengisian. *Flooded Cell* dimungkinkan untuk melakukan penambahan air yang hilang karena elektrolisa. *Flooded Battery* juga dikenal dengan nama *Vented Cell*

*Sealed Cell* adalah desain kontainer yang tertutup rapat dan dilengkapi dengan sebuah valve/ katub, yang akan terbuka jika tekanan gas hasil elektrolisa air melebihi suatu harga tekanan tertentu, untuk melepaskan gas keluar kontener. Kontener jenis ini lebih dikenal dengan *VRLA (Valve Regulated Sealed Lead Acid)*. Kontener Baterai *VRLA* tidak mempunyai penutup sel, dan bekerja pada tekanan konstan 1 sampai 4 psi. Tekanan ini akan membantu mengembalikan 99% Hidrogen dan Oksigen yang terbentuk pada proses charging/pengisian untuk kembali menjadi air. Jadi pada baterai *VRLA* tidak memungkinkan untuk dilakukan penambahan air. Jenis *VRLA* yang paling umum digunakan adalah *Gelled VRLA* dan *AGM VRLA*

### ***Tegangan Baterai***

Sel baterai adalah komponen individu terkecil dari sebuah baterai yang terdiri dari kontener dimana di dalamnya terdapat pelat timah dan tempat elektrolit bereaksi. Tegangan sel berkisar antara 2,12 volt pada kondisi baterai penuh sampai dengan 1,75 volt pada kondisi baterai kosong. Semua baterai lead-acid beroperasi berdasarkan reaksi kimia yang sama. Pada saat baterai mengeluarkan arus listrik/discharge, komponen aktif pada elektroda ( $PbO_2$  pada elektroda positif, dan Pb pada elektroda negatif) bereaksi dengan Asam Sulfat untuk membentuk Garam Sulfat dan Air. Sedangkan pada saat pengisian listrik/charge, garam sulfat pada kedua elektroda berubah kembali menjadi  $PbO_2$  pada elektroda positif, Pb pada elektroda negatif serta ion sulfat ( $SO_4$ ) kembali menjadi asam sulfat. Tegangan nominal baterai bergantung pada jumlah sel yang dirangkai secara seri. Jadi baterai dengan tegangan nominal 12 volt tersusun secara seri dari 6 buah sel.

### ***Kapasitas Baterai***

Kapasitas suatu baterai dinyatakan dalam *Ampere hour (Ah)* atau Amper-Jam, yang merupakan suatu ukuran seberapa besar energi listrik yang dapat disimpan pada suatu tegangan nominal tertentu. Kapasitas suatu baterai bersifat aditif jika baterai dihubungkan secara paralel. Jika tiga baterai dengan tegangan 12 volt dan kapasitas 100Ah dihubungkan *secara seri*, maka tegangan akan menjadi 36 volt sedangkan kapasitas tetap 100Ah (3600 watt-hour). Jika tiga baterai dengan tegangan 12 volt dan kapasitas 100Ah dihubungkan *secara paralel*, maka tegangan akan tetap 12 volt sedangkan kapasitas menjadi 300Ah (3600 watt-hour).

Karena baterai dalam proses pengisian dan pelepasan energinya bergantung pada reaksi kimia, maka kapasitas yang tersedia (*available capacity*) relatif terhadap kapasitas total akan bergantung kepada seberapa cepat pengisian dan pelepasan dilakukan, dimana keduanya merupakan reaksi-reaksi kimia yang berbeda arahnya. Kapasitas total/kapasitas nominal biasanya diberi tanda C, yang merupakan ukuran seberapa besar energi yang dapat disimpan dalam baterai. Kapasitas yang tersedia biasanya lebih kecil dibanding dengan kapasitas total.

Umumnya kapasitas Amper-hour dari suatu baterai diukur pada suatu laju pengeluaran yang akan menyebabkan baterai habis/ kosong dalam 20 jam. (atau laju C/20 atau 0,05C). Jika dilakukan pelepasan pada laju lebih besar dari C/20, akan didapatkan kapasitas tersedia yang lebih kecil dari C total. Selain laju C/20, kapasitas nominal kadang-kadang dinyatakan dalam C/10, C/100 dan lainnya, tergantung pada laju dimana baterai akan digunakan.

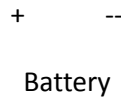
### ***Siklus Baterai***

Cycle atau Siklus, merupakan suatu interval yang meliputi satu perioda pengisian dan satu perioda pelepasan. Idealnya baterai selalu diisi/charge sampai dengan 100% SOC selama perioda pengisian pada tiap siklus. Sementara baterai dihindarkan digunakan atau discharge sampai dengan 0% SOC. Suatu baterai dengan siklus dangkal atau Shallow Cycle dirancang hanya untuk melakukan pelepasan/discharge sebesar 10-25% DOD dari kapasitas total pada tiap siklusnya. Sedangkan baterai siklus dalam atau Deep-Cycle dirancang untuk dapat melakukan pelepasan/discharge sampai dengan 80% DOD dari kapasitas total pada tiap siklusnya. Usia baterai jenis deep cycle, sangat dipengaruhi besarnya DOD pada tiap siklus. Semakin besar DOD akan semakin kecil jumlah siklus yang dapat dilalui baterai tersebut.

## **METODA PENELITIAN**

Membuat aplikasi battery dan system charging akan menjadikan penelitiannya sangat menarik karena menyangkut parameter-parameter ukr battery yang spesifik. Untuk charging yang dipilih adalah charging automatic jenis floating dengan titik adjustment disesuaikan jenis battery. Secara garis besar letak posisi Charger dalam system charging battery mempunyai rangkaian sbb :

### Battery Charger



#### Gambar 1. Sistem Charging Battery

Charger battery bisa disetel tegangannya atau sering disebut adjustment dengan arus pengisian maksimum 20 ampere dengan tegangan nominal battery 12 volt. Baterai menyimpan energi listrik yang dihasilkan charger dan baterai akan mengeluarkan kembali energi listrik pada saat discharging.

#### Tahap Charging

Pada dasarnya setiap rangkaian charging terdiri dari 3-4 tahap pengisian yaitu: bulk, absorption, equalization dan float.

#### Bulk Charging

Tahap ini adalah dimana arus charging konstan, sementara tegangan baterai meningkat. Pada tahap ini dapat dilakukan pengisian arus yang dikehendaki asal tidak melebihi dari 20% rating kapasitas Ah baterai, sehingga tidak akan terjadi overheating.

#### Absorption Charging

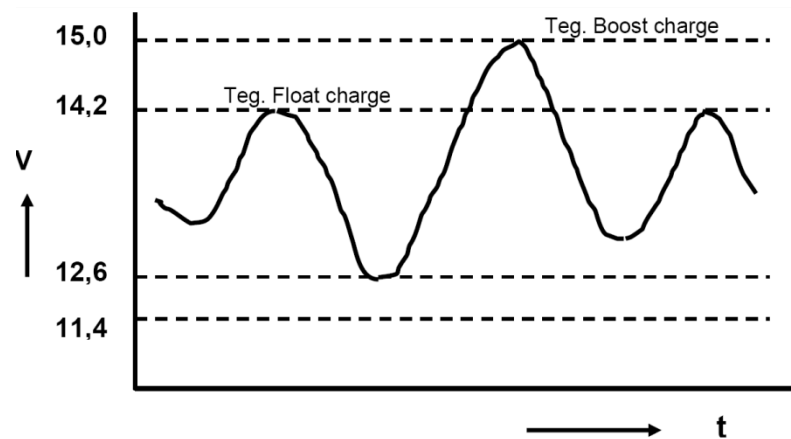
Tahap absorption charging adalah tahap dimana tegangan charger konstan, sementara arus charging menurun sampai baterai mencapai tahap fully charged, atau penuh atau 100% SOC. Indikasi ini diketahui manakala arus pengisian turun hingga mencapai 1% dari rating kapasitas Ah. Contohnya, jika kapasitas Baterai 100 Ah maka arus pengisian akhir atau final charging current nya adalah 1 amper.

#### Equalization /Boos Charging

Tahap ini adalah tahap pengisian berlebih yang terkendali (5% overcharge), dimaksudkan untuk menyeimbangkan tegangan sel dan specific gravity di dalam baterai. Keseimbangan dapat tercapai akibat dinaikkannya tegangan pengisian sampai ke level tertentu selama beberapa saat. Ekualisasi akan memulihkan gejala-gejala kerusakan seperti stratifikasi, yaitu terkonsentrasinya asam di bagian bawah baterai, ataupun sulfasi yaitu terbentuknya kristal sulfat secara berlebihan dibagian pelat aktif. Tahap ekualisasi ini dilakukan pada interval waktu tertentu saja dapat dilakukan sekali sebulan sampai dengan setahun sekali, setelah 10 sampai 100 deep-cycle bergantung pada rekomendasi dari pihak manufaktur baterai. Ekualisasi wajib dilakukan bila hasil pemantauan specific gravity sel menunjukkan perbedaan lebih dari 0,03.

#### Float Charging

Tahap Float Charging adalah tahap pengisian dimana tegangan charging diturunkan dan dijaga konstan dalam tempo yang tak berhingga, dengan maksud menjaga agar baterai selalu dalam kondisi sehat (100% SOC). Berikut adalah tabel yang menggambarkan panduan pengisian baterai sebagai fungsi dari kapasitasnya yang dinyatakan dalam reserve capacity. Panduan ini dapat digunakan untuk menentukan besarnya bulk charging current untuk masing-masing baterai sesuai dengan kapasitasnya.



Gambar 2. Tahapan Charging

### **Mekanisme Kerusakan/Degradasi Baterai**

Terdapat empat mekanisme degradasi/kerusakan utama yang dapat terjadi pada baterai yang dioperasikan dalam system tenaga surya:

1. Softening
2. Korosi grid
3. Sulfasi
4. Stratifikasi

#### **Softening**

Jika baterai dioperasikan dalam siklus charge-discharge yang berulang-ulang, akan terjadi variasi volum (mengembang dan menyusut) dari komponen aktif pada pelat, variasi volum ini akan menyebabkan perubahan pada sifat-sifat bahan seperti daya kohesi, distribusi kristal dan ukuran kristal. Perubahan-perubahan ini menyebabkan lemahnya ikatan antar kristal timah oksida sehingga terjadi softening atau rapuhnya komponen aktif. Konsekuensi pertama perubahan diatas adalah kehilangan kapasitas, akibat berkurangnya butiran komponen aktif yang ikut dalam reaksi kimia.

Akibat yang paling ekstrim adalah jika tidak adanya ikatan lagi antara bahan komponen aktif dengan grid, sehingga komponen aktif lepas dan jatuh ke dasar kontener. Proses ini dikenal juga dengan "shedding"

#### **Korosi Grid**

Jika baterai lead-acid dalam kondisi bertegangan tinggi (saat akhir Charge atau Overcharge), oksigen yang terbentuk pada pelat positif cenderung untuk membentuk lapisan oksigen di antar muka grid dengan komponen aktif, sehingga grid teroksidasi membentuk lapisan korosi (karat). Lapisan korosi yang sama juga terjadi jika baterai dibiarkan dalam keadaan rangkaian terbuka untuk waktu yang lama.

Lapisan korosi bersifat resistif (tahanan) yang akan mempengaruhi penyaluran arus listrik hasil reaksi melalui grid. Konsekuensi dari adanya lapisan korosi ini diantaranya adalah, meningkatnya tahanan internal baterai, berkurangnya daya serap muatan listrik, menurunnya kapasitas baterai, serta menjadi rapuhnya grid.

#### **Sulfasi**

Kristal *lead-sulphate* terbentuk selama proses discharge dari baterai akibat reaksi antara timah dengan asam-sulfat. Jika baterai dидiamkan pada keadaan SOC yang rendah, suatu proses rekristalisasi dari lead sulphate terjadi yang disebut dengan sulfasi, dan mempengaruhi karakteristik baterai. Kristal lead sulphat pada pelat positif dan negatif menjadi bertambah besar, dan cenderung memisahkan diri dari komponen aktif, sehingga sulit untuk diuraikan kembali menjadi komponen aktif dan asam sulfat saat dilakukan charging. Konsekuensi dari proses ini adalah berkurangnya kapasitas baterai karena berkurangnya komponen aktif,

### Stratifikasi Elektrolit

Stratifikasi elektrolit dalam baterai adalah terjadinya perbedaan konsentrasi asam sulfat, karena proses pengoperasian baterai. Asam sulfat terbentuk saat baterai dalam kondisi charging, mempunyai densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan elektrolit secara keseluruhan, sehingga cenderung turun ke bagian dasar baterai. Gejala ini tampak jelas pada pengoperasian deep-discharge dan recharge, namun dengan melakukan overcharging stratifikasi ini dapat berkurang. Overcharge menghasilkan gelembung gas hidrogen dan oksigen akibat peristiwa elektrolisa air, gelembung-gelembung gas ini dapat mengaduk elektrolit sehingga konsentrasinya lebih homogen. Konsekuensi dari stratifikasi adalah hilangnya kapasitas baterai, bagian bawah dari pelat cenderung terjadi suiphasi karena kurangnya recharge.

### Perawatan Batterai

Perawatan yang tepat akan memperpanjang usia baterai dan akan membantu dalam menjamin bahwa baterai akan memenuhi kemampuannya sesuai dengan desain yang dibutuhkan. Program perawatan baterai yang baik akan menjadi petunjuk untuk menentukan kapan baterai harus diganti. Tindakan perawatan baterai harus dilakukan oleh personil yang terlatih dan mengerti tentang baterai.

Sebagian bahan yang disajikan disini berkaitan dengan baterai tips flooded ataupun non-free maintenance baterai. Tetapi sebenarnya, baterai free-maintenance dan baterai VRLA pun memerlukan perawatan. Baterai-baterai tipe ini memang tidak memerlukan penambahan air atau pemantauan terhadap 'specific gravity'-nya, tetapi baterai ini memerlukan pembersihan, pemantauan tegangan sel dan tegangan float total, tes kapasitas, pengukuran tahanan dalam, pembersihan dan pengencangan (torquing) baut-baut dan lain sebagainya.

Secara umum perawatan yang baik meliputi tindakan-tindakan sebagai berikut:

1. matching/penyesuaian charger dengan kebutuhan baterai;
2. menghindari underdischarge dan overcharge pada baterai;
3. menjaga agar elektrolit berada pada level yang tepat;
4. menjaga kebersihan baterai;
5. menghindari kondisi overheating;
6. melakukan ekualisasi secara periodik terhadap baterai/sel yang lemah.

Praktek pengisian/charging yang tidak sesuai paling berpengaruh kepada pendeknya usia baterai dibanding dengan penyebab kerusakan lainnya. Charging dilakukan dengan berbagai metoda, tetapi tujuan pengisian arus listrik yang berlawanan arah dengan discharging/pelepasan adalah tetap sama.

Aspek terpenting dari charging adalah mencari kesesuaian antara charger dengan aplikasi. Ketika memilih charger perlu diketahui beberapa hal seperti, tipe baterai, cara pelepasan arus/ discharge baterai, waktu yang tersedia untuk recharge, temperatur tertinggi yang akan dialami baterai serta jumlah sel dalam baterai. Hal yang paling bijaksana adalah menanyakan kepada manufaktur tentang cara pengisian yang tepat saat baterai pertama kali dibeli. Secara umum baterai lead acid dapat dicharge dengan rate/ laju pengisian yang manapun asalkan tidak menimbulkan excessive gassing, overcharge, ataupun temperatur yang terlampaui tinggi. Baterai dalam kondisi kosong, pada tahap awal dapat dicharge dengan arus yang cukup besar, namun ketika baterai sudah mendekati penuh arus pengisian harus diperkecil untuk mengurangi gassing dan overcharging.

setting tegangan bulk charging, float charging maupun equalization charging pada kontrol pengisian baterai, tabel 1.dapat digunakan sebagai panduan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal pertama dalam pemilihan charger baterai adalah mengetahui tegangan charging, tegangan floating dan tegangan boosting pada masing-masing jenis baterai seperti pada tabel 1.

**Tabel 3.1: Tegangan charging berdasarkan tipe baterai**

Battery Type	Charging Voltage	Float Voltage	Equalizing Voltage
Wet Low Maintenance	14.4	13.2	15.1
Wet Maintenance Free	14.8	13.4	15.5
Sealed & VRLA	14.4	13.2	15.1
AGM	14.4	13.6	15.5
Gel Cell	14.1	13.2	N/A
Wet Deep Cycle	14.5	13.2	15.8

**Analisis Data**

Dari hasil data baterai diatas diperoleh analisis sbb :

1. Tegangan floating setiap jenis baterai berbeda-beda
2. Tegangan maksimum pada posisi boosting/equalizing
3. Tegangan nominal charging berada diantar floating dan boosting
4. Untuk charging cepat digunakan pilihan boosting
5. Untuk charging kontinyu digunakan pilihan floating
6. Pemilihan charging dan setting tegangan sebaiknya dilakukan dengan menyesuaikan jenis baterainya.
7. Pemilihan charger dan setting yang yang tidak tepat akan mengakibatkan kerusakan/degradasi baterai.

**SIMPULAN DAN SARAN****Simpulan**

Dari hasil pengambilan data dari masing-masing baterai dan analisisnya maka dapat disimpulkan sbb :

1. Setiap baterai mempunyai tegangan charging tertentu
2. Pemilihan charging baterai harus diseuaikan dengan tegangan chargingnya
3. Pemilihan dan setting yang tepat akan menghasilkan baterai yang awet.
4. Jika pemilihan dan setting charger baterai tidak tepat, baterai akan cepat mengalami degradasi/kerusakan baterai.

**Saran**

Pemilihan dan setting tegangan pada charger baterai harus disesuaikan tegangan dan jenis baterai itu sendiri.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Andar, Suprpto, Pengukuran Dasar di Laboratorium Fisika, Depdikbud, Jakarta, 1991
2. Arnold, Johan, Lead Cell Battery Theory, England, 1998
3. Chew, Aline, N Level Classified Science Physics, Singapore Asian Publications, 2005
4. Setford, Steve, Fakta Sains, Erlangga, Jakarta, 1997
5. Young, HD & Roger A Fredman, University Physics with Modern Physics, Addison Wesley Publishing Company, New York, 2004