

# PENGARUH PENAMBAHAN VITAMIN BATERAI VITTA-Q TERHADAP LOAD TEST PADA LEAD ACID BATTERY TIPE LIQUID VENTED 12V 5Ah

Erwan Amirudin, C. Sudibyo, Ngatou Rohman

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp/Fax(0271) 718419

Email : r.lamirudin@gmail.com

## ABSTRACT

*The purposes of this research: (1) To investigate the effect of using vitta-Q battery to load test on lead acid battery 12V 5Ah liquid vented type. (2) To investigate the voltage of load test lead acid battery 12V 5Ah liquid vented type after using vitta-q battery vitamin. Based on the research result, it can be concluded: (1) The measurement result after using vitta-Q battery vitamin on lead acid battery 12V 5Ah liquid vented type by using digital load tester provides the highest load test of 2 ml vitta-Q battery vitamin per cell is 8.2 V and it stays indicator parameter of 6.5V–9.6 V, that showing the battery is in good condition and needs for a recharge. (2) The measurement result after using of vitta-Q battery vitamin on lead acid battery 12V 5Ah liquid vented type by using digital load tester provides the lowest load test of 3.5 ml vitta-Q battery vitamin per cell is 6.3 V showing the battery is on damaged condition and needs for a replacement. (3) The measurement result after using of vitta-Q battery vitamin on lead acid battery 12V 5Ah liquid vented type by using digital load tester of 2.5 ml battery vitamin per cell, as suggested by the company standard, provides the load tester is in 7.7 V and stays in the indicator parameter of 6.5 V – 9.6 V, Showing the battery is on good condition and needs for a recharge.*

**Keywords:** Load test, battery vitamin, lead acid battery

## PENDAHULUAN

Semua kendaraan bermotor memerlukan baterai sebagai sumber tenaga penggerak komponen-komponen listrik, seperti: motor starter, penerangan (lampu-lampu), klakson, dan lain sebagainya. Pentingnya baterai sebagai pemasok energi ke seluruh komponen kelistrikan yang ada pada kendaraan bermotor menjadikan baterai sangat vital sebagai sumber tenaga komponen-komponen listrik. Baterai ditemukan oleh ahli fisika dari Prancis bernama Gaston Plante pada tahun 1859. Baterai adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Baterai termasuk ke dalam jenis sel sekunder, artinya sel ini dapat dimuati ulang ketika muatannya habis, hal ini karena reaksi kimia dalam sel dapat dibalikkan arahnya. Pada saat sel dimuati energi listrik diubah menjadi energi kimia dan sel bekerja kemudian energi kimia diubah menjadi energi listrik. Saat ini terdapat 3 jenis baterai yakni baterai basah, baterai hybrid, baterai MF & baterai kering

Baterai basah banyak di gunakan oleh mobil dan motor. Selain harganya juga relatif murah di banding jenis yang lain, baterai basah lebih lama pemakaiannya dari pada baterai kering untuk menerima beban listrik berubah (motor starter)

dan beban konstan (lampu). (A. Grummy Wailanduw, Ladiono, 2010).

Baterai basah yang beroperasi sepanjang waktu akan timbul sulfat kristal selama pengaliran. *Dryout* dan *sulfation* (bentuk berlebih dari timbal sulfat pada plat) adalah dua penyebab utama kegagalan baterai dalam penyimpanan sistem tenaga. (Kurt Salloux, 2007). Pembentukan sulfat bisa berakibat oleh perawatan yang salah, antara faktor-faktor lain ini menyebabkan perkembangan tahanan dalam baterai dan juga merintangi reaksi dalam baterai

Perlu ada solusi dalam perawatan dan pengujian baterai untuk memperpanjang umur (*life time*) baterai. Pemeriksaan baterai dengan beban dilakukan *Battery load tester*. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memberi beban baterai sebesar 125 A selama 10 detik. Pada saat dilakukan tes beban aki harus lebih dari 9,6 V berarti baterai masih baik, bila tegangan baterai 6,5V – 9,6 V baterai perlu diisi kembali, bila tegangan kurang dari 6,5 V ganti baterai. Kerusakan pada *lead acid battery* salah satunya disebabkan timbulnya kerak PbSO<sub>4</sub> pada permukaan elemen seiring penggunaan. Dimana kerak ini akan mempengaruhi kinerja baterai sehingga menyebabkan temperatur baterai tinggi, pengurangan elektrolit berlebih, dan

sebagainya. umur accu basah biasanya umur pakainya sekitar dua tahun dan banyak juga yang 1,5 tahun sudah rusak. Tapi ada juga yang bertahan sampai tiga tahun, meskipun jarang terjadi. Baterai yang bisa sampai tiga tahun biasanya menggunakan vitamin (dikutip dari Koran Republika Selasa, 5 April 2011)

## KAJIAN TEORI

### Baterai

Baterai sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang. Baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimia di dalam material aktifnya dapat diputar kembali. Baterai sekunder adalah baterai *lead-acid*, baterai NiCd, baterai NiMH, dll. Baterai *lead acid* dapat dikelompokkan menjadi *Liquid Vented* dan *Sealed* (VRLA - *Valve Regulated Lead Acid*).

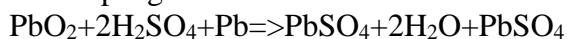
#### 1. Baterai Basah

Saat ini jenis baterai yang paling umum di gunakan untuk penyimpanan energi adalah baterai basah.

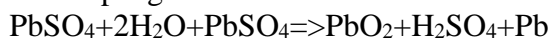
*Liquid vented* (baterai dengan katup pengisian ulang cairan) adalah baterai yang terbuat dari lempengan positif dan negatif dari paduan timah yang ditempatkan dalam larutan elektrolit dan air asam *sulfuric*.

Saat baterai melepaskan muatan, material aktif pada elektroda bereaksi dengan elektrolit membentuk timbal sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Saat pengisian muatan, timbal sulfat berubah kembali menjadi timbal dioksida pada elektroda positif dan timbal pada elektroda negatif, dan ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) kembali menjadi larutan elektrolit membentuk asam sulfat.

a. Proses pengaliran



b. Proses pengisian



#### 2. Prinsip Kerja Baterai

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

Selama pengisian terjadi perubahan energi listrik ke energi kimia, dan sebaliknya pada saat pengosongan terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Ketika pengisian pada sumber energi listrik terjadi aliran listrik yaitu elektron mengalir dari katoda ke anoda. Dengan adanya aliran listrik tersebut, maka akan menimbulkan reaksi kimia

(reaksi redoks) yang mengakibatkan terbebasnya zat-zat dalam baterai yaitu  $\text{PbSO}_4$  menjadi  $\text{Pb}$ ,  $\text{PO}_2$ , ion  $\text{H}^+$ , dan ion  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Pada pengosongan, terjadi pengaliran listrik yaitu elektron mengalir dari  $\text{PbO}_2$  atau kutub positif (sebagai anoda) ke  $\text{Pb}$  atau kutub negatif (sebagai katoda) sehingga adanya aliran tersebut mengakibatkan terjadinya reaksi kimia.

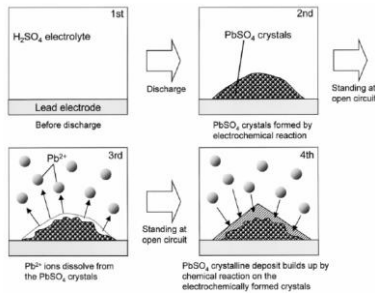
### 3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Baterai

#### 1) Akibat Pembentukan sulfat

Jika baterai digunakan terlalu lama dan tidak diisi kembali maka akan terjadi reaksi dengan sendirinya (pengosongan diri), mula-mula pada pelatnya timbul kristal timah sulfat halus dan lama-kelamaan akan mengeras disebut kristal sulfat. Peristiwa demikian dikenal dengan istilah "pensulfatan". Pensulfatan dapat menghalangi terjadinya proses reaksi karena proses pensulfatan membuat pelat-pelat cenderung bengkok dan kisi-kisi cenderung patah, pensulfatan juga akan mengubah warna pelat positif menjadi putih susu dan pelat negatif menjadi putih abu-abu.

Tanda-tanda terjadinya pensulfatan:

- Penurunan kapasitas baterai, karena dengan adanya sulfat keras akan mengakibatkan luas permukaan bahan aktif pada pelat-pelat yang bereaksi dengan elektrolit menjadi berkurang.
- Terjadinya panas yang berlebihan, proses kimia pada baterai akan menimbulkan panas dalam ruang baterai dan ini memerlukan pendinginan. Namun, proses pendinginan yang terhalang oleh kristal sulfat sementara proses reaksi berjalan terus akan menyebabkan ruang baterai menjadi panas yang berlebihan.
- Pembentukan gas yang cepat saat diberi arus pengisian yang besar. Gas terbentuk akibat dari adanya reaksi kimia dalam baterai. Dengan adanya pengisian berarti akan mempercepat bahan-bahan aktif baterai untuk bereaksi. Semakin besar arus yang diberikan selama pengisian berarti semakin mempercepat proses reaksi kimia dan semakin cepat pula terbentuk gas.

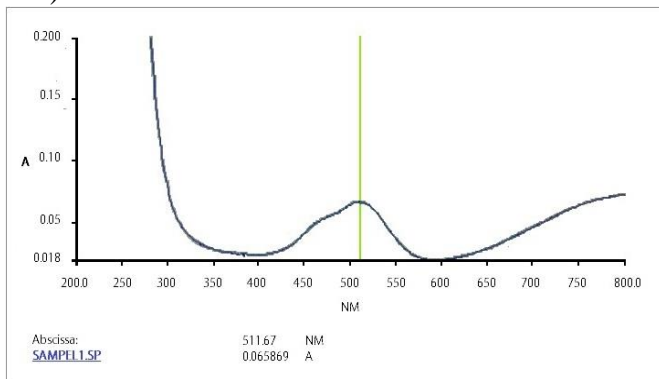


Gambar1. Pembentukan Kristal Sulfat

### Vitamin Baterai Vitta-Q

Vitta-Q adalah *battery life extender technology*. Berupa larutan kimia yang bekerja dengan sederhana, cairan Vitta-Q ini dapat merontokkan kerak sulfat yang menempel padat pada lempeng baterai, sehingga aliran elektron dapat kembali bekerja.

Berdasarkan hasil uji larutan menggunakan UV pada panjang gelombang 400-600 nm yang telah dilakukan di peroleh panjang gelombang ( $\lambda$ ) maks= 510 yang menunjukkan adanya logam-logam transisi golongan 3 di mana logam-logam tersebut dapat mengendap dengan reagen  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , yaitu golongan 3A= Fe, Al, Cr, Mn yang dapat mengendap dengan reagen hidroksida dan golongan 3B= Co, Ni, Zn yang dapat mengendap dengan reagen garam sulfida. (Svehla. G, 1990: 204)



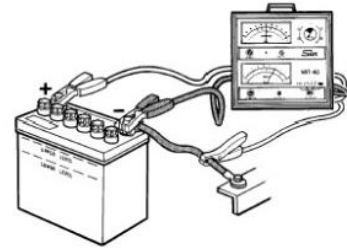
Gambar 2. Hasil spektrofotometriUV-Vis sampel Vitta-Q

Logam Fe dan Cr mempunyai panjang gelombang maksimal 510 nm. Di duga Vitta-Q mengandung Cr (*Chromium*), di mana merupakan logam tahan korosi karena reaksi dengan udara menghasilkan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yang bersifat nonpori. Berbeda dengan Fe (*Iron*) yang sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi.

### Pengujian Beban

Pemeriksaan baterai dengan beban dilakukan *Battery load tester*. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memberi beban baterai sebesar 200 A selama 15 detik. Bila tegangan baterai lebih dari 9,6 V berarti baterai masih baik, bila tegangan baterai 6,5V – 9,6 V baterai dalam keadaan baik dan perlu diisi beberapa saat, bila

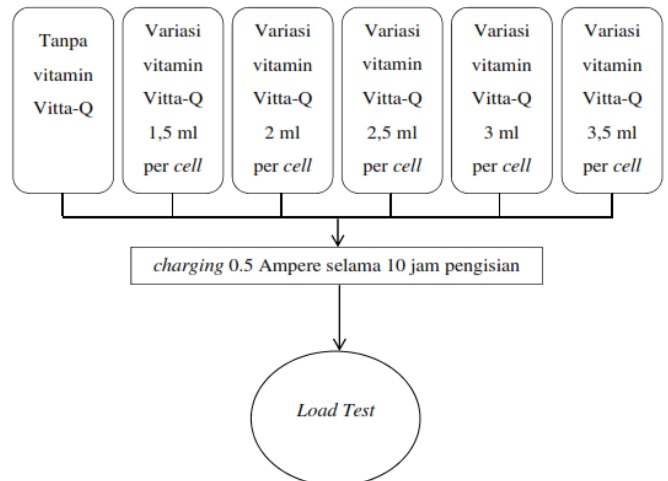
tegangan kurang dari 6,5 V ganti baterai karena kemungkinan ada sel baterai yang sudah rusak.



Gambar 3. Test dengan Beban

### METODE PENELITIAN

Sampel dalam penelitian ini adalah 6 buah baterai Yuasa 12V 5Ah kode YB5L-B dengan masa pakai sekitar 20.000 km yang tanpa dandi berikan vitamin baterai Vitta-Q. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan teknik sampel bertujuan/ *purposive sample*. Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode dokumentasi dengan memotret hasil pengukuran dari *digital load tester*.



Gambar 4. Diagram Desain Penelitian

Eksperimen penelitian ini diawali dengan memberikan vitamin baterai Vitta-Q pada baterai. Variasi penggunaan vitamin baterai Vitta-Q per baterai sebagai berikut:

1. 9 ml atau 1.5 ml Vitta-Q per *cell* baterai.
2. 12 ml atau 2 ml Vitta-Q per *cell* baterai.
3. 15 ml atau 2.5 ml Vitta-Q per *cell* baterai.
4. 18 ml atau 3 ml Vitta-Q per *cell* baterai.
5. 21 ml atau 3.5 ml Vitta-Q per *cell* baterai.

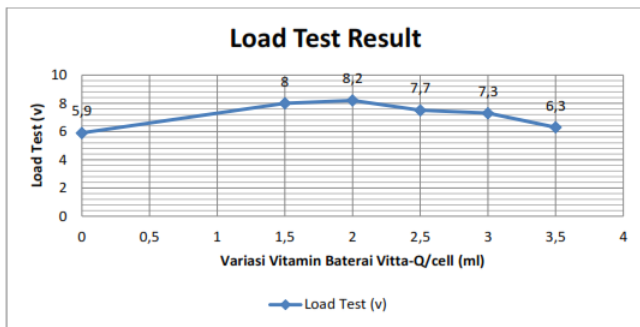
Vitamin baterai Vitta-Q yang di gunakan dari distributor DK Chemindo – Jakarta. Alat ukur berupa *MotoBatt Digital Load Tester part# MB-T*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pembahasan Data Hasil Pengukuran *Load Test*

Dari hasil pengaruh penggunaan vitamin baterai Vitta-Q terhadap *Load Test* setelah *recharge fully* pada Yuasa *lead acid battery* tipe

liquid vented 12V 5Ah dapat dibahas sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik *Load Test* Baterai setelah *Recharge fully* Tanpa dan dengan 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, 3 ml, 3.5 ml Vitta-Q per *cell*.

Pembahasan hasil pengukuran *Load Test* Baterai setelah *Recharge fully* dari setiap perlakuan sebagai berikut :

a. Berdasarkan Gambar 5. Baterai tanpa penggunaan vitamin baterai Vitta-Q menunjukkan *Load test* 5.9 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator voltase di bawah kurang dari 6,5 V yang menunjukkan baterai dalam keadaan lemah atau bahkan disarankan untuk diganti

Pada saat *recharging* (baterai kembali di *charge*),  $PbSO_4$  akan terurai menjadi Pb dan  $SO_4$  akan terikat kembali dengan  $H^+$  sehingga terjadi lagi  $H_2SO_4$ , larutan elektrolit akan kembali menjadi asam. Tetapi  $PbSO_4$  yang larut kembali kedalam elektrolit menjadi Pb dan  $H_2SO_4$  tidak terjadi seluruhnya, masih ada tersisa kristal  $PbSO_4$  yang melekat pada plat elemen, dan semakin lama akan semakin menebal, hal inilah yang menyebabkan baterai lemah atau bahkan mati.

b. Berdasarkan Gambar 5. Baterai dengan penggunaan vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 1.5 ml per *cell* menunjukkan *Load test* 8.0 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator lebih dari dari 6,5 V atau rentang antara 6,5 V- 9,6 V yang berarti baterai dalam keadaan cukup baik dengan catatan harus diisi kembali (*recharging*) beberapa saat untuk dipakai kembali.

Pemberian vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 1,5 ml per *cell* membuat pori-pori plat yang semula tertutup  $PbSO_4$  mulai tereduksi. Logam Cr (*Chromium*) yang terkandung pada Vitta-Q dalam deret volta berada di sebelah kiri logam Pb sehingga logam Cr dapat mereduksi logam ion Pb. Pergerakan elektrolit mulai dapat mengalir

dengan lancar, tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4^{2-}$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sehingga hasil simulasi tes beban (*Load Test*) jadi lebih baik.

c. Berdasarkan Gambar 5. Baterai dengan penggunaan vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 2 ml per *cell* menunjukkan *Load test* 8.2 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator lebih dari dari 6,5 V atau rentang antara 6,5 V- 9,6 V yang berarti baterai dalam keadaan cukup baik dengan catatan harus diisi kembali (*recharging*) beberapa saat untuk dipakai kembali.

Pemberian vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 2 ml per *cell* membuat pori-pori plat yang semula tertutup  $PbSO_4$  mulai tereduksi. Logam Cr (*Chromium*) yang terkandung pada Vitta-Q dalam deret volta berada di sebelah kiri logam Pb sehingga logam Cr dapat mereduksi logam ion Pb. Pergerakan elektrolit mulai dapat mengalir dengan lancar, tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4^{2-}$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sehingga hasil simulasi tes beban (*Load Test*) jadi lebih baik.

d. Berdasarkan Gambar 5. Baterai dengan penggunaan vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 2.5 ml per *cell* menunjukkan *Load test* 7.7 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator lebih dari dari 6,5 V atau rentang antara 6,5 V- 9,6 V yang berarti baterai dalam keadaan cukup baik dengan catatan harus diisi kembali (*recharging*) beberapa saat untuk dipakai kembali.

Pemberian vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 2.5 ml per *cell* membuat pori-pori plat yang semula tertutup  $PbSO_4$  mulai tereduksi. Logam Cr (*Chromium*) yang terkandung pada Vitta-Q dalam deret volta berada di sebelah kiri logam Pb sehingga logam Cr dapat mereduksi logam ion Pb. Pergerakan elektrolit mulai dapat mengalir dengan lancar, tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4^{2-}$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sehingga hasil simulasi tes beban (*Load Test*) jadi lebih baik.

e. Berdasarkan Gambar 3. Baterai dengan penggunaan vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 3 ml per *cell* menunjukkan *Load test* 7.3 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator lebih dari dari 6,5 V atau rentang antara 6,5 V- 9,6 V yang berarti baterai dalam keadaan

cukup baik dengan catatan harus diisi kembali (*recharging*) beberapa saat untuk dipakai kembali.

Saat Pemberian vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 3 ml per *cell* membuat pori-pori plat yang semula tertutup  $PbSO_4$  mulai tereduksi. Logam Cr (*Chromium*) yang terkandung pada Vitta-Q dalam deret volta berada di sebelah kiri logam Pb sehingga logam Cr dapat mereduksi logam ion Pb. Pergerakan elektrolit mulai dapat mengalir dengan lancar, tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion  $SO_4^{2-}$  pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sehingga hasil simulasi tes beban (*Load Test*) jadi lebih baik.

- f. Berdasarkan Gambar 5. Baterai dengan penggunaan vitamin baterai Vitta-Q sebanyak 3.5 ml per *cell* menunjukkan *Load test* 6.3 V. Hasil pengukuran menunjukkan indikator hasil dibawah kurang dari 6,5 V yang menunjukkan baterai dalam keadaan lemah atau bahkan disarankan untuk diganti.

Pemberian Vitta-Q 3.5 ml per *cell* ini Nampak hasil voltase melemah. Elektrolit yang di berikan Vitta-Q 3,5 ml per *cell* mulai jenuh karena telah banyak ion yang senama. Pada keadaan jenuh telah terjadi kesetimbangan antara solut yang larut dan tak larut atau kecepatan pelarutan sama dengan kecepatan pengendapan.

Kristal  $PbSO_4$  tidak semuanya terlarut mengakibatkan terikatnya ion sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), sehingga kadar asam tidak dapat mencapai angka 1.265 pada kondisi *fully charge*. Pori-pori pada plat masih tertutup sehingga elektrolit tidak bisa mengalir dengan lancar, dan menyebabkan hasil simulasi tes beban (*Load Test*) jadi melemah.

## KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran setelah menggunakan vitamin baterai vitta-Q pada *lead acid battery* tipe *liquid vented* 12V 5Ah dengan *digital load tester* menghasilkan *Load Test* tertinggi pada 2 ml vitamin baterai Vitta-Q per *cell* yaitu 8,2 V dan berada dalam parameter indikator 6,5 V - 9,6 V yang menunjukkan baterai dalam keadaan baik yang perlu di isi kembali.
2. Hasil pengukuran setelah menggunakan vitamin baterai vitta-Q pada *lead acid battery* tipe *liquid vented* 12V 5Ah dengan *digital load tester* menghasilkan *Load Test* terendah pada 3,5 ml vitamin baterai Vitta-Q per *cell* yaitu 6,3V dan berada dalam parameter indikator

kurang dari 6,5 V yang menunjukkan baterai dalam keadaan rusak dan perlu diganti.

3. Hasil pengukuran setelah menggunakan vitamin baterai vitta-Q pada *lead acid battery* tipe *liquid vented* 12V 5Ah dengan *digital load tester* pada 2,5 ml vitamin baterai Vitta-Q per *cell* sesuai standar perusahaan menghasilkan *Load Test* 7,7 V dan berada dalam parameter indikator 6,5 V - 9,6 V yang menunjukkan baterai dalam keadaan baik yang perlu di isi kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1995). *Toyota New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Arikunto, Suharsimi. (2009). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Botcolaboratories. (1991). *Laboratory Test Report. Botcolab Test Report*  
<http://www.vitta-q.com/pdf/botcolabs.pdf>  
di akses pada tanggal 4 April 2013.
- Catherino, H.A. (2004). Sulfation in Lead-Acid Batteries. *Journal of Power Sources* 129 113–120  
<http://ac.els-cdn.com/S0378775303010681/1-s2.0-S0378775303010681-main.pdf> di akses pada tanggal 17 April 2013.
- Dambrowski, Jonny. (2009). About The Challenges For Charging Techniques With Lead-Acid Batteries in The Automotive Industry. *Deutronic Elektronik GmbH*  
[http://deutronic.com/ladegeraete/deutronic-lader\\_e.pdf](http://deutronic.com/ladegeraete/deutronic-lader_e.pdf) di akses pada 3 April 2013.
- Daryanto. (1987). *Pengetahuan Teknik Listrik*. Jakarta: Bina Aksara.
- Daryanto. (2001). *Pengetahuan Baterai Mobil*. Jakarta: Bina Aksara.
- Daryanto. (2011a). *Dasar-Dasar Kelistrikan Otomotif*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Daryanto. (2011b). *Sistem Kelistrikan Motor*. Bandung: Satu Nusa.
- Fagih, M. (2011, 5 April). Mengenal Accu Awet dan Panjang Umur. *Republika*. Diperoleh

18 Februari 2013, dari <http://www.batteryglobal.com/artikel.php@kat=1&id=2.html>

- Grummy Wailanduw, A. Ladiono. (2010). *Efektivitas Aki Basah dan aki Kering Terhadap Beban Listrik pada Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Program Strata Unesa.
- Hafiz, W. A., (2004) *Development of Asymmetric Polysulfone Membrane For The Application in Tropicalized Lead Acid Battery*. Malaysia: Program Strata Universitas Teknologi Malaysia.
- Hardi, Syam. (1983a). *Dasar-dasar Teknik Listrik Aliran Rata I*. Jakarta: Bina Aksara.
- Hardi, Syam. (1983b). *Dasar-dasar Teknik Listrik Aliran Rata II*. Jakarta: Bina Aksara.
- Kiehne, H. A., (1989). *Electrochemical Power Sources*. Jerman: Expert Verlag.
- Maylani, Yossi, (2003). *Revitalisasi Akumulator Bekas*. Semarang: Program Strata Unnes.
- Michael, Rudolf, (1995). *Pengisi baterai dan Akumulator*. Solo: Aneka.
- Nudikase, E. dan Nyoman Kertiasa, (1997). *Fisika*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Puspitoningrum, Jatmiko, (2006) *Komparasi Kekuatan Penyimpanan Energi Listrik Pada Akumulator Kering dan Basah Pada Tegangan 12 Volt*. Semarang: Program Diploma Unnes.
- Putra, H.P. (2010) *Studi Karakteristik Pelepasan Muatan Baterai Lead Acid Terhadap Variasi Beban RLC*. Depok: Program Strata UI
- Rezaei, B. (2011). Influence of Acidic Ionic Liquids As An Electrolyte Additive on The Electrochemical and Corrosion Behaviors of Lead-Acid Battery. *Journal Solid State Electrochem* 15 421–430. <http://link.springer.com/article> di akses pada tanggal 9 April 2013.
- Riyanto (2013). *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Salloux, Kurt. (2007). Eliminating Battery Failure-Two New Leading Indicators of Battery Health. *Journal of World Energy Labs* <http://www.worldenergylabs.com/technology/documents/pdfs/Eliminating%20Battery%20Failure%20-%20K.%20Salloux%20Intelec%202007.pdf> di akses pada 6 Januari 2014.
- Sudjana.(1991). *Media pengajaran (penggunaan dan pembuatannya)*. Bandung: Sinar Baru Bandung.
- Sugiyarto, K H. (1998). *Kimia Anorganik I*. Yogyakarta: UNY.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Surakhmad, W. (1998). *Pengantar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Tarsito.
- Suryatmo.(1986). *Teknik Listrik*. Jakarta: Bina Aksara.
- Svehla, G. (1990). *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*. Jakarta: PT. Kalman media pustaka.
- Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. (2004). *Pengujian, Pemeliharaan/ Servis, dan Penggantian Baterai*. Yogyakarta : FT UNY
- Yamaguchi Y.(2000). In Situ Analysis of Electrochemical Reactions at A Lead Surface in Sulfuric Acid. *Journal of Power Sources* 85 22-28 <http://www.sciencedirect.com/article> di akses pada 3 April 2013.
- Zulkifli, B.J, (2013, 8 Januari) Penjualan Sepeda Motor Nasional 2012 Turun 11,2 Persen. Kompas. Diproleh 15 Januari 2013, dari <http://otomotif.kompas.com/read/2013/01/08/6066/Penjualan.Sepeda.Motor.Nasional.2012.Turun.11.2.Persen>