

Pengaruh Penggunaan Pulsa Tegangan sebagai *Desulfator* terhadap Pemulihan Kapasitas Baterai Berbahan *Lead Acid*

Ahmad Juang Pratama¹, Hamzah Firdaus

¹Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Al Azhar Indonesia, Jl. Sisingamangaraja, Jakarta 12110

¹ Penulis untuk korespondensi/Email: juang@uai.ac.id

Abstrak—Pengecasan dengan menggunakan teknik pulsa arus adalah salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi kehilangan kapasitas aki secara prematur. Teknik ini bisa mempercepat proses pengecasan aki dan memperpanjang siklus hidup sebesar 3 sampai 4 kali dibandingkan dengan pengecasan konvensional dengan arus konstan. Lebih panjangnya siklus hidup baterai berbahan *lead acid* (BLA) ini dikarenakan teknik pulsa tegangan bersifat sebagai desulfator yaitu pengurai Kristal senyawa timbal sulfat ($PbSO_4$) yang menempel pada elektroda dan menjadi penyebab utama BLA kehilangan kapasitas secara prematur. Penelitian dilakukan untuk melihat efek pemulihan / desulfator, dimana BLA yang sudah lemah karena sudah terpakai di *treatment* dengan pulsa tegangan akan mengembalikan kapastias simpan BLA, menggunakan *prototype* yang telah dibuat. Dari eksperimen yang dilakukan terlihat peningkatan nilai Daya *starter* dan peningkatan durasi pembebanan pada BLA.

Abstract – Battery charging using pulse technique is a technique that can be used to overcome the premature loss of battery capacity. This technique can speed up the process of charging and extended battery life cycle 3 to 4 times compared with conventional charging using constant current. The Longer life cycle of Lead Acid Battery is because the technique has desulfator effect. Voltage pulse decomposite timbale sulfate ($PbSO_4$) attached to the electrode which is the main cause of the premature loss of capacity . This study will investigate the effects of the recovery of battery capacity for used weak Lead Acid Battery. Voltage pulses will be applied to the battery using a charger/desulfator prototype. The experiment results show that there is improvement of Cold Cranking Amps Level and Load time duration of the Lead Acid Battery.

Keywords – BLA(Lead Acid Battery) desulfator, pulse voltage, lead sulfate

PENDAHULUAN

Baterai berbahan *Lead Acid* (BLA) sejak ditemukan lebih dari satu setengah abad yang lalu hingga sampai saat ini digunakan secara luas dan diperkirakan milyaran dolar Amerika dialokasikan untuk berbagai aplikasi.

Penggunaan BLA ini juga berdampak bagi pencemaran lingkungan terutama diakibatkan limbah bekas baterai yang sudah lemah atau rusak. Karena itu upaya untuk memperpanjang usia pemakaian baterai ini adalah cara yang mungkin ditempuh untuk mengatasi persoalan tersebut.

Pengecasan dengan menggunakan teknik pulsa arus adalah salah satu teknik yang dapat digunakan

untuk mengatasi kehilangan kapasitas aki secara prematur. Teknik ini juga bisa mempercepat proses pengecasan aki dan memperpanjang siklus hidup sebesar 3 sampai 4 kali dibandingkan dengan pengecasan konvensional dengan arus konstan [1]. Lebih panjangnya siklus hidup BLA ini dikarenakan teknik pulsa tegangan bersifat sebagai *desulfator* yaitu pengurai Kristal senyawa timbale sulfat ($PbSO_4$) yang menempel pada elektroda dan menjadi penyebab utama BLA kehilangan kapasitas secara prematur.

Walaupun dalam beberapa ekperimen telah diperlihatkan peningkatan beberapa kali siklus hidup BLA menggunakan pulsa tegangan, namun tidak ada yang secara langsung mempublikasikan fungsi pemulihan BLA dengan menggunakan

pulsa tegangan. Eksperimen-eksperimen yang dilakukan lebih sering dilakukan dengan membandingkan siklus pengisian BLA dengan menggunakan *charger* konvensional. Walaupun memberikan hasil yang jauh lebih baik dibanding metode konvensional, efek yang terlihat pada baterai adalah degradasi kapasitas BLA meskipun terjadi dalam jangka waktu yang jauh lebih panjang [2].

Penelitian ini dilakukan untuk melihat efek pemulihan/desulfator, dimana BLA yang sudah lemah karena sudah terpakai di *treatment* dengan pulsa tegangan menggunakan *prototype* yang telah dibuat. Hal ini lebih dekat kepada realita sehari-hari dimana teknik pulsa tegangan belum digunakan secara luas sebagai upaya *predictive maintenance* dalam berbagai aplikasi. Dalam arti pemakaian teknik pulsa tegangan lebih sering diterapkan pada BLA yang telah kehilangan kapasitas karena pemakaian, dengan demikian teknik ini lebih berfungsi sebagai *teknik corrective maintenance*.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Meneliti efek pemulihan kapasitas baterai berbahan asam timbal (*lead Acid*) dengan menggunakan pulsa tegangan dari baterai yang memiliki kapasitas penyimpanan rendah.
2. Memverifikasi fungsi *prototype* penghasil pulsa tegangan yang telah dibuat sebelumnya.

Perumusan Masalah

Bagaimana pengaruh pemberian pulsa tegangan terhadap pemulihan kapasitas BLA kapasitas lemah setelah melalui siklus pengisian-pembebanan dengan pembebanan c20? Hal ini dapat dilihat berdasarkan nilai daya starter/*cold cranking amps* dan perubahan durasi pembebanan pada BLA.

Ruang Lingkup

Penelitian dilakukan secara ekperimental dengan menggunakan spesimen baterai otomotif yang beredar di pasaran. Proses pengisian dilakukan dengan menggunakan *prototype* yang telah dibuat sementara kecepatan pembebanan arus mengikuti rate c20 mengikutispesifikasi yang tertera pada brosur produsen BLA.

Kontribusi

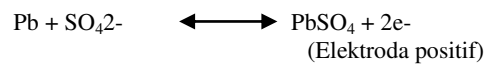
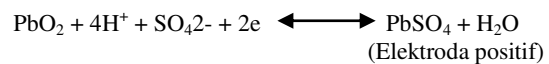
Memberikan data awal untuk inovasi teknologi yang berwawasan ramah lingkungan di Universitas Al Azhar Indonesia.

Selain itu diharapkan akan menambah jumlah publikasi jurnal ilmiah terakreditasi atau publikasi internasional di Universitas Al Azhar Indonesia.

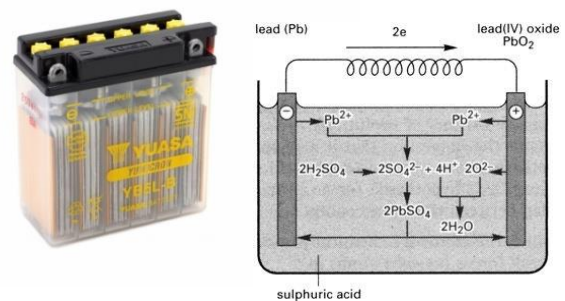
KERANGKA TEORI

Proses pada pengecasan dan pembebanan baterai

BLA menggunakan anode berbahan timbal (Pb) dan katode berbahan timbal dioksida (PbO₂), H₂SO₄, dan separator diantara 2 elektroda. Reaksi kimia yang terjadi pada elektroda positif dan elektroda negatif pada baterai adalah sebagai berikut [3]:



Berdasarkan reaksi diatas PbSO₄ akan terbentuk pada elektroda positif dan elektroda negatif selama proses pembebanan/penggunaan baterai. Sementara pada proses pengecasan PbSO₄ akan terurai dan elektroda menjadi Pb, PbO₂ dan H₂SO₄ [4]. Konstruksi BLA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi BLA

Reaksi elektrolisis ini bersifat reversibel dan seharusnya berjalan terus menerus. Tetapi pada kenyataannya dengan berjalannya siklus pengisian dan pembebanan BLA, ada titik tertentu dimana arus berhenti mengalir walaupun telah diberikan tegangan. Hal ini diakibatkan oleh bertambahnya hambatan dalam (*internal resistance*). Lebih singkatnya, BLA tidak dapat lagi memiliki kapasitas penyimpanan [5].

Sulfatisasi

Hal yang menjadi faktor utama dari peningkatan *internal resistance* ini adalah sulfatisasi yang disebabkan oleh adanya kristalisasi dari PbSO₄ selama proses pembebanan BLA. Pada proses

pengisian BLA, $PbSO_4$ akan diurai menjadi ion Pb^{2+} dan SO_4^{2-} , pada kenyataannya ada timbal sulfat yang tidak terurai dan membentuk kristal dan menempel pada elektroda [5]. Dengan berulangnya siklus pengisian dan pembebanan kristal ini secara bertahap menutupi dan menyumbat rongga pada elektroda yang memperkecil area kontak dengan H_2SO_4 .

Desulfatisasi

Desulfatisasi dapat dilakukan dengan cara pemberian pulsa tegangan sehingga terjadi pemurnian plat timbal sulfat yang berakibat pada pulihnya sebagian kapasitas aki. Adapun bentuk dari pulsa tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desulfator dan Pulsa Tegangan

Kapasitas BLA dan Hukum Peukert

Pengertian kapasitas baterai mengacu pada jumlah energi yang dapat disimpan baterai. Produsen BLA sering menggunakan spesifikasi yang dikenal sebagai *Amp Hou* runtuk memberikan indikasi kapasitas baterai yang tersimpan. Tetapi kapasitas BLA akan ditentukan oleh besarnya arus pembebanan. Artinya semakin besar pembebanan pada BLA semakin kecil pula kapasitas BLA. Fenomena ini disebut sebagai hukum Peukert.

Jenis-jenis BLA

Berdasarkan penerapannya, BLA dapat dibagi menjadi beberapa tipe [1]:

1. SLI (*Start, Lighting, Ignition*) yang digunakan pada otomotif.
2. *Stationary* untuk mendukung catu daya untuk menghasilkan dan menyimpan energi listrik yang digunakan pada sistem telekomunikasi, pusat utilitas listrik, dan sistem komputer.
3. Traksi untuk sumber tenaga peralatan transportasi seperti *forklift*, mobil listrik, dan perlengkapan pertambangan
4. Baterai khusus yang dimaksudkan untuk penggunaan pesawat terbang, kapal selam dan peralatan militer.

Daya Starter

Dunia industri menggunakan standar daya *starter* otomotif dengan ukuran *Cold Cranking Amps* (CCA). Standar ini menunjukkan kemampuan BLA memberikan arus pada suhu $-18^{\circ}C$ selama 30 detik. Sementara bisa bertahan pada voltase 1,2 volt per sel BLA atau lebih tinggi.

Depth of Discharge

Depth of Discharge (DOD) digunakan untuk menunjukkan berapa dalam pembebanan pada suatu baterai. Jika baterai 100% penuh maka DOD dari baterai tersebut adalah 0%, jika baterai menggunakan 30% dari energinya dimana masih 70% tersimpan maka dapat dikatakan baterai ini memiliki DOD 30%.

METODE PENELITIAN

Langkah penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Penelitian ini dimulai dengan studi literatur yang dilanjutkan dengan persiapan spesimen yang akan diuji. Persiapan spesimen ini dimaksudkan untuk mendapatkan spesimen BLA yang memiliki kapasitas penyimpanan lemah, sehingga dapat diketahui sejauh mana efek pemulihan kapasitas BLA dengan menggunakan teknik pulsa tegangan. Persiapan spesimen ini dilakukan dengan melakukan pembebanan arus dengan kecepatan c20 selama 30 siklus.

Setelah spesimen siap, dilakukan pengisian dengan teknik pulsa tegangan dan pembebanan dengan kecepatan c20 sesuai spesifikasi pabrik yang tertera pada brosur.

Untuk dilakukan pengambilan data kapasitas BLA sepanjang siklus pengisian untuk dianalisa efek pulsa tegangan terhadap pemulihan kapasitas BLA

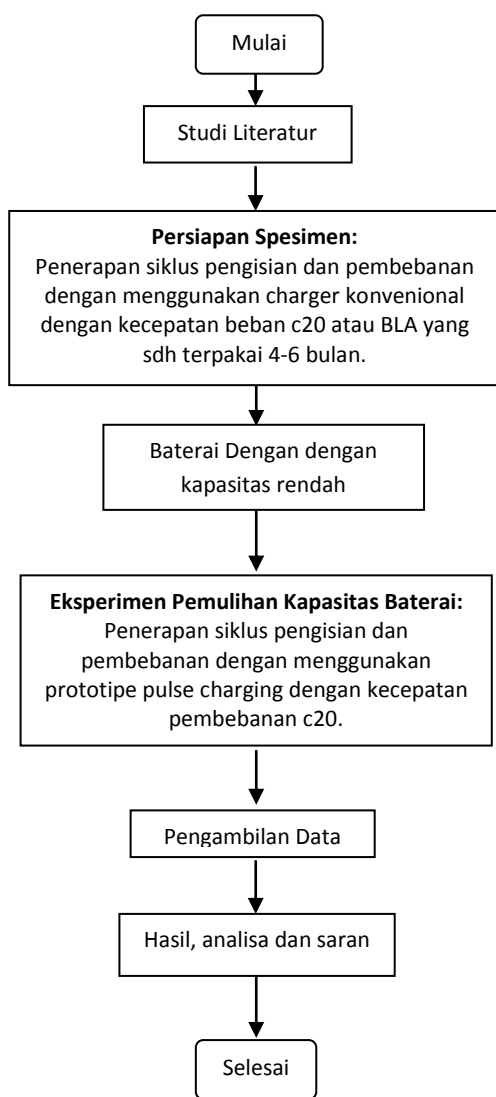
Data dan Sumber Data

Data:

1. Hasil pengukuran voltase,
2. Waktu dan kapasitas.
3. Daya *starter* BLA.

Sumber Data:

1. Intrumen pengukuran kapasitas.
2. Spesifikasi produsen BLA.



Gambar 3 Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

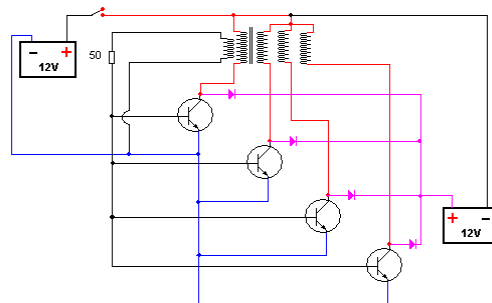
Persiapan Spesimen

Spesimen yang digunakan adalah BLA berjenis NS60 yang telah terpakai selama 4-6 bulan pada kendaraan, dengan kondisi Voltage 12.29 Volt, daya starter 195 CCA, sehingga tidak berada dalam kondisi awal dengan memiliki nilai daya starter yang rendah, menurut standard yang

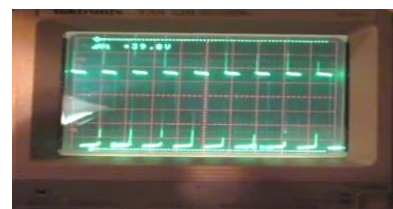
dikeluarkan oleh Yuasa, NS 60 memiliki standar daya *starter* sebesar 325 CCA [6]. Selain dari nilai daya *starter* kapasitas BLA baru juga bisa dilihat melalui nilai voltasenya, BLA yang memiliki nilai voltase 12,65 V dikatakan memiliki kapasitas 100%, 12,40 V dikatakan memiliki kapasitas sebesar 75% [7].

Eksperimen dan Pengambilan Data

BLA yang telah terpakai diukur dengan *Battery Analyzer* DHC BT 747, untuk mengetahui kondisi awal daya starter/kapasitas BLA. Selanjutnya BLA yang telah diukur diberikan pulsa kejutan dengan frekuensi 2 KHz, sampai voltase BLA mencapai 13,5 V. Setelah itu BLA diistirahatkan selama 60 menit sampai didapatkan voltase yang stabil untuk kemudian diukur kembali dengan *Battery Analyzer* untuk mengetahui nilai daya starter BLA, selanjutnya dibebankan dengan kecepatan pembebanan c20, 27 watt selama 60 menit. Siklus ini dilakukan berulang kali selama 20 Siklus sehingga perubahan nilai daya Starter CCA setiap siklus *charging* dan *discharging* dapat dapat diketahui. Sirkuit penghasil pulsa tegangan dapat dilihat pada Gambar 4. Sedangkan bentuk pulsa yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4 Sirkuit Rangkaian Pulsa Kejutan

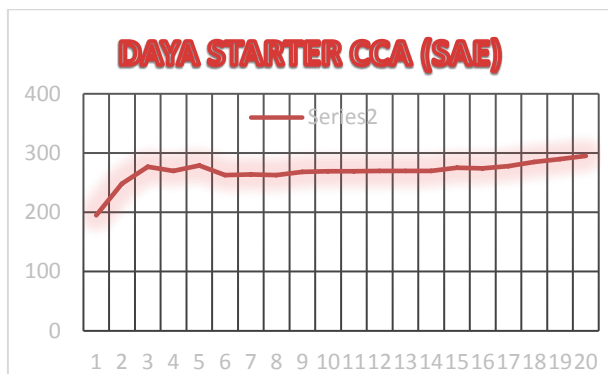


Gambar 5 Bentuk Pulsa Kejutan

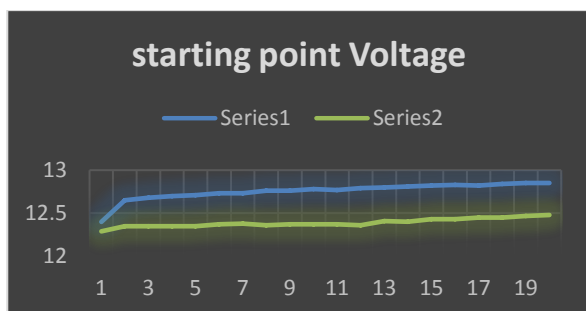
Pengaruh Pemberian Pulsa Tegangan Terhadap Pemulihan Kapasitas BLA

Dari data hasil eksperimen, dapat diketahui bahwa daya *starter* baterai mengalami peningkatan sampai kondisi mendekati standar awal BLA, dimana penambahan nilai daya *starter* yang paling

signifikan adalah pada 2 siklus pertama, sementara pada siklus selanjutnya terjadi peningkatan nilai CCA namun tidak terlalu signifikan (Gambar 6). Sedangkan Gambar 7 menunjukkan peningkatan voltage pada BLA.



Gambar 6. Siklus *charging* dan peningkatan daya starter



Gambar 7. Peningkatan voltase dalam keadaan setelah *charging* dan *discharging*

Pengaruh siklus *charging* terhadap waktu *charging*.

Untuk mencapai voltase 13,5V diperlukan waktu *charging* yang cukup lama pada siklus awal, namun semakin cepat pada siklus-siklus selanjutnya. Hal ini disebabkan besarnya internal resistance pada BLA karena masih tebalnya plak timbal sulfat. Dengan berjalannya siklus *charging*, timbal sulfat makin berkurang sehingga proses *charging* semakin cepat. Dengan demikian BLA mendapatkan kembali kapasitas dalam menyimpan muatan listrik. Selain itu secara *visual* cairan

H₂SO₄ pada BLA terlihat lebih jernih dari yang sebelumnya terlihat agak keruh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen di atas, pemberian pulsa tegangan pada BLA akan meningkatkan kapasitas penyimpanan BLA, peningkatan kapasitas ini akan semakin baik pada siklus *charging* dan *discharging*. Pada siklus awal proses *charging* akan membutuhkan waktu lebih panjang karena masih tingginya nilai *internal resistance* atau tegangan dalam pada baterai, tetapi dengan semakin menurunnya nilai *internal resistance* maka kapasitas penyimpanan BLA akan lebih baik dan waktu *charging* akan lebih singkat. Prototipe menghasilkan pulsa tegangan yang dapat meningkatkan kapasitas baterai

Saran

Penggunaan teknologi *charging* dengan pulsa tegangan sangat menjanjikan untuk diterapkan pada baterai-baterai berbahan timbal sulfat untuk memperpanjang usia pemakaian BLA, selain itu hal ini akan berakibat baik untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah-sampah BLA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L.T. Lam, H. Ozgun, O.V. Lim, J. Power Sources, 53, p. 215, 1995.
- [2] P. Ruetschi, J. Power Sources, 127 p. 33–44, 2004.
- [3] H. Ikeda, S. Minami, Song JieHou, Y. Onishi, A Kozawa .J. Asian Electric Vehicle, 3, p. 683, 2005.
- [4] B. Culpin, A.F. Hollenkamp, D.A.J. Rand, J. Power Sources, 38, p.63-74. 1992.
- [5] C.V. D'Alkaine, L.M.M. De Souza, P.R. Impinnisi .J. Power Sources, 158, p. 997, 2006.
- [6] http://www.yuasa.com.tw/english/02_automobile/01_list.php?CID=1 (tanggal akses 12 januari 2014)
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_battery (tanggal akses 12 januari 2014)