

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS BATERAI SEBAGAI TEKNOLOGI
PENYIMPAN ENERGI**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana S-1 Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

WENDY KESUMA

20050120003

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2010

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Wendy Kesuma**

NIM : **2005 012 0003**

Jurusan : **Teknik Elektro UMY**

Menyatakan bahwa:

Semua yang ditulis dalam naskah skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain, kecuali dasar teori yang saya cuplik dari buku yang tercantum pada daftar pustaka sebagai referensi saya dalam melengkapi karya tulis ini. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, Agustus 2010

Yang menyatakan,

Wendy Kesuma

HALAMAN PENGESAHAN I

SKRIPSI

STUDI ANALISIS BATERAI SEBAGAI TEKNOLOGI

PENYIMPAN ENERGI



Telah diperiksa dan disetujui:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Muda

(Ir. Rif'an Tsaqif AS, M.T.)

(Ir. H. M. Fathul Qodir)

HALAMAN PENGESAHAN II

STUDI ANALISIS BATERAI SEBAGAI TEKNOLOGI PENYIMPAN ENERGI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disahkan didepan dewan penguji
pada tanggal 4 Agustus 2010.

Dewan Penguji :

Ir. Rif'an Tsaqif AS, M.T. (.....)
Dosen Pembimbing Utama

Ir. H.M. Fathul Qodir (.....)
Dosen Pembimbing Muda

Haris Setyawan, S.T. (.....)
Penguji I

Ir. H. M. Ikhsan (.....)
Penguji II

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

(Ir. Rif'an Tsaqif AS, M.T.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Untuk cahaya-cahaya hidupku
Ibu, Ayah, Adik-adikku Dewi dan Candra*

*Untuk semua orang
Yang telah memberi warna dalam hidupku*

Para Pecinta Ilmu dan Teknologi se-Tanah Air

HALAMAN MOTTO

*Dengan ilmu kehidupan menjadi mudah,
Dengan seni kehidupan menjadi indah dan
Dengan agama kehidupan menjadi terarah
(H.A. Mukti Ali)*

*Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula)
kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu
tidak mengetahui."
(QS. Al Baqarah 2:216)*

*"Khairunmas anfa'uhum linnas",
"Sebaik-baik manusia diantaramu adalah yang paling banyak manfaatnya bagi
orang lain."
(HR. Bukhari dan Muslim)*

*"Hiduplah untuk memberi memberi sebanyak-banyaknya, bukan untuk menerima
sebanyak-banyaknya."
(Andrea Hirata)*

... Tua itu pasti, dewasa adalah emas ...

... Ingat mati agar hidup lebih berarti ...

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji serta syukur hanyalah milik Allah SWT, dan hanya kepada-Nyalah khauf serta raja' senantiasa menjadi buah penghambaan dari jiwa-jiwa yang merindukan karunia-Nya berupa hidayah yang telah memberikan kemudahan kepada penyusun dalam menyelesaikan Laporan ini yang berjudul **“Studi Analisis Baterai Sebagai Teknologi Penyimpan Energi”**

Semoga karya ini dapat bermanfaat dan menjadi kontribusi bagi khasanah ilmu pengetahuan, khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Penulis menyadari terselesaikannya laporan ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan, serta saran-saran yang berharga dari semua pihak, oleh karena itu dengan tulus hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu dan Ayah, terima kasih atas segala pemberian yang tiada henti-hentinya sehingga aku dapat menjalani kehidupanku sampai saat ini. Kasih sayang, do'a dan segala yang diberikan, semoga aku menjadi anak yang shaleh dan berbakti. Amin...
2. Adik-adikku Dewi dan Candra yang tentunya selalu memberikan semangat dan motivasi, tumbuhlah menjadi sosok yang shaleh dan kelak berbakti kepada orang tua.
3. Bapak Ir. Rif'an Tsaqif AS, M.T selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas

Muhammadiyah Yogyakarta yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.

4. Bapak Ir. H.M. Fathul Qodir sebagai Dosen Pembimbing Muda yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
5. Bapak Haris Setyawan S.T. selaku Dosen Penguji I
6. Bapak Ir. H. M. Ikhsan selaku Dosen Penguji II
7. Bapak Ir. Tony K Haryadi M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah menularkan ilmunya kepada penyusun selama masa kuliah
9. Keluarga Besarku, Om, tante, bulek, dan saudara-saudaraku yang telah memberikan semangat, saran, dan dukungan baik moril maupun materil kepada penyusun.
10. Kos Mbah Sidik sekeluarga dan para penghuninya Zaki, Babe (Rahmat), Husein. Alumninya: Mas Joyo, Mas Xawier, Mas Rahmad, Mas Hari, Mas Faisal dan Bang Yusa. Nuwun kabeh ya'.....
11. Teman-teman seperjuangan Elektro 2005, Reza, Ares, Sunu, Galam, Dodi, Bogi, Alvi, Ali, Fuad, Maskur, Fahmi, Dede, Pendi, Rauf, Rifa,

Mahtum, Anhar, Heru, Roy, Fajar, Anto, Dewit, Eva Aroma. Sukses buatku, buatmu dan buat kita semua. OK Bro,....

12. Teman-teman *Microcontroller and Robotic Club* (MRC), Mas Rama, Mas Agil, Mas Yogo, Mas Subhan, Mas Kunier, Ares, Reza, Sunu, Galam, Anhar, Latief, Dana, Riski, Ilham, Tabah, Andreas, Nurdian, Estu, Juna, dan yang lainnya...

13. Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dari semua angkatan dan alumni.

14. Semua pihak yang telah membantu penyusun yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima Kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penelitian penyusunan skripsi ini yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pecinta ilmu di Tanah Air. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin..

Wassalammu'alaiikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN I	iii
HALAMAN PENGESAHAN II	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Akhir	3
1.5 Manfaat Yang Diperoleh	3
1.6 Pelaksanaan Pekerjaan	4
1.6.1 Tahap-tahap Pekerjaan	4
1.6.2 Biaya Yang dikeluarkan	4
1.7 Sistematika Penulisan	5

BAB II DASAR TEORI

2.1 Umum	7
2.2 Sejarah Baterai	7
2.3 Kemampuan Bahan Baterai	11
2.3.1 Potensial Elektroda	11
2.3.2 Larutan Elektrolit	13
2.3.2.1 Reaksi Ionisasi Elektrolit Kuat	14
2.3.2.2 Reaksi Ionisasi Elektrolit Lemah	15
2.3.3 Elektrokimia	15
2.3.3.1 Sel Galvanik (Sel Volta)	17
2.3.3.2 Sel Elektrolisis	19
2.3.4 Investigasi Elektrolisis	20
2.4 Kontruksi Baterai	20
2.4.1 Kotak Baterai	21
2.4.2 Elektroda	22
2.4.3 Separator	26
2.4.4 Terminal	27
2.4.5 Elektrolit	27
2.4.6 Ventilasi	27
2.5 Klasifikasi Baterai	28
2.5.1 Baterai Primer	29
2.5.1.1 Sel Leclanche	29
2.5.1.1.1 Baterai Zinc Carbon	29

2.5.1.1.2 Baterai Zinc Chloride	30
2.5.1.2 Baterai Alkaline	31
2.5.1.3 Baterai Zinc Silver Oxide	32
2.5.1.4 Baterai Zinc Oksigen	34
2.5.1.5 Baterai Lithium Primer	35
2.5.1.5.1 Sel Lithium Manganese Dioxide	36
2.5.1.5.2 Sel Lithium Iron Disulphide	37
2.5.1.5.3 Sel Lithium Thionyl Chloride	37
2.5.1.5.4 Sel Lithium Iodine	37
2.5.1.5.5 Sel Lithium Oksigen	37
2.5.1.6 Baterai Merkuri	38
2.5.1.7 Baterai Pengaktifan Air	39
2.5.1.8 Baterai Thermal	40
2.5.2 Baterai Sekunder	41
2.5.2.1 Baterai Asam Timbal	41
2.5.2.1.1 Baterai Lead Calcium	45
2.5.2.1.2 Baterai Lead Antimony	46
2.5.2.1.3 Baterai VRLA	46
2.5.2.1.4 Baterai AGM	47
2.5.2.1.5 Gel Cell	47
2.5.2.1.6 Baterai SLI	48
2.5.2.1.7 Baterai <i>Deep Cycle</i>	48
2.5.2.2 Baterai Nickel Iron	49

2.5.2.3 Baterai Nickel Cadmium	50
2.5.2.4 Baterai Nickel Metal Hydride	52
2.5.2.5 Baterai Nickel Zinc	54
2.5.2.6 Baterai Nickel Hydrogen	55
2.5.2.7 Baterai Lithium Dapat Diisi Ulang	56
2.5.2.7.1 Baterai Lithium Ion	57
2.5.2.7.2 Baterai Lithium Polymer	61
2.5.2.7.3 Macam-macam Katoda Lithium Kimia	63
2.5.2.7.3.1 Lithium Cobalt	63
2.5.2.7.3.2 Lithium Manganese	63
2.5.2.7.3.3 Lithium Nickel	63
2.5.2.7.3.4 Lithium Nickel Cobalt Manganese (NCM)	64
2.5.2.7.3.5 Lithium Iron Phosphate	64
2.5.2.7.3.6 Lithium Metal Polymer	64
2.5.2.7.3.7 Lithium Sulphur	65
2.5.2.7.3.8 Alternative Anode Chemistry	65
2.5.2.7.3.9 Lithium Air Cells	66
2.5.2.8 Baterai Sodium Sulphur	66
2.5.2.9 Baterai Redox	67
2.5.2.10 Baterai Zebra	68
2.5.2.11 Sel Bahan Bakar (<i>Fuel Cell</i>)	69
2.5.2.12 Sel Galvanik Kimia Lain	73
2.6 Metode Pengisian Baterai	73

2.6.1 Metode Tegangan Konstan	73
2.6.2 Metode Arus Konstan	74
2.6.3 Tegangan dan Arus Konstan	74
2.6.4 Metode Tegangan Konstan Dua Tingkat	74
2.6.5 <i>Trickle Charge</i>	74
2.6.6 <i>Float Charge</i>	75
2.7 Spesifikasi Baterai	75
2.7.1 Rating Tegangan	75
2.7.2 Rating Arus	75
2.7.3 Kapasitas Baterai	76
2.8 <i>Charging Rates</i>	79
2.8.1 Pengisian Perawatan	79
2.8.2 Pengisian Lambat	79
2.8.3 Pengisian Cepat	79
2.9 Spesifikasi Garis Besar dari Penelitian Yang Direncanakan	80

BAB III KLASIFIKASI & PRINSIP KERJA, PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN NILAI PERBANDINGAN BATERAI LEAD ACID

3.1 Klasifikasi Baterai Lead Acid Berdasarkan Tingkat Perawatan dan Performa	82
3.2 Prinsip Kerja Baterai Lead Acid	83
3.3 Komponen-komponen Pengujian Baterai	86
3.3.1 <i>Charger Regulator</i>	86

3.3.2 <i>Inverter</i>	87
3.3.3 Beban	88
3.3.4 Spesifikasi Baterai	88
3.3.4.1 Baterai dengan Kapasitas 5Ah	88
3.3.4.2 Baterai dengan Kapasitas 7Ah	89
3.4 Bagan Sederhana Pengujian Baterai	91
3.4.1 Saat Pengisian (<i>Charge</i>) Baterai	91
3.4.2 Saat Pengeluaran (<i>Discharge</i>) Baterai	91
3.5 Pengujian Baterai	92
3.5.1 Baterai <i>Conventional</i> 5Ah	92
3.5.2 Baterai <i>Maintenance Free</i> 5Ah	94
3.5.3 Baterai <i>Conventional</i> 7Ah.....	96
3.5.4 Baterai <i>Maintenance Free</i> 7Ah	99
3.6 Analisa Data	102
3.6.1 Perbandingan Saat Pengisian Baterai	102
3.6.2 Perbandingan Saat Pengosongan Baterai	105
3.6.3 Perbandingan Kapasitas Baterai	108
3.6.3.1 Baterai Kapasitas 12V 5Ah	110
3.6.3.2 Baterai Kapasitas 12V 7Ah	111

BAB IV HASIL AKHIR DAN DISKUSI

4.1 Spesifikasi dari Penelitian Akhir	115
4.2 Analisis Kritis atas Penelitian Akhir	115

4.3 Pelajaran Yang Diperoleh	117
------------------------------------	-----

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	118
----------------------	-----

5.2 Saran	118
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	120
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Baterai Leaclanche	9
Gambar 2.2	Para Penemu Baterai	10
Gambar 2.3	Zat Pelarut dan Zat Terlarut	13
Gambar 2.4	Perbandingan Daya Hantar Larutan	14
Gambar 2.5	Sel Galvanik atau Sel Daniel	19
Gambar 2.6	Macam-macam Bentuk Baterai Silinder	21
Gambar 2.7	Baterai Zinc - Carbon (Sel Leclanché)	22
Gambar 2.8	Sel-sel yang Digunakan Pada Baterai Lead Acid	23
Gambar 2.9	<i>LG Spiral Wound Cylindrical Cell</i>	23
Gambar 2.10	Kontruksi Dasar Baterai yang Berbentuk Kancing dan Koin ..	24
Gambar 2.11	Macam-macam Baterai Yang Berbentuk Kancing dan Koin ..	24
Gambar 2.12	Elektroda yang Betumpuk-tumpuk	25
Gambar 2.13	Kontruksi Sel <i>Bipolar</i> Pada Sebuah Baterai Flow	26
Gambar 2.14	Bahan Separator Pada Baterai	26
Gambar 2.15	Hirarki Klasifikasi Baterai	28
Gambar 2.16	(a) Struktur dari Baterai Zinc Carbon dan (b) Struktur dari Baterai Zinc Chloride	30
Gambar 2.17	Baterai Alkaline Dengan Berbagai Bentuk dan Ukuran	31
Gambar 2.18	Macam-macam Ukuran Baterai Silver Zinc	33
Gambar 2.19	Baterai Zinc Air dengan Bentuk Kancing (<i>Button</i>)	35
Gambar 2.20	<i>Water Activated Battery</i>	40

Gambar 2.21	Proses Pengisian (<i>Charging</i>) dan Pengosongan (<i>Discharging</i>) Pada Baterai Lead Acid	43
Gambar 2.22	Peringatan Keselamatan Baterai Lead Acid	49
Gambar 2.23	Baterai Nickel Cadmium (NiCd)	51
Gambar 2.24	Baterai Nickel Metal Hydride (NiMH)	53
Gambar 2.25	Baterai Nickel Hydrogen (Ni-H ₂)	56
Gambar 2.26	Bagian dalam Baterai Lithium Ion	61
Gambar 2.27	Baterai Lithium Polymer	62
Gambar 2.28	Skematik dari Baterai Sodium Sulphur	66
Gambar 2.29	Baterai Redox	67
Gambar 2.30	Baterai Zebra	68
Gambar 2.31	Skema dari DMFC	72
Gambar 2.32	Baterai <i>Pack</i>	78
Gambar 2.33	Diagram Blok Pengujian Baterai Lead Acid	81
Gambar 3.1	(a) Ilustrasi baterai dalam keadaan terisi penuh, (b) Ilustrasi baterai saat mengeluarkan arus dan (c) Ilustrasi baterai dalam keadaan tak terisi (<i>discharge</i>)	85
Gambar 3.2	<i>Turnigy Charger</i>	86
Gambar 3.3	<i>Inverter Modified Sinewave 500W Type TBE</i>	88
Gambar 3.4	Baterai <i>Conventional</i> dengan Tegangan 12V 5Ah	89
Gambar 3.5	Baterai <i>Maintenance Free</i> dengan Tegangan 12V 5Ah	89
Gambar 3.6	Baterai <i>Conventional</i> dengan Tegangan 12V 7Ah	90
Gambar 3.7	Baterai <i>Maintenance Free</i> dengan Tegangan 12V 7Ah	90

Gambar 3.8	Skema Pengisian Baterai	91
Gambar 3.9	Skema Pengosongan Baterai	91
Gambar 3.10	Grafik Kenaikkan Tegangan Saat <i>Charge</i> (a) Baterai 5 Ah Rate 1,5A dan (b) Baterai 7 Ah Rate 2A	102
Gambar 3.11	Grafik Penurunan Arus Saat Charge (a) Baterai 5 Ah Rate 1,5A (b) Baterai 7 Ah Rate 2A	103
Gambar 3.12	Grafik Penurunan Tegangan Saat <i>Discharge</i> (a) Baterai 5 Ah Beban Lampu 5W (b) Baterai 7 Ah Beban Lampu 10W	105
Gambar 3.13	Grafik Penurunan Arus Saat <i>Discharge</i> (a) Baterai 5 Ah Beban 5W (b) Baterai 7 Ah Beban 10W	106
Gambar 3.14	Grafik Penurunan Daya Saat <i>Discharge</i> (a) Baterai 5 Ah Beban Lampu 5W (b) Baterai 7 Ah Beban Lampu 10W	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bahan Kimia Yang digunakan Sebagai Elektroda Baterai	12
Tabel 2.2	Dimensi Rangka Baterai	21
Tabel 2.3	Merupakan Keterangan Gambar 2.18	33
Tabel 3.1	Pengisian Sedang Baterai <i>Conventional 5 Ah</i>	92
Tabel 3.2	Pengeluaran Sedang Baterai <i>Conventional 5 Ah</i>	94
Tabel 3.3	Pengisian Sedang Baterai <i>Maintenance Free 5 Ah</i>	95
Tabel 3.4	Pengeluaran Sedang Baterai <i>Maintenance Free 5 Ah</i>	96
Tabel 3.5	Pengisian Sedang Baterai <i>Conventional 7 Ah</i>	97
Tabel 3.6	Pengeluaran Sedang Baterai <i>Conventional 7 Ah</i>	98
Tabel 3.7	Pengisian Sedang Baterai <i>Maintenance Free 7 Ah</i>	100
Tabel 3.8	Pengeluaran Sedang Baterai <i>Maintenance Free 7 Ah</i>	101