

Volume 9, Nomor 2, Desember 2012

ISSN : 1693-9816

JURNAL

REKAYASA

TEKNIK MESIN - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK SIPIL



**Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

Jurnal Rekayasa	Vol. 9	No. 2	Halaman 141 - 240	Jember Desember 2012	ISSN 1693-9816
----------------------------	---------------	--------------	------------------------------	---------------------------------	---------------------------

ISSN : 1693-9816

JURNAL REKAYASA

Merupakan jurnal ilmiah yang memuat artikel ilmiah hasil penelitian atau kajian Konseptual/analisis kritis dalam bidang ilmu-ilmu rekayasa

DEWAN REDAKSI

- Pimpinan Redaksi : Anik Ratnaningsih
- Sekretaris Redaksi : Gusfan Halik
- Penyunting Ahli : Teguh Heryanto (ITS)
Indra Surya (ITS)
R. Sudaryanto (UNEJ)
Soeharto (ITS)
Achmad Wicaksono (UNIBRAW)
H. Soebagio (ITS)
- Anggota Redaksi : Ahmad Hasanuddin
Indra Nurtjahyaningtyas
Krisnamurti
Widyono Hadi
Azmi Saleh
Andi Setiawan
R. Koekoeh
Mahros Darsin
Digdo Listyadi
- Pelaksana Tata Usaha : Sri Sukmawati
Gifta Dahmadiar

Alamat Redaksi :

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS JEMBER
Jl. Slamet Riyadi No. 62, Jember, Jawa Timur

Web: http://jurnal_rekayasa.blogspot.com

E-mail : rekayasa_unej@ymail.com

Telp./Fax. : 0331-484 977

Rekening Bank : Ibu Sri Sukmawati No. 0129 570 883
BNI Kantor Cabang Jember

Volu

JU

I

TEK



Jurnal
Rekayasa

JURNAL REKAYASA

KATA PENGANTAR

Jurnal Rekayasa yang diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember merupakan jurnal yang memuat artikel ilmiah hasil penelitian atau kajian konseptual/analisis kritis di bidang ilmu-ilmu rekayasa yang dilakukan oleh para dosen, peneliti dan pakar bidang ilmu rekayasa. Penerbitan artikel ilmiah secara berkala diharapkan dapat meningkatkan penyebaran informasi hasil penelitian maupun pemikiran yang dapat menambah kualitas ilmu rekayasa di Indonesia pada khususnya dan di dunia internasional pada umumnya.

Berbagai bidang kajian dalam disiplin ilmu rekayasa menjadi tema inti dan ciri jurnal ilmiah ini, sehingga dalam edisi Desember 2012 inipun berisi berbagai topik, tetapi masih dalam bidang ilmu rekayasa.

Sejak penerbitan edisi ke-4, Jurnal Rekayasa mengalami perubahan format ukuran kertas dari semula berukuran B5 menjadi ukuran A4 untuk menyesuaikan dengan ketentuan Jurnal Ilmiah yang berlaku di Indonesia.

Akhirnya redaksi berharap semoga kehadiran Jurnal Rekayasa dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi peningkatan kualitas penelitian di bidang ilmu-ilmu rekayasa di Indonesia .

Jember, Desember 2012

Redaksi

JURNAL REKAYASA

DAFTAR ISI

1. Pengaruh Kontaminan Debu Semen Terhadap Flashover Isolator Gantung 141 - 150
Suprihadi Prasetyono
2. Karakteristik Panas Motor Elektrik Melalui Suatu Model Reduksi 151 - 162
Samsul Bachri
3. Perancangan Desain Sistem Hibrid antara PLTS dan PLTD dengan Metode Sekuensial untuk Menjaga Kontinuitas Suplai Beban di BTS PT. Telkomsel Pulau Bawean-Gresik 163 - 170
Widjonarko
4. Analisis Kapasitas Sambungan Gigi Tunggal dan Sambungan Gigi Majemuk Pada Kayu Keruing, Bangkirai dan Kamper 171 - 180
Hernu Suyoso, Ketut Aswatama Wiswamitra, Wachid Hasyim
5. Kajian Teknis Pemilihan Lokasi TPA Regional di Kabupaten Bangkalan 181 - 192
Rusdiana Setyaningtyas
6. Pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Data Multi Temporal Citra Satelit untuk Evaluasi Konservasi Lahan dengan Metode Vegetatif 193 - 204
Sri Sukmawati, Muhammad Taufik, Teguh Haryanto
7. Simulasi Pengaturan Torsi Motor 1 Fasa Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan 205 - 216
Widyono Hadi
8. Keselarasan (*Alignment*) Strategi Proyek dengan Strategi Bisnis Industri Jasa Konstruksi (Studi Kasus: Kontraktor Di Surabaya) 217 - 222
Anik Ratnaningsih
9. Identifikasi dan Desain *Controller* Pada *Trainer Feedback Pressure Process Rig 38 - 714* 223 - 230
Satryo Budi Utomo
10. Konstruksi Objek Bahan Gelas dari Bentuk Dasar Benda-Benda Standar 231 - 240
Nelly Oktavia Adiwijaya, Kusno, Firdaus Ubaidillah

DESAIN SISTEM HIBRID (PLTS, PLTD) DENGAN MENGOPTIMALKAN KERJA BATERAI PADA SISTEM CHARGE DISCHARGE (CDC) UNTUK MENJAGA KONTINUITAS SUPLAJ BEBAN DI BTS REMOTE AREA

Widjonarko¹

ABSTRACT: Continuity power in BTS remote areas became a separate issue for providers of telecommunications services. The electric power supply available on the current system (existing) using diesel (PLTD), the existing system has a problem in keeping continuity electrical power to the load, it is because enough fuel distribution and relatively costly step and the genset maintenance/troubel, which takes a long time. Overcoming the problems of continuity of electrical power and efficiently, it needs a combination of three power suplay (Hybrid System) : Solarcell System, Generator system and optimize battery while discharge by assigning catu southwestern solarcell as catu primary resource, as the depositary battery electric charge and backup power supply catu second and third generator as backups power supply work at the moment all catu southwestern experiencing problems. The changing existing system of power to design a system to optimize hybrid with a system design work on a system can keep batteries charge-discharge continuity catu power to load with the failure of xxx % catu resources supply that can optimally telecommunication network work. (systems analysis charge-discharge)

Keywords: Hybrid-System, Solarcell, Bateray, Genset, Charge-dischargesystem, BTS (Base Transceiver Station), mains supply, backup supply.

PENDAHULUAN

Permasalahan menjaga kontinuitas catu daya oleh provaider seluler di BTS *remote area* menjadi hal yang sangat penting dan menuntut *provider* telekomunikasi berpikir keras mengatasi masalah penyediaan daya listrik secara kontinyu di daerah-daerah *remote area*. Penggunaan satu catu daya yang berasal dari tenaga diesel (PLTD) sering menjadi kendala tidak dapat memenuhi kontinuitas daya listrik keperluan BTS yang disebabkan distribusi suplai bahan bakar yang langka dan harga *relative* mahal serta adanya *maintenance* genset yang membutuhkan waktu dan berdampak putusnya jaringan telekomunikasi.

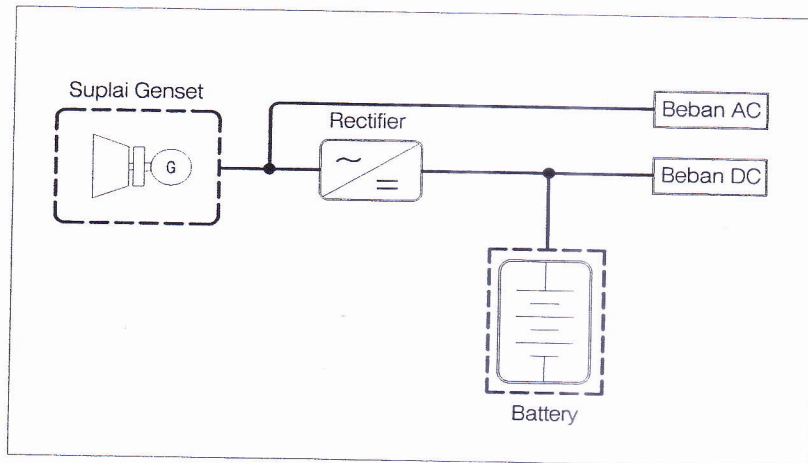
Mengatasi beberapa permasalahan kontinuitas daya di BTS *remote area*, penulis mencoba melakukan desain alternative sistem hybrid kombinasi antara catu daya listrik yang berasal dari solarcell, baterai dan genset dengan menetapkan catu daya *Solarcell* sebagai *main supply*, baterai dan Genset sebagai *backup supply*.

Identifikasi Sistem Existing

Untuk mengidentifikasi sistem *existing* dilakukan survei BTS yang berada dalam *remote area* sebagai dasar mengetahui jumlah beban sebenarnya, jumlah baterai bank yang

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

telah ada dan kapasitas genset terpasang sebagai acuan untuk mendesai sistem *hybrid*. Gambaran prinsip kerja dari sistem yang ada di BTS *remote area* relatif sama dan dapat dilihat diagram blok *existing* dibawah ini.



Gambar 1. *Single line Diagram System Existing*

Gambaran *single line* diagram diatas adalah sistem di *backup* satu catu daya yang berasal dari genset, saat genset bekerja maka genset akan mensuplai beban dan melakukan proses *charging* ke baterai, saat genset tidak bekerja atau terjadi gangguan, maka akan terjadi proses *discharge* samapi kapasitas baterai sudah tidak dapat lagi mensuplai beban dan perangkat BTS akan mati.

Tabel 1. Data perangkat *existing*

No.	Nama	Kapasitas	Jml	Tegangan
1.	Genset	30 kVA	1	220Vac
2.	AirConditioner AC	1 PK	2	220Vdc
2.	Lampu Penerangan	10 Watt	2	220Vdc
5.	Baterai	@ 2000 Ah/ 2V	24	48Vdc
6.	Radio	25A	1	48Vdc
7.	Fan	2.5A	2	48Vdc
8.	Rectifier	200A	1	220Vac/ 48Vdc

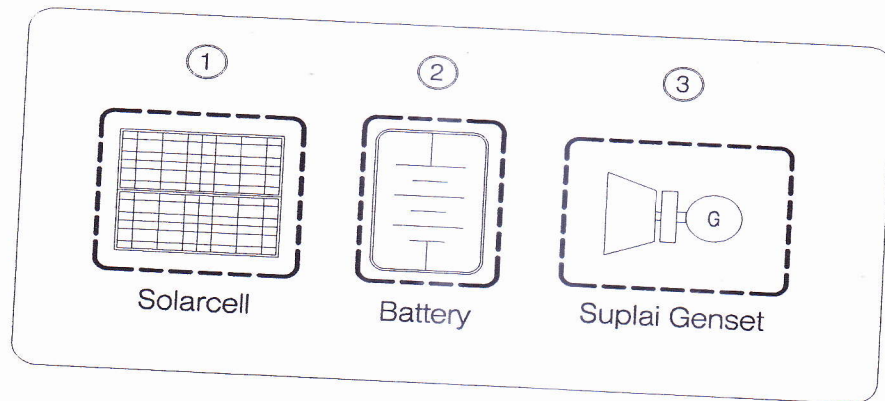
Dari data tabel diatas kita dapat melihat bahwa untuk menyuplai beban dan baterai sistem menggunakan genset kapasitas 30kVA, dalam sistem di BTS ada 2 katagori suplai beban yaitu beban DC dan Beban AC ; Beban DC seperti charge *rectifier* sebesar 200A max yang digunakan untuk charger baterai sebesar 2000Ah/ 2Volt sebanyak 24 buah dihubung seri menjadi 48 Volt. Untuk mengatur tegangan/ arus yang dikeluarkan *rectifier* dalam mencatu perangkat dan *charging* ke baterai sebesar 130ampere dengan pembagian arus charge ke baterai 100 ampere dan arus ke beban perangkat 25 ampere ditambah 2 DC FAN standby masing-masing 2,5 ampere.

Pada beban AC ; *rectifier* menggunakan 8 buah *power supply*, masing-masing membutuhkan daya sebesar 1200 watt sehingga total daya untuk *rectifier* sebesar 9600 watt dengan kemampuan hantar arus sebesar 200A/48Vdc, beban DC lainnya adalah 2

airconditioner AC masing-masing membutuhkan daya sebesar 746 watt dengan total daya 2 beban AC sebesar 1492 watt. Kemudian untuk penerangan membutuhkan daya sebesar 20 watt. Sehingga total daya AC yang di butuhkan oleh sistem adalah sebesar 11.112 watt.

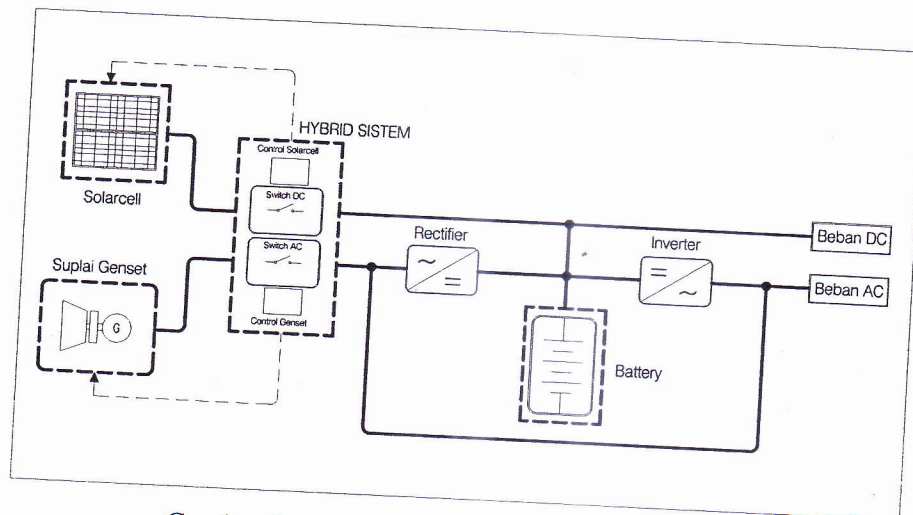
Desain Sistem hibrid

Dalam mendesain sebuah sistem *hybrid* diperlukan komitmen atau aturan yang tepat untuk mengatur tugas perangkat dalam tahapan proses sebuah sistem sehingga sistem dapat menyelesaikan permasalahan catu daya. Ada 3 kombinasi catu daya listrik yang didesain dalam sistem *hybrid* untuk membackup beban secara bergantian sehingga kontinuitas daya ke beban terjaga yaitu *solarcell*, baterai dan genset seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2. Sistem *Hybrid* dengan 3 catu daya

Penetapan urutan catu daya merupakan hal yang paling penting pada sistem *hybrid* dalam mengambil keputusan sesuai tahapan. Dalam desain sistem *hybrid* ditetapkan *solarcell* sebagai catu daya utama, baterai sebagai penyimpan muatan listrik sekaligus *backup supply* catu daya kedua dan Genset sebagai *backup supply* daya ketiga bekerja pada saat semua catu daya mengalami permasalahan.



Gambar 3. *Single line Diagram Hybrid System*

Gambar diatas menjelaskan *Solarcell* bekerja mensuplai beban DC dan melakukan proses *charging* ke baterai sampai *solarcell* melepas beban karena output tegangan *solarcell*

berada pada batas bawah setting .. ≤ 48 Vdc dan akan terjadi proses *discharge* baterai ke beban DC sampai baterai berada pada setting rendah (low bat) .. ≤ 44 , kemudian sistem hibrid akan memberi perintah (*trigger*) kepada genset untuk *running* apabila catu daya *solarcell* belum kembali. Saat genset *running* maka genset akan *backup* seluruh beban dan melakukan proses *charging* ke baterai sampai kontrol kapasitas baterai memberikan sinyal ke sistem *hybrid* bahwa baterai dalam kondisi penuh (batas setting tinggi) dan sistem *hybrid* akan memberi perintah kepada genset untuk *off* sehingga baterai kembali mensuplai beban DC. Saat keadaan kembali normal maka *solarcell* akan bertindak sebagai *main supply*.

Perhitungan Kebutuhan Solarcell

Untuk menghitung kebutuhan berapa banyak jumlah panel yang akan direncanakan diperlukan data beban DC yang di suplai oleh *Solarcell*. Melihat data tabel 1 maka dapat dihitung daya untuk beban-beban DC sebesar 130A/ 48Vdc, sehingga diperlukan daya *Solarcell* sebesar ;

$$\begin{aligned} \text{Daya (solarcell)} &= I \times V \\ &= 130 \times 48 \\ &= 6240 \text{ watt} \end{aligned}$$

Dari kebutuhan daya diatas dapat kita asumsikan direct curent selama 10 jam sebesar 62.400Wh/ hari dan asumsi energi matahari yang dapat dikonversi dalam 1 hari adalah 5 jam sedang kapasitas panel *solarcell* terbesar dipasaran 240 watt.peak maka dapat dihitung jumlah panel *solarcell* yang dibutuhkan sebanyak;

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel solarcell} &= \frac{\text{Total daya/hari}}{\text{asumsi konversi energi min} \times \text{besar kapasitas daya 1 panel}} \\ &= \frac{62.400 \text{ W}}{5 \text{ jam} \times 240 \text{ watt peak}} \\ &= 52 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas sistem *hybrid* membutuhkan panel *solarcell* sebanyak 52 panel dengan kapasitas total daya yang dikeluarkan sebesar 62.400 watt sama dengan arus sebesar 130A, sehingga sistem *hybrid* dengan catu daya *solarcell* sudah memenuhi kebutuhan 10 jam.

Perhitungan kebutuhan Baterai

Perhitungan jumlah baterai yang di butuhkan untuk mendesain sistem *hybrid* ini meng asumsikan lama waktu *discharge* untuk mengantisipasi bila hujan/mendung terus-menerus selama 2 hari atau 48 jam berturut-turut dengan kapasitas *dischager* baterai DOD 40 % untuk menjaga life time baterai sesuai dari karakteristik baterai jenis VRLA . Pada sistem *hybrid* yang didesain saat baterai *discharge* maka beban DC yang harus di suplai sebesar 30A sehingga dapat dihitung;
Kapasitas baterai dengan DOD 40% ;

discharge baterai ke
 udian sistem hibrid
 catu daya solarcell
 seluruh beban dan
 memberikan sinyal
 dan sistem hybrid
 i mensuplai beban
 main supply.

$$\begin{aligned}
 &= I \text{ beban} \times \text{Autonomi (48 jam)} \\
 &= 30 \times 48 \\
 &= 1,440 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Maka di dapat Ah kapasitas baterai sebesar;

$$\begin{aligned}
 &= 1,440 \text{ Ah} \times 2.5 \\
 &= 3600 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka sistem hybrid dapat menentukan kapasitas baterai yang tepat dan mudah dipasaran adalah 800Ah/ 12Vdc ;

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah bank baterai} &= \frac{\text{Total kebutuhan daya}}{\text{besar daya per blok baterai}} \\
 &= \frac{3600}{800} \\
 &= 5 \text{ bank}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah baterai tiap bank} &= \frac{\text{tegangan per bank}}{\text{besar tegangan per blok baterai}} \\
 &= \frac{48}{12} \\
 &= 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Untuk mencukupi kebutuhan Ah baterai pada sistem hybrid ini diperlukan jumlah baterai sebanyak 20 buah baterai.

Tabel 2. Data perangkat existing dan sistem hybrid

data perangkat existing	Data perangkat desain sistem Hybrid
Baterai @ 2000 Ah/ 2V (24 buah)	Baterai @ 800 Ah/ 12V (20 buah)

Perhitungan kebutuhan Daya Genset

Untuk menghitung kapasitas daya genset yang akan mensuplai beban AC sesuai tabel 1

sebesar 11.112 watt. Untuk lebih efektifnya genset bekerja pada 80% beban maksimalnya agar genset dapat mencapai nilai efisiensi yang tinggi. Sehingga besar genset yang di perlukan dalam mencatu daya sistem hybrid adalah genset dengan kapasitas 16 kW yang ada dipasaran.

Perhitungan Lama Waktu Proses Charge Baterai Sistem Hybrid

Dari perhitungan desain sistem hybrid diatas kita dapat menghitung berapa lama proses charging baterai apabila baterai dalam keadaan kosong.

$$\text{Kapasitas baterai} = 800 \text{ Ah.}$$

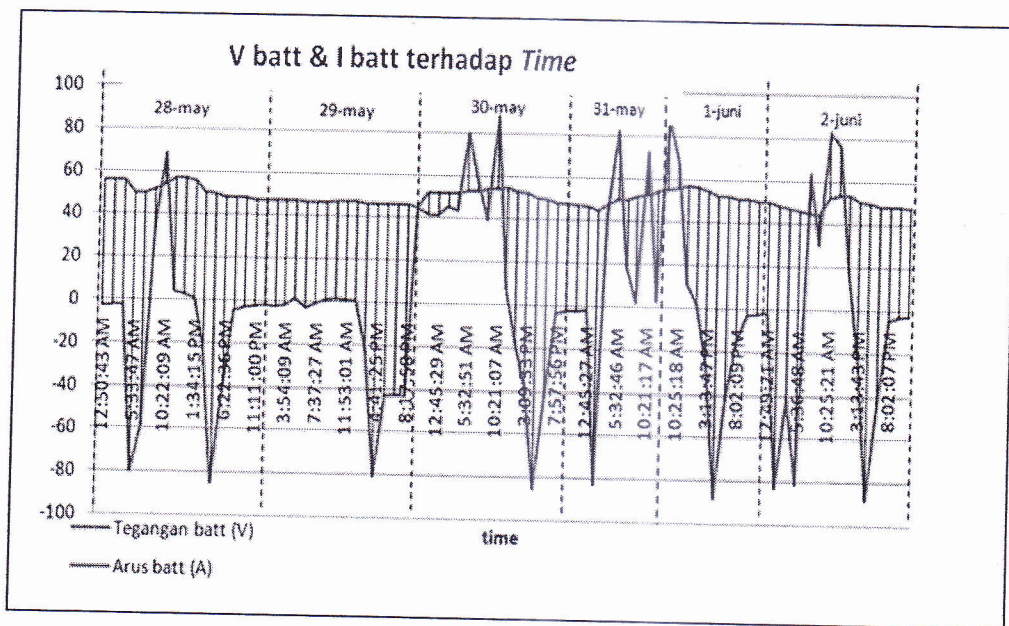
$$\begin{aligned}
 T_R &= \frac{Ah_R}{I_R} \\
 &= \frac{3600}{100} = 36 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Lama waktu recharge baterai setelah proses *discharge* baterai yakni sesuai dengan *setting* baterai DOD 40% .

$$T_R = \frac{Ah_R \times D\%}{I_R}$$

$$= \frac{3600 \times 40\%}{100} = \frac{1440}{100} = 14.4 \text{ jam}$$

Hasil proses *charge* dan *discharge* baterai yang diambil dari data *logger* kontroler *solarcell* selama 5 hari dari tanggal 28 may-02 juni 2012 ditampilkan dalam grafik dibawah ini.



Gambar 4. Tegangan dan Arus Baterai terhadap Waktu

Dari grafik pengujian baterai selama 6 hari seperti pada gambar diatas kita dapat meninjau bahwa pada;

- hari pertama (28/05) terjadi proses *discharge* antara pukul 00:50 – 07:09 dengan nilai *discharge* max sebesar 80.3A, kemudian proses *charge* terjadi antara 07:10-15:10 dengan nilai *charge* max sebesar 68.3A, kemudian pada pukul 15:00-24:00 terjadi proses *discharge* dengan nilai max sebesar 85.1A.
- hari kedua (29/05) pada siang hari antara pukul 07:37-15:00 terjadi mendung sehingga proses *charge* ke baterai kurang optimal, kemudian pada pukul 15:00-21:30 terjadi proses *discharge* dengan nilai max sebesar 80.9A dan tegangan baterai telah mencapai batas *setting* terendah 45V, maka sistem mengaktifkan Genset untuk melakukan proses *charge* ke baterai dan ke beban, sampai solarcell aktif kembali, sehingga genset akan kembali *off*.
- hari ketiga (30/05) terjadi proses *charge* antara pukul 05:30-15:00 ke baterai dengan nilai max sebesar 87.7A, kemudian pada pukul 15:00-24:00 terjadi proses *discharge* dengan nilai max sebesar 85.4A.

- hari keempat (31/05) pada pukul 15:00-21:30 terjadi proses *discharge* antara pukul 00:30-03:30 dengan nilai max sebesar 82.9A dan tegangan baterai kembali mencapai batas setting terendah 45V, maka sistem mengaktifkan Genset untuk melakukan proses *charge* ke baterai dan ke beban, sampai solarcell aktif kembali, sehingga genset akan kembali *off*.
- hari kelima (01/06) terjadi proses *charge* antara pukul 05:30-15:00 ke baterai dengan nilai max sebesar 87.6A, kemudian pada pukul 15:00-24:00 terjadi proses *discharge* dengan nilai max sebesar 88.1A.
- hari keenam (01/06) terjadi proses *discharge* antara pukul 00:00 – 07:12 dengan nilai *discharge* max sebesar 83.2A terjadi proses *charge* antara pukul 07:12-15:13 ke baterai dengan nilai max sebesar 76.1A, kemudian pada pukul 15:00-23:14 terjadi proses *discharge* dengan nilai max sebesar 88.2A.

Indikasi Kegagalan masing-masing Catu Daya Solarcell

- Kegagalan Switching Kontroler ke baterai
Indikasi kegagalan catu daya *solarcell* terjadi, karena ketidakmampuan kontroler dalam melakukan *switching* (mengalirkan arus ke baterai).

Genset

Ada beberapa indikasi kegagalan catu daya Genset yang umumnya disebut dengan alarm, antara lain;

- Low batt, Solar Habis, Oil Pressure (OP), Water Temperature (WT)

Kesimpulan

Setelah melakukan analisa perhitungan dan pengujian pada desain sistem hibrid pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain sistem hibrid (PLTS, PLTD) dengan mengoptimalkan kerja baterai sistem charger *discharge* pada prinsip kerja berjalan sesuai sekuensial yang ditetapkan.
2. Kinerja sistem PLTS sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca.
3. Pada sistem hibrid (PLTS, PLTD) dengan mengoptimalkan kerja baterai sistem charger *discharge* diperlukan *switch controller* handal untuk mensuplai ke beban.

Saran

1. Sistem ini bisa diikuti dengan sekuensial yang benar, diharapkan controller *Solarcell* bisa menjadi 1 paket dengan controller sistem hibrid, sehingga untuk pengontrolannya bisa lebih luas dan dinamis.
2. Merancang sistem yang dikembangkan lebih baik dan dapat dikoneksikan dengan *software* yang sesuai dengan keinginan kita.

DAFTAR RUJUKAN

- Widjonarko, 2008. *Optimasi Kerja Baterai Charge Discharge Pada System Pengaturan Beban BTS Backbone (Power Management) Menggunakan Metode Pemrograman Dinamis Fuzzy*. Thesis, ITS, Surabaya.

Lubis, Abubakar dan Adjat Sudrajat. 2006. *Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik*. BPPT Press, Jakarta.

Strong, Steven J and William G. Scheller. 1993. *The Solar Electric House*. Chelsea Green ISBN 0-9637383-2-1.

A.F. Fitzgerad, 1990. *Mesin-mesin Listrik*. Jakarta: Erlangga.

Technical Manual Book, Application and use of the OPzV Batteris OPzV.

Richard C. Jones : Charge Control Option For Valve Regulated Lead Acid Batteries : 2004.

Technical Manual Book, Instalation and operation manual Turbo Charger™ T80.