

ISSN 1907-5995



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

KE-7 TAHUN 2012

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi



Inovasi Teknologi dan Informasi
untuk Optimalisasi Energi



STTNAS Yogyakarta, Sabtu 15 Desember 2012

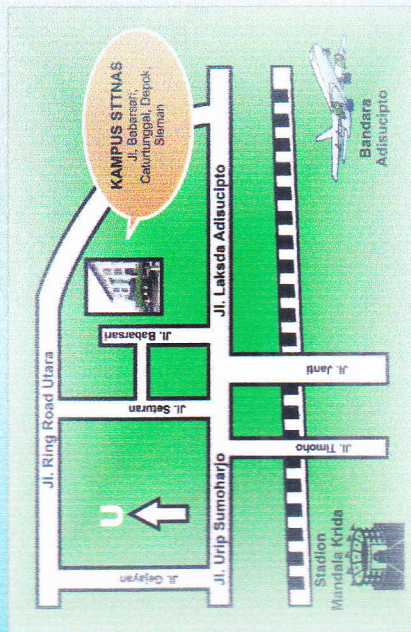


PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Inovasi Teknologi dan Informasi untuk Optimalisasi Energi

Ke-7 Tahun 2012

PETA LOKASI



www.sttnas.ac.id



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

KE 7 Tahun 2012

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi
Inovasi Teknologi dan Informasi untuk
Optimalisasi Energi

SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL
YOGYAKARTA

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	: Ketua STTNAS
Pengarah	: Pembantu Ketua
KetuaPelaksana	: Ir. Harianto, MT.
Sekretaris Pelaksana Staff Sekretariat	: Ir. Eka Yawara, MT. : 1. Sri Harjanti : 2. Sunah
BendaharaPelaksana	: Drs. Sukapdi
SeksiMakalah Koordinator	: : Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT.
Teknik Mesin	: Dr. Ratna Kartikasari, ST, MT.
Teknik Elektro	: Tugino, ST, MT.
Teknik Sipil	: Drs. H. Triwuryanto, MT.
Teknik Geologi	: Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS.
Teknik PWK	: Drs. Achmad Wismoro, ST, MT.
Teknik Pertambangan	: Ir. Ag. Isjudarto, MT.
Seksi Proseeding	: 1. Ir. Muhammad Abdulkadir, MT. : 2. Djoko Purwanto, ST.
Seksi Acara	: Sigit Budi Hartono, ST, MT.
Seksi Publikasi, Dokumentasi	: 1. ArisWarsita, ST, MT. : 2. Ferry Okto Satriya, ST. : 3. Ign. Purwanto : 4. H. Andiyanto, Amd.
Sponsor	: 1. Ir. Nizam Effendi : 2. Sulaiman Tampubolon, ST.

SAMBUTAN
KETUA PANITIA SEMINAR RETII KE-7 TAHUN 2012

Assalammu'alaikum Wr.Wb.
Salam sejahtera bagi kita semua

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga Seminar Nasional ReTII ke-7 Tahun 2012 dapat terlaksana. Tema seminar tahun ini yaitu : Inovasi Teknologi dan Informasi untuk Optimalisasi Energi.

Seminar Nasional ReTII ke-7 tahun ini diikuti oleh 100 pemakalah dengan rincian dari STTNAS sebanyak 16 pemakalah dan dari luar STTNAS sebanyak 84 pemakalah. Adapun institusi yang ikut antara lain : Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, IST" AKPRIND", Universitas Gadjah Mada, UPN "Veteran", ITS Surabaya, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Universitas Pancasakti Tegal, BATAN Jakarta,

Panitia mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada : para keynote-speech, PT. Pertamina (Persero) Jakarta, PT. PLN (Persero) Jakarta, PGN dan PT Freeport, para pemakalah, hadirin dan semua pihak yang telah ikut membantu dan mendukung kegiatan seminar ini.

Panitia telah bekerja semaksimal mungkin agar acara seminar berlangsung dengan baik dan lancer, namun apabila masih ada banyak kekurangannya mohon maaf yang sebesar-besarnya. Kritik dan saran dari para peserta sangat kami harapkan demi perbaikan acara seminar ditahun mendatang.

Akhirnya semoga Tuhan memberkati acara seminar ini dan bermanfaat bagi kita semua.
Amin.

Wassalammu'alaikumsalam, Wr.Wb.

Yogyakarta, 15 Desember 2012
Salam Hormat,

Ir. Harianto, M.T.
Ketua Panitia

SAMBUTAN KETUA STTNAS YOGYAKARTA

Dalam Rangka
Pembukaan Seminar Nasional
Rekayasa Teknologi dan Informasi (ReTII) ke 7
Yogyakarta, 15 Desember 2012

Assalammu'alaikum Wr.Wb.
Salam sejahtera bagi kita semua

Yang saya hormati Bapak Ketua YPTN beserta staff,
Yang saya hormati Bapak Prof. Dr. Indarto, DEA
Yang saya hormati Bapak/Ibu Pimpinan, staff dan dosen STTNAS serta panitia,
Yang saya hormati Bapak dan Ibu Tamu Undangan
Yang saya hormati seluruh Peserta Seminar

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT karena hanya dengan ridhoNya kita dapat berkumpul disini dalam rangka Seminar ReTII ke 7 dalam keadaan sehat wal afiat. Mudah-mudahan Allah SWT juga memberi kemudahan kepada panitia dalam menyelenggarakan seminar ini. Demikian juga kepada para peserta dalam mengikuti acara seminar ini.

Seminar ReTII kali ini merupakan yang ke 7 dan merupakan agenda tahunan STTNAS yang dimaksud agar dapat menjadi ajang temu para pakar untuk saling tukar pengalaman, informasi, berdiskusi, memperluas wawasan dan untuk merespon perkembangan teknologi yang demikian pesat. Selain itu diharapkan adanya kerja sama dari para pakar yang hadir sehingga menghasilkan penelitian bersama dan bersama-sama ikut memecahkan persoalan-persoalan teknologi untuk kemandirian bangsa.

Semoga Seminar ini dapat terselenggara dengan baik dan memenuhi harapan kita semua. Akhirnya saya ucapkan terima kasih kepada panitia dan semua pihak yang membantu sehingga acara Seminar ReTII ke 7 ini dapat terselenggara dengan baik. Jika ada yang kurang dalam penyelenggaraan Seminar ini, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya.
Salamat ber Seminar.

Yogyakarta, 15 Desember 2012
Ketua STTNAS

Ir. H.Ircham, M.T.
NIK : 19730070

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA	ii
SAMBUTAN KETUA PANITIA ReTII KE 7	iii
SAMBUTAN KETUA STTNAS	iv
DAFTAR ISI	v
TEKNIK ELEKTRO	
1. Penggunaan Algoritma Differential Evolution Dalam Penyelesaian Kombinasi Pembebanan Optimal Ekonomis Dan Emisi Pada Pembangkit Listrik Termal <i>Afner Saut Sinaga</i>	1
2. Kendali Level Kecepatan Motor DC Lima Tingkat dengan Rheostat (Resistance Control) Terintegrasi Safety Deadman Pedal Pada Sistem Kereta Api Berbasis PLC (Programmable Logic Control) <i>Arifin Wibisono, Jefri Setiawan, Leonardus Heru Pratomo</i>	7
3. Pengaruh Trafik Paket Aplikasi terhadap Kinerja Jaringan dengan Manajemen Bandwidth Fifo pada Warnet Rush Yogyakarta <i>Ayu Budi Setyawati, Damar Widjaja</i>	11
4. Pengembangan Indoor Location Based Service Menggunakan Wireless Positioning pada Android <i>Dwijayanto Gusti Parrangan, Y. Sigit Purnomo Wuryo Putro, B. Yudi Dwiandiyanta</i>	17
5. Power Monitoring Berbasis Mikrokontroler <i>Freddy Kurniawan</i>	23
6. Sistem Pemerolehan Informasi Makalah Ilmiah Berbahasa Indonesia Menggunakan Struktur Data Inverted Index Berbasis Ordbms Dengan Metode Pembobotan Tf-Idf <i>Justina S. Wulandari, JB Budi Darmawan</i>	29
7. Kendali Buck-Boost Mppt Berbasis Digital <i>Matias Chosta Agryatma, Slamet Riyadi, F. Budi Setiawan</i>	35
8. Sistem Penjejak Lokasi Sumber Suara Menggunakan Interaural Time Difference <i>Muhammad Afridon, Djoko Purwanto</i>	39
9. Sistem Pemerolehan Informasi Dokumen Makalah Ilmiah Berbahasa Indonesia Menggunakan Struktur Data Inverted Index Berbasis Hash Table Dan Ordered Linkedlist <i>Reza M. Darojad, JB Budi Darmawan</i>	45
10. Desain Kontroler Fuzzy Logic untuk Robot Pembersih Sampah dalam Ruangan <i>Tri Hendrawan Budianto, Irwan Dinata</i>	51
11. Kombinasi Vb dan Matlab untuk Pemrosesan Sinyal Radar Ransponder Rocket <i>Wahyu Widada</i>	57
12. Optimasi Kerja Baterai Charge-Discharge pada Sistem Pengaturan Beban (Power Management) di BTS (Base Transceiver Station) Remote Area Menggunakan Pengaturan Beban Dinamis <i>Widjonarko</i>	61
13. Perancangan Konverter Energi Berbasis Buck Chopper Untuk Panel Surya <i>Y. L. Christanto Wibowo, Ign Slamet Riyadi</i>	69
14. Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Beroperasi Stand Alone dengan Konverter Ky dan Maximum Power Point Tracking Berbasis Algoritma Neuro-Fuzzy <i>Adi Kurniawan, Mochamad Ashari, Dedet C. Riawan, Ilham Pakaya</i>	75
15. Rancang Bangun Water-Meter Digital dengan Transfer Data Melalui Short Message Service (SMS) <i>Joko Prasajo, Arif Basuki, Armansyah</i>	81
16. Peningkatan Kualitas Citra Digital Dengan Metode Non-Linear Filter <i>Agus Basukesti</i>	87
17. Estimasi Kanal MIMO OFDM Berdasarkan Perubahan Nilai Signal to Noise Ratio (SNR) <i>Anggun Fitriani Isnawati</i>	93

OPTIMASI KERJA BATERAI *CHARGE-DISCHARGE* PADA SISTEM PENGATURAN BEBAN DI BTS (*BASE TRANSCIEVER STATION*) *REMOTE AREA* MENGGUNAKAN PENGATURAN BEBAN DINAMIS

Widjonarko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik - Universitas Jember

Email: widjonarkost@yahoo.co.id

Abstraks

Keterbatasan daya listrik bagi Provider Telekomunikasi menjadi permasalahan yang sangat kompleks terutama pada BTS (*Base Transceiver Station*) *remote area* yang menerapkan sistem catu daya bergantian antara PLN dan genset dengan kombinasi 12 jam PLN ON/ Genset OFF dan 12 jam Genset ON/ PLN OFF, dan pemanfaatan kerja baterai hanya sebagai backup darurat saja disaat PLN OFF/ *Fail* dan Genset akan ON, ditambah permasalahan kualitas tegangan yang relatif fluktuatif akibat jauh dari penyulang dan hidupnya beban secara bersamaan yang mengakibatkan terjadinya *overcurrent* (*trip protection*).

Mengatasi permasalahan tersebut diperlukan desain sistem pengaturan beban (*Power Management*) dengan mendeteksi *power threshold* atau *limit current* tidak melebihi nilai setting dan menentukan daya sisa dari beban yang belum hidup dan pengoptimalan kerja baterai *charge and discharge* melalui pengontrolan kapasitas baterai menggunakan metode SOC (*state of charge*) serta mengubah baterai sebagai catu daya kedua setelah PLN OFF dan Genset menjadi catu daya darurat.

Hasil perancangan sistem desain pengaturan kombinasi tahapan prioritas beban utama ON dan beban kondisional yang hidup berdasarkan perubahan arus charge ke baterai yang semakin kecil dan menghindari terjadinya *trip* proteksi. Batasan setting SOC 60%-90% yang tepat dapat mengoptimalkan kerja baterai saat *charge discharge* dengan mengatur waktu saat *charge* lebih efektif 4 jam dan *discharge* efektif 8 jam yang dapat mengurangi kerja genset secara teknis memperpanjang masa pakai genset dan penghematan bahan bakar.

Kata kunci : *Power Management* (PM), *Charge Discharge* (CDC), *State Of Charge* (SOC), *Power Sensor* (PS), *Threshold Power* (P_{th}), *limit current*, *trip*.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan penyediaan daya listrik bagi perusahaan penyedia jasa layanan telekomunikasi (*Provider*) dalam perkembangannya selalu melebihi permintaan dari penyedia daya listrik (PLN), kebutuhan daya riil konsumen yang sangat besar dan terbatasnya pembangkit penyedia daya listrik berdampak pada kebijakan pembatasan penambahan daya listrik bagi pelanggan, terutama pelanggan dengan pemakaian daya listrik skala besar. Penambahan perangkat dan kualitas tegangan yang fluktuatif mengakibatkan terjadinya *overcurrent* (*trip protection*) melebihi daya kontrak PLN terpasang. Hal ini memaksa operator telepon seluler berpikir keras untuk mengatasi masalah penyediaan daya listrik yang kontinyu.

Beberapa sistem telah dikembangkan, baik yang tujuannya sekedar penyedia daya darurat asal *station* bisa *on-air* sampai dengan pengembangan sistem yang berhubungan dengan efisiensi dan optimalisasi daya yang ada. *Record* sistem yang pernah diterapkan di BTS pertama yaitu : menetapkan PLN sebagai catu daya utama (*main*) dan baterai dengan kapasitas daya besar digunakan sebagai *backup* daya darurat yang bekerja disela-sela catu daya utama *fail* sampai pemindahan catu daya ke genset. Alasan mendasar kenapa PLN sebagai catu daya utama

karena PLN merupakan penyedia energi listrik dengan biaya termurah dibandingkan dengan energi listrik menggunakan diesel-generator (genset) dan bahkan dengan energi alternatif lainnya. Pengembangan sistem kedua : mengatasi permasalahan keterbatasan daya menggunakan solusi menambah genset secara terpisah sebagai catu daya tambahan. (khusus mencatu beban tambahan) atau *backup* daya dengan 2 genset bekerja bergantian.

Penggunaan metode kedua penambahan genset terpisah atau 2 genset bekerja bergantian sebagai solusi menurut penulis kurang efektif dikarenakan ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dengan metode tersebut yaitu :

- a. Investasi besar (menambah genset dan pembangunan rumah genset).
- b. Pemeliharaan (pengawasan dan pemeliharaan rutin seperti mengganti oli, filter oli, filter solar serta pemeliharaan skala besar seperti turun mesin (*overhold*))
- c. Bahan Bakar (tingginya harga BBM dan ketersediaannya serta pertimbangan lokasi *site*).
- d. Di sisi management justru menjadi lebih rumit karena peningkatan populasi genset itu sendiri.

dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas maka menambah genset adalah merupakan solusi yang memerlukan biaya relatif besar.

2. TUJUAN

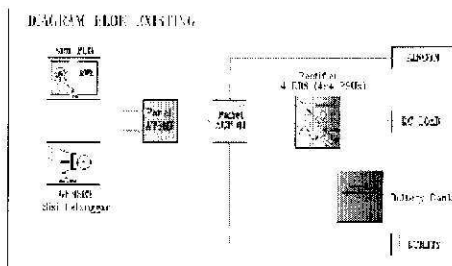
Adapun tujuan penelitian ini dapat menyelesaikan permasalahan keterbatasan catu daya dengan mengubah urutan sebagai berikut : PLN sebagai catu daya utama kemudian baterai dan genset. Untuk penambahan perangkat mendekati daya kontrak PLN dapat dilakukan dengan pengaturan beban (*power management*) serta mengoptimasi kerja baterai sebagai *backup* daya kedua dan mengubah genset sebagai *backup* daya ketiga.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam menyelesaikan penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan yang pertama, memperoleh data sistem existing yang digunakan sebagai acuan pembuatan sistem yang baru. Kedua : menentukan parameter beban (pengelompokan) untuk memperoleh kontinuitas daya dengan mendesain sistem *automatic charge discharge* baterai dan tiga : desain sistem pengaturan beban (*power management*) menggunakan pengaturan beban dinamis dan diimplementasikan.

3.1 Identifikasi Sistem Existing

Gambaran prinsip kerja dari sistem dapat dilihat diagram blok existing dibawah ini :



Gambar 3.1. Single Line diagram existing site remote area

Gambaran *single line* diagram di atas adalah sistem di *backup* 2 catu daya yang berasal dari PLN dan Genset dengan sistem ATSMF digunakan sebagai panel *automatic transfer switch main faillure* dari PLN (main) ke Genset (*backup* daya ke dua) berdasarkan sensing tegangan pada sisi catu daya utama, saat main *fail* beban DC di catu sementara oleh baterai dimana baterai hanya digunakan sebagai *backup* daya ketiga (emergensi) menunggu proses perpindahan *switching* dari kondisi catu daya PLN ke Genset setelah genset terjadi *start* dan pemanasan (*warming-up*) kurang lebih 3 menit. Saat *backup* baterai bekerja kondisi beban AC (*alternatif current*) seperti beban *Aircon* dan beban *utility* dalam kondisi *Off*, sampai kondisi catu daya diambil alih catu daya dari genset,

dengan kondisi ini kerja genset akan semakin sering. Adapun data catatan hasil survey jumlah perangkat pada *BTS remote area* adalah sama, selengkapnya dapat dilihat tabel dibawah :

Tabel 3.1 Data daya tersedia (PLN & Genset) di *BTS remote area*

Daya kontrak PLN	: 16,5 kVA
Batas Proteksi MCB 3 Phase kWh PLN	: 25 A
Kapasitas Genset (olympian)	: 25 kVA
Batas Proteksi MCB 3 Phase Genset	: 35 A

Tabel 3.2 Data beban AC (*Alternating Current*) *BTS remote area*

No	Beban AC	Kapasitas Daya (watt)	Kapasitas Arus	
			Arus Nomizal (A) per-hase	Arus starting (A) per-phase
1	Rectifier 4 EBS 22x6 16 PSUs (21200 watt Q=0.88)	21,574	32.6	48.7
2	Airconduoner1 (1.5 Pk) bergantian	1,343	6.1	9.1
3	Airconduoner2 (1.5 Pk) bergantian	1,345	6.1	9.1
4	Penerangan	500	2.3	3.4
5	Utility	500	2.3	3.4
Total beban		25,190	49.3	74.3

Dari analogi yang digambarkan di *single line* diagram existing dan tabel hasil survey beban AC, di mana beban perangkat dengan catu daya AC apabila bekerja secara bersamaan saat *main restore* atau saat catu daya oleh genset *ON*, maka total daya terserap oleh perangkat sesaat akan melebihi daya kontrak yang mengakibatkan terputusnya daya (*trip*) di sisi proteksi kWh, artinya tidak ada nilai toleransi untuk *start-up* (> 16500VA), sedang nilai actual perangkat setelah *start-up* mendekati nilai daya kontrak, akibat dari arus *charging* sesaat yang besar ditambah arus *star-up* perangkat lainnya seperti *Aircon* dan perangkat *utility* lainnya. *Rectifier* yang digunakan dalam hal ini jenis *switch mode* tidak menggunakan trafo daya (*full electronic*) dengan sistem tegangan positif (+) koneksi negatif grounding 48 Volt. Data untuk beban DC dapat dilihat di tabel bawah ini :

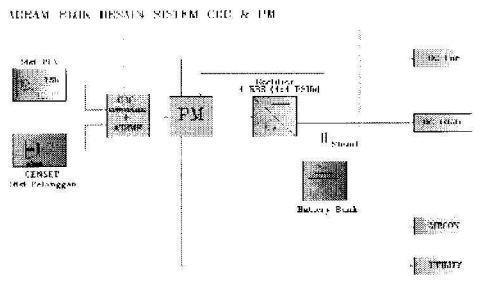
Tabel 3.3 Data beban DC (*Direct Current*) *BTS remote area*

No	Beban DC	Total Beban DC (A)
1	Battery 2V - 300Ah (48V DC) Imax charge 10% boost	80
2	DC Transmisi radio (line traffic normal)	25
3	2 unit DC Fan (48VDC)	5
Total Beban		110

Melihat hasil data di atas dengan kapasitas baterai 800 Ah dalam teori baterai arus charge (Imax) ke baterai ditentukan < 10% untuk menjaga *lifetime* baterai yang panjang dan untuk pengaturan tegangan output dari *rectifier* diselaraskan dengan tegangan pemeliharaan baterai baik saat kondisi *charge I_{bost}*, *I_{fast}* sampai dengan *I_{float}* dengan tujuan disamping melakukan proses *charge*, *rectifier* juga mencatu beban perangkat DC seperti perangkat radio (BTS) dan *link* ke BTS lainnya serta perangkat *Backbone*.

3.2. Perencanaan Desain Sistem

Dalam perencanaan ini dibagi dalam 2 sistem perencanaan yaitu pertama, membuat sistem kombinasi kontrol baterai *charge discharge* (CDC), baterai sebagai catu daya kedua dengan mengoptimalkan kapasitas Ah baterai serta dapat *remote* genset untuk mengganti catu daya utama apabila catu daya utama masih *fail* melakukan dengan sistem *automatic transfer switch main failure* (ATSMF). Kedua membuat sistem pengaturan beban (*power management*) menggunakan pengaturan beban dinamis untuk menjaga kontinyuitas daya. Gambaran desain sistem keseluruhan yang dibuat dapat dilihat di bawah ini



Gambar 3.2. Single line diagram desain sistem *charge discharge* (CDC) dan sistem *power management* (PM)

3.2.1 Recovery Charge Baterai

Proses *recovery* dalam pengisian baterai adalah melakukan proses *charge* sampai dengan kondisi mengembalikan 100% dari kapasitas Ah terpasang dengan arus mendekati 0A di mana titik terakhir *charge* sudah tidak efektif lagi karena perubahan arus kecil sekali dan memerlukan waktu yang panjang. Untuk mencari optimasi baterai sebagai perhitungan diambil data existing sebagai acuan *charge* maupun *discharge* di bawah ini :

Tabel 3.4 Data sistem BTS *remote area*

Ah Baterai	800	Ah
Sistem Tegangan DC	48	Volt
SOC	60% - 90%	(DOD 30%)
Ah Loss	240	Ah
PLN ON	12	Jam
PLN OFF	12	Jam
Rectifier Power/ Modul AC	1200	Watt
Arus Load DC perangkat	25	Ampere
Arus Load DC 2 Fan	5	Ampere
I bost max	80	Ampere
I fast 60% I bost	48	Ampere
I float 10% I bost	8	Ampere

Proses *charge* dalam suatu baterai yang optimal selain memperhitungkan perbandingan dari penjumlahan prosentase Ah saat *I_{bost}*, *I_{fast}* dan *I_{float}*, untuk menjaga *lifetime* baterai. Untuk proses *charge I_{bost}* diperlukan waktu yang pendek dari pada *charge I_{fast}* dengan persamaan sebagai berikut.:

$$T_{Recoveryi} = \frac{(Ah \times K_{(A:B:C)} \%) }{I_{(I\ Bost:I\ fast:I\ float)}}$$

Dimana :

$K_{(A:B:C)} \%$ = Kombinasi prosentase tahapan *charge* Ah baterai

Misal :

kombinasi 1 = (40 ; 50 ; 10)

Saat Charge *I_{bost}* $T_{Bost} = \frac{(800 \times 40\%)}{80} = \frac{320}{80} = 4 \text{ jam}$

Saat Charge *I_{fast}* $T_{Bost} = \frac{(800 \times 50\%)}{48} = \frac{400}{48} = 8 \text{ jam}$

Saat Charge *I_{float}* $T_{Bost} = \frac{(800 \times 10\%)}{8} = \frac{80}{8} = 10 \text{ jam}$

Dengan rumus yang sama selanjutnya didapat hasil hitungan sebagai berikut :

kombinasi 2 = (30 ; 40 ; 30)

- Saat Charge Iboost = 3 jam
- Saat Charge Ifast = 7 jam
- Saat Charge Ifloat = 30 jam

kombinasi 3 = (20 ; 30 ; 50)

- Saat Charge Iboost = 2 jam
- Saat Charge Ifast = 5 jam
- Saat Charge Ifloat = 50 jam

Dari perhitungan dengan 3 kombinasi prosentase tahapan Ah baterai yang berbeda untuk menentukan waktu charge baterai terpendek dengan waktu 1 charge boost yang pendek (waktu 1 fast > 1 boost) dengan pertimbangan life time baterai yang panjang.

3.2.2. Discharge Baterai

Dalam proses charge discharge cycle pertama dimulai dari proses discharge dengan 100% kapasitas baterai sampai dengan batas kapasitas bawah, sedang dalam proses discharge sebagai pengukuran diperlukan setting batas SOC yang dikehendaki yang paling optimal, misal setting SOC di 60% - 90% atau 30% DOD pemakaian, di mana batas atas < 90% adalah kondisi awal dimulai discharge sampai dengan batas terbawah adalah 60% artinya saat discharge kapasitas baterai yang tersisa 60% dan dilanjutkan dengan proses charge, dalam proses discharge besar I_L (arus load rata-rata) mempengaruhi waktu pengeluaran, semakin kecil I_L nilai discharge semakin panjang alias kapasitas lebih tinggi, adapun beban DC antara lain beban perangkat radio dan DC fan dimana beban perangkat mempunyai nilai yang berubah-ubah tergantung pemakaian sehingga data diambil rata-rata, sedang pada beban DC Fan kondisional artinya DC Fan ON apabila suhu dalam ruang diatas batas suhu setting ruang > 27 °C, dan kondisi OFF < 25 °C, untuk mengetahui waktu discharge digunakan persamaan 3.1 sebagai berikut :

$$T_d = \frac{Ah \times DOD \%}{I_L}$$

Saat cycle pertama discharge dengan setting 60%-90% di mana kapasitas baterai terhitung 100% , sehingga untuk 10% discharge pertama dinyatakan waktu tambah pada cycle pertama.

Untuk 10% pertama (DC Fan Off) :

$$T_{d(10\%,1)} = \frac{Ah_{(1,1)} \times D_{(1),\%}}{I_L} = \frac{800 \times 10\%}{25} = 3,2 \text{ jam}$$

Untuk 10% pertama (DC Fan On) :

$$T_{d(10\%,1)} = 2,6 \text{ jam}$$

Setting 30% kedua (DC Fan Off) :

$$T_{d(30\%,2)} = \frac{(Ah_{(1,1)} \times D_{(1),\%}) - (Ah_{(1,1)} \times D_{(2),\%})}{I_L} = \frac{(800 \times 10\%) - (800 \times 30\%)}{25} = 9,6 \text{ jam}$$

Untuk 30% pertama (DC Fan On) :

$$T_{d(10\%,1)} = \frac{240}{25 + 5} = 8 \text{ jam}$$

Jadi untuk cycle discharge pertama, dengan waktu min yang didapat :

I_{Load} DC Fan Off

$$T_{d(40\%,1)} = 12,8 \text{ jam}$$

$$T_{d(30\%,1)} = 9,6 \text{ jam}$$

I_{Load} DC Fan On

$$T_{d(40\%,1)} = 10,6 \text{ jam}$$

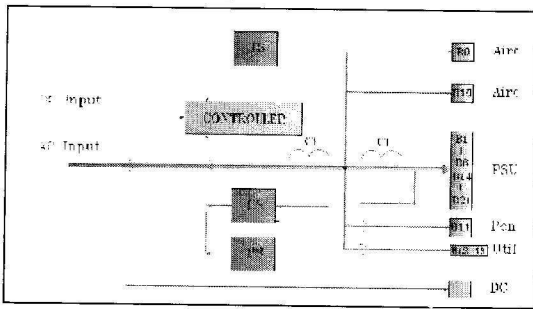
$$T_{d(30\%,1)} = 8 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan untuk kondisi discharge saat semua beban DC dianggap bekerja maka waktu yang diperoleh pada cycle pertama sebesar 10,6 jam dengan 40% dari Ah baterai dan dengan asumsi tegangan catu daya masih di atas batas aman perangkat > 45 V. Sehingga untuk discharge cycle kedua waktu min sebesar 8 jam.

3.2.3 Sistem Pengaturan Beban (PM)

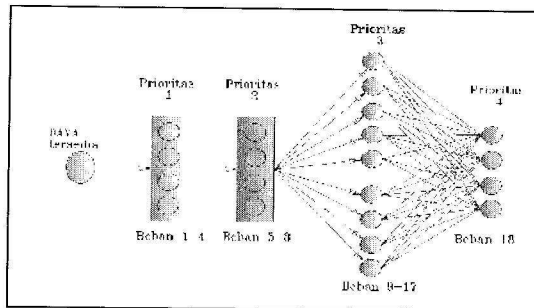
Dalam desain pengaturan beban ada beberapa tahapan yang harus dilakukan antara lain membuat

pengelompokan beban berdasarkan prioritas dan pengaturan penyalan beban berdasarkan sensing daya dan arus, untuk *monitoring* desain sistem ini dilengkapi dengan data *Logger*. Sistem desain yang direncanakan dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 3.3. Single line diagram desain sistem pengaturan beban (PM)

Desain sistem pengaturan beban menggunakan *controller* PLC LOVATO dengan bahasa pemrograman *LEADER* diagram di mana proses input maupun output dengan logika 1 dan 0. Untuk logika proses diperoleh dari setting sensing daya (PS), arus (CS) dan temperatur °C (TS) sebagai batasan beban dengan keluaran logika 1 – 0.



Gambar 3.4. Diagram logika jalur algoritma pengaturan beban dinamis

Diagram logika jalur algoritma dibagi 4 prioritas beban dengan pertimbangan besarnya beban DC dan kontiyuitas beban dapat dilihat dibawah.

Tabel 3.5 Beban dan prioritas beban

No	Nama Beban	Daya Beban	Prioritas	No	Nama Beban	Daya Beban	Prioritas
1	RBS1_PSU	200	1	1	FanRuang1	750	3
2	RBS2_PSU	200	1	2	Unit1	500	3
3	RBS3_PSU	200	1	3	Unit2	500	3
4	RBS4_PSU	200	1	4	RBS1_PSU3	1200	3
				5	RBS2_PSU3	1200	3
5	RBS1_PSU2	200	2	6	RBS3_PSU3	1200	3
6	RBS2_PSU2	200	2	7	RBS4_PSU3	1200	3
7	RBS3_PSU2	200	2				
8	RBS4_PSU2	200	2	8	RBS1_PSU3	1200	4
				9	RBS2_PSU3	1200	4
9	AirCon1 (bergantung)	400	3	10	RBS3_PSU3	1200	4
10	AirCon2 (bergantung)	400	3	11	RBS4_PSU3	1200	4

Dengan melihat tabel prioritas beban AC dan data beban DC existing maka didapat kombinasi beban dari prioritas 3 dan 4 adalah 2^6 . Untuk penentuan kombinasi beban dalam penelitian ini digunakan kombinasi acak yang sudah ditentukan berdasarkan kebutuhan dari kombinasi A sampai dengan kombinasi F (lampiran tabel kombinasi beban). Untuk dinyatakan bahwa daya sudah optimal dengan pengaturan beban apabila $P_{Tmin} < P_{kontrak PLN}$ sebesar 16.5 kVA saat kondisi *charge* ke baterai.

3.2.3.1 Sekuensial Penyalan PSUs

Jika terjadi PLN *restore* atau kapasitas baterai memenuhi batas bawah setting, maka 8 buah PSUs yang disebut dengan prioritas 1 dan prioritas 2 (mandatory) akan ON dengan perbedaan setting waktu penyalan untuk menghindari arus *start* yang tinggi dan cukup untuk mencatu semua beban DC prioritas dan sebagian kecil *charge* baterai. *Power Sensor* (PS) mendeteksi daya pada sektor *priority mandatory*, jika besarnya daya yang diserap dari sektor *priority mandatory* telah berkurang kurang dari nilai tertentu (P_{th}) maka PSUs selanjutnya akan ON dilanjutkan PSUs lainnya dengan *sekuensial* setting waktu. *Sekuensial* penyalan PSUs ini menggunakan ambang daya (*Threshold Power*) untuk menjamin kemudahan dalam penentuan parameter setting. Penggunaan ambang arus (*Threshold Current*) sulit dilakukan karena fluktuasi tegangan.

3.2.3.2 Sekuensial Load Shading

Sekuensial Load Shading dilakukan jika terdeteksi adanya kelebihan arus oleh *Current Sensor* (CS). Dalam *sekuensial load shading* ini urutan pelepasan beban dimulai dari :

- AirConditioner
- PSUs sektor 4
- PSUs sektor 3
- Pencerangan / Utility

3.2.3.3 Sekuensial Pengaturan Suhu

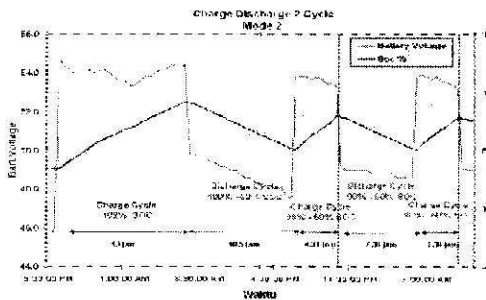
Pengaturan suhu ruangan *shelter* dengan memanfaatkan fasilitas kontrol suhu yang terdapat dalam desain sistem PM yang bekerja berdasarkan rambu-rambu suhu dan tegangan adapun proses pengaturan sebagai berikut :

- Penyalan AirCon1 dan AirCon2 secara bergantian, AirCon bekerja jika Temperature Sensor (TS) mendeteksi nilai temperatur di atas level setting terbawah $> T1$ dan CS tidak mendeteksi adanya overcurrent.
- AirCon akan dimatikan jika suhu di atas level setting tertinggi $> T2$ dan DC FAN akan dinyalakan artinya Aircon tidak mampu mendinginkan ruangan.
- Jika suhu di bawah level setting $< T1$, AirCon akan dimatikan dan DC FAN dimatikan artinya penghematan daya.

4. ANALISA DAN SIMULASI

4.1 Pengujian Charge Discharge Cycle

Dalam proses charge discharge pengambilan data yang diambil terdiri dari 2 Cycle dengan 2 mode yaitu mode pertama dengan satu daya berasal dari PLN dan genset, serta mode kedua dengan satu daya genset saja, penggunaan 2 mode dalam hal ini sebagai bahan perbandingan sistem yang optimal. Adapun grafik charge discharge dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik tegangan dan SOC terhadap waktu CDC 2 cycle mode

Dari grafik dapat diambil kesimpulan bahwa pada saat charge diperlukan waktu pendek dan saat discharge diperlukan waktu yang panjang.

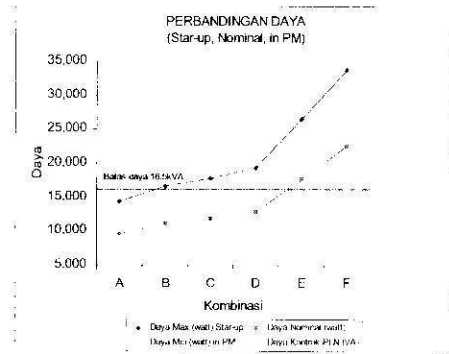
4.2. Pengujian Proses Pengaturan Behan (PM)

Pada pengujian desain pengaturan beban (PM) terbagi menjadi 6 kombinasi yaitu kombinasi A sampai dengan F yang dipilih secara acak berdasarkan pengelompokan beban dan prioritas beban dengan 3 tahapan daya perhitungan yang terdapat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Perbandingan daya pada kombinasi

No	Kombinasi/ Beban	Daya Max (watt) Star-up	Daya Nominal (watt)	Daya Kontrak PLN (VA)	Daya Min (watt) in PM
1	A	14.400	9.600	16.500	8.702
2	B	16.638	11.092		10.194
3	C	17.763	11.842		10.944
4	D	19.263	12.842		11.944
5	E	26.463	17.642		11.944
6	F	33.663	22.442		11.944

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik perbandingan daya yaitu daya saat star-up bersamaan (tahap 1), daya pada waktu mencapai nominal (tahap 2) dan daya dengan pengaturan beban dengan PM (tahap 3).



Gambar 4.2 Grafik daya terhadap kombinasi beban dalam sistem

Pada gambar grafik diatas kombinasi beban dengan semua beban ON dalam sistem yang aman dan tidak terjadi trip pada proteksi utama adalah menggunakan pengaturan beban (dengan PM) dengan sistem kerja mendeteksi power threshold dan limit current tidak melebihi setting dengan menunggu perubahan arus charge ke baterai yang semakin kecil sehingga beban pada prioritas 3 dan 4 (kondisional) ON setelah daya mencukupi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisa perhitungan pada desain sistem charge discharge dan pengaturan beban menggunakan metode pengaturan beban dinamis pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi sistem optimasi kerja baterai charge discharge baterai dengan batasan seting SOC 60%-90% serta pengaturan waktu saat charge Iboost, Ifast dan Ifloat didapat waktu charge yang efektifkan 4 jam dan mengurangi kerja genset sehingga efisiensi bahan bakar genset.
2. Power Management (PM) bekerja dengan rambu-rambu overcurrent dan undervoltage, jadi kemungkinan terjadi tripping MCB sangat kecil, karena pengaturan beban ON berdasarkan daya sisa.
3. Tidak terjadi degradasi usia baterai yang drastis akibat proses discharge yang lebih dalam (% SOC yang lebih tinggi dibandingkan sistem ATSMF (konvensional). Artinya jika dibandingkan dengan penghematan bahan bakar, konsekuensi financial akibat penurunan usia baterai masih dapat dikompensasi.

SARAN

Penyelesaian persoalan optimasi dalam penelitian ini menggunakan pengaturan beban dengan parameter sisa daya dan beban yang belum ON. Harapan penulis penelitian berikutnya dapat menggunakan metode lain seperti parameter sisa daya

serta menghitung kerugian dan
dengan ditinjau dari biaya .

DAFTAR PUSTAKA

- Technical Manual book, Application and
Use of the OPzV Batteris OpzV
- Richard C. Jones : Charge Control Option
For Valve Regulated Lead Acid Batteries :
agustus, 2004
- Laird, H.: Modeling and measurement of
diode rectifiers and their interaction with
shunt active filters. PhD Thesis,
University of Canterbury, Christchurch, New
Zealand. August, 2001
- [4] Phocos.: PL System design : PLS2 Shunt
Adptor Reference Manual,versi 2002
- [5] Magnetek manual tecnical Book : Integrated
power system System SY3-J025B mod 3F06.
- [6] A.J.Wood, B.F.Wollenberg, Power Generation,
Operation and Control, John Wiley & Sons Inc,
1984
- [7] Su C.Ching, Y.Yih Hsu, Fuzzy Dynamic
Programming : An Application to Unit
Commitment. IEEE Transaction on Power
System, Vol. 6, No.3, 1991