

**ANALISA EFISIENSI POWER PADA SISTEM KENDALI (*POWER CUBE*
1000) BTS XL AXIATA SITE ID E911**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan menempuh pendidikan program
Sarjana Program Studi Teknik Elektro

Disusun oleh:

Marko Agusmi Tumanggor

NPM: 14.812.0044



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 09 Oktober 2017



Marko Agusmi Tumanggor
14.812.0044

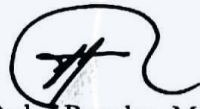
Judul Skripsi : Analisa Efisiensi Power Pada Sistem Kendali (*Power Cube*
1000) BTS XL Axiata Site ID E911

Nama : Marko Agusmi Tumanggor


NPM : 14.612.0044

Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc
Pembimbing I



Syarifah Muthia Putri, ST.MT
Pembimbing II

Mengetahui

Dekan

Ka. Program Studi



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)



(Syarifah Muthia Putri, ST.MT)

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISA EFISIENSI POWER PADA SISTEM KENDALI (*POWER CUBE 1000*) BTS XL AXIATA SITE ID E911

MARKO AGUSMI TUMANGGOR

NPM: 14.812.0044

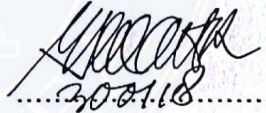
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 09 Oktober 2017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik

Program Studi S1 – Teknik Elektro

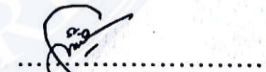
Fakultas Teknik

Susunan Dewan Penguji :

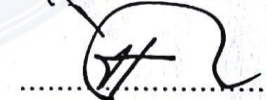
Ketua : Ir. H. Usman Harahap, MT


.....
30.01.18

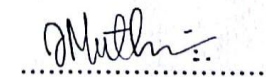
Sekretaris : Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT


.....

Penguji I : Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.SC


.....

Penguji II : Syarifah Muthia Putri, ST


.....

ABSTRAK

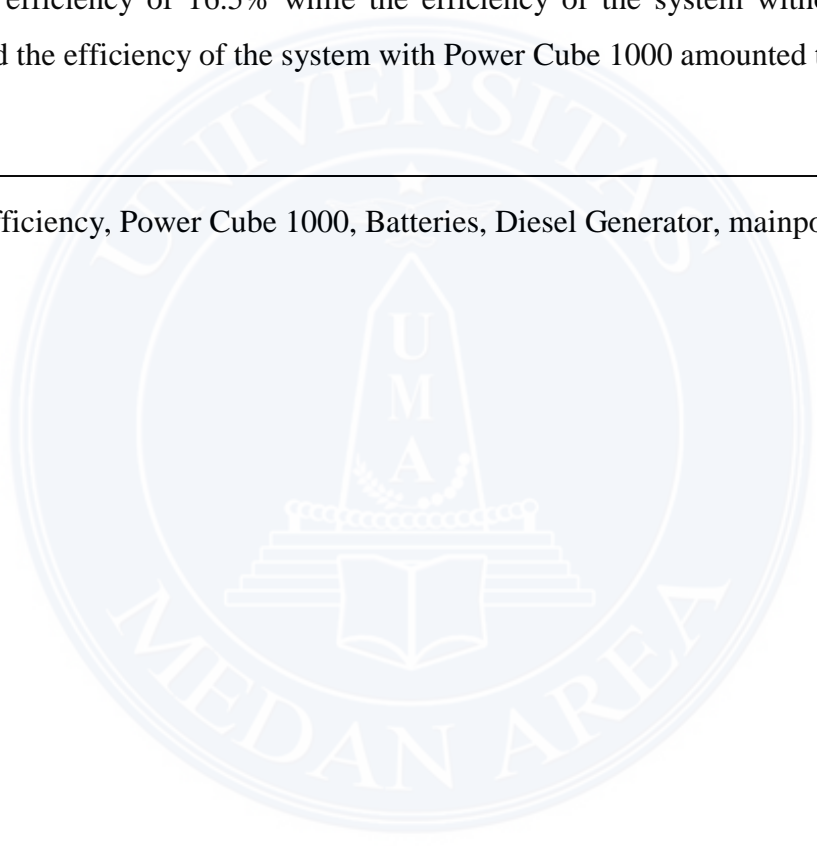
Pada bidang industri telekomunikasi, energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi. Dalam hal menjaga kontinuitas suplai listrik, digunakan Baterai dan Disel Generator sebagai suplai cadangan apabila *mainpower* (PLN) mengalami gangguan. Dengan adanya beberapa sumber energi listrik, XL-Axiata menggunakan Power Cube 1000 meningkatkan efisiensi penggunaan daya listrik. Power Cube 1000 mengontrol penggunaan Baterai dan pengoprasian Disel Generator. Penggunaan Power Cube 1000 peningkatan efisiensi sebesar 16,5% dimana efisiensi sistem tanpa Power Cube 1000 sebesar 69% dan efisiensi sistem dengan Power Cube 1000 sebesar 85,5%.

Kata kunci : Efisiensi, Power Cube 1000, Baterai, Disel Generator, *mainpower*.

ABSTRACT

In the telecommunication industry, electrical energy is a basic need that must be met. In terms of maintaining the continuity of electricity supply, used batteries and Diesel Generator as a backup supply when mainpower (PLN) impaired. With the multiple sources of electrical energy, XL-Axiata using Power Cube 1000 increase the efficiency of the use of electric power. Power Cube 1000 Battery operating and controlling the use of Diesel Generator. Use of Power Cube 1000 increasing efficiency of 16.5% while the efficiency of the system without Power Cube 1000 by 69% and the efficiency of the system with Power Cube 1000 amounted to 85.5%

Keywords : Efficiency, Power Cube 1000, Batteries, Diesel Generator, mainpower.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini adalah bagian dari kurikulum yang harus diselesaikan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada program studi Teknik Elektro, Universitas Medan Area. Adapun judul Skripsi ini adalah:

”ANALISA Efisiensi Power Pada Sistem Kendali (*Power Cube 1000*) BTS XL-Axiata Site Id E911”

Selama masa kuliah hingga penyelesaian Skripsi ini, penulis juga banyak mendapat dukungan, bimbingan, maupun bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bantuan, bimbingan, dan pengarahan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyusunan Skripsi ini;
2. Ibu Syarifah Muthiah Putri, ST.MT selaku Dosen Pembimbing 2 penulis yang senantiasa memberikan bimbingan dan banyak masukan selama perkuliahan dan penyusunan Skripsi ini;
3. Ketua Prodi Fakultas Teknik (FT) UMA, Faisal Irsan Pasaribu, ST.MT. yang telah banyak memberikan support untuk Skripsi ini;
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik penulis menuju jenjang Sarjana;

5. Seluruh staf pegawai Departemen Teknik Elektro FT UMA yang telah membantu penulis dalam pengurusan administrasi;
6. Ayah dan ibu serta keluarga saya yang telah memberi bantuan dukungan material dan moral;
7. Teman- teman melanjutkan 2014, Indah Pandika, M. Imam Syarif S, Henry, Samuel, dan lain- lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu;
8. PT. Putra Mulia Telekomunikasi, Maintenance Service untuk daerah Sumatera Utara dan Aceh;
9. Bapak Pengadapan Surbakti, Engineering Area Delitua yang selalu membantu dan support dalam pengumpulan data Skripsi ini;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini belum sempurna karena masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi isi maupun susunan bahasanya. Saran dan kritik dari pembaca dengan tujuan menyempurnakan dan mengembangkan kajian dalam bidang ini sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga penulisan Skripsi ini dapat berguna memberikan ilmu pengetahuan bagi kita semua dan semoga Tuhan Yang Maha Esa melindungi kita semua.

Medan, 09 Oktober 2017

Marko Agusmi Tumanggor

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	14
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Metoda Analisa	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Maksud Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
LANDASAN TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Shelter.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Generator Set (GENSET).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Mesin Diesel	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Generator	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 AMF (Automatic Main Failure) dan ATS (Automatic Transfer Switch)	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Baterai (baterry dan accu).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Battery Charger.....	Error! Bookmark not defined.

2.2.6	Panel ACOS.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.7	Sistem Pengaman Peralatan.....	Error! Bookmark not defined.
2.3	AC (Air Conditioner)	Error! Bookmark not defined.
2.3.1	Kompresor	Error! Bookmark not defined.
2.3.2	Kondensor.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3	Pipa Kapiler	Error! Bookmark not defined.
2.3.4	Evaporator	Error! Bookmark not defined.
2.4	Fan (Kipas) di Dunia Industri.....	Error! Bookmark not defined.
2.5	Rectifier.....	Error! Bookmark not defined.
2.6	Efisiensi Daya.....	Error! Bookmark not defined.
2.7	Daya Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
2.8	Baterai	Error! Bookmark not defined.
2.7.1	Konstruksi Baterai	Error! Bookmark not defined.
BAB III		Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Langkah-langkah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Tempat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Penelitian yang Dilakukan	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Baterai yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Disel Genarator yang Digunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3	Rectifier yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
3.2.4	DCDU yang Digunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.5	Air Conditioner (AC) yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
3.2.6	Alat Ukur yang Digunakan	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		Error! Bookmark not defined.
PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		Error! Bookmark not defined.

4.1 Pengukuran Daya	Error! Bookmark not defined.
4.2. Konsumsi Daya	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Konsumsi Daya dengan Power Cube 1000	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Konsumsi Daya tanpa Power Cube 1000	Error! Bookmark not defined.
4.3 Efisiensi Daya	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Efisiensi Daya dengan Power Cube 1000	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Efisiensi Daya tanpa Power Cube 1000	Error! Bookmark not defined.
4.4 Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1 : Data Pengukuran	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 : Rectifier R4850N1	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 : FCB-400A DataSheet.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 : FG Wilson P12.5P2	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 : Power Cube G4	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 : Kyoritsu Snap 2055	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Shelter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Panel ACOS	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Fan (Kipas).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Jenis rectifier	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Baterai	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Langkah-langkah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Tower (Google Maps) ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 View Tower (Google Maps)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Single Line Diagram Sistem Power (Installation Guide Power Cube 1000)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Rangkaian Seri Baterai.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Battery FCB-400A	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Diesel Generator FG Wilson P12.5P2	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Sfesifikasi DG FG Wilson P12.5P2..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Rectifier Huawei R4850N1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Prinsip Kerja Rectifier (http://elektronika-dasar.web.id).....	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3. 11 Rangkaian Dasar Rectifier (http://elektronika-dasar.web.id)..	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 3. 12 DCDCU	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 13 Sfesifikasi DCDCU-400B1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 14 Wiring Diagram DCDCU	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 15 AC Panasonic Unit Dalam	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 16 AC Panasonic Unit Luar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 17 Multimeter Kyoritsu Snap 2055	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Grafik Konsumsi Daya Sistem dengan Power Cube 1000 Jumat, 11 November 2016.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Grafik Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000 Minggu, 13 November 2016.....	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 4 Grafik Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000 Senin, 14 November 2016.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Efisiensi Daya Sistem dengan Power Cube 1000 dengan Sistem tanpa Power Cube 1000.....**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR TABEL

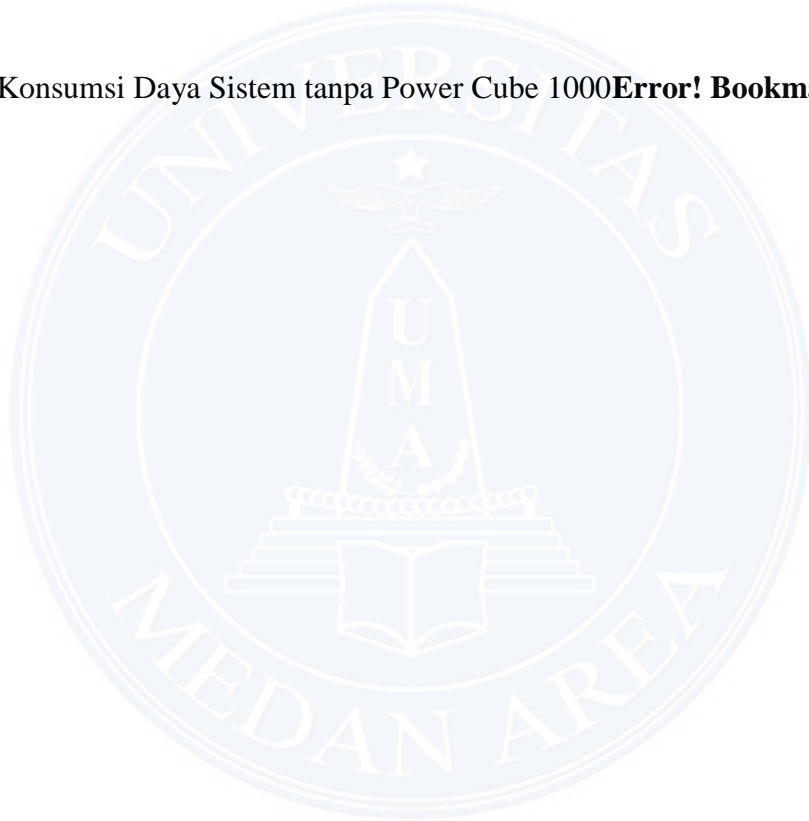
Tabel 3. 1 Sfesifikasi Battery FCB 400A**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 1 Daya Masukan dan Daya Keluaran Sistem dengan Power Cube 1000 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Daya Masukan dan Daya Keluaran Sistem tanpa Power Cube 1000**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3 Total Konsumsi Daya Sistem dengan Power Cube 1000**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Total Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000**Error! Bookmark not defined.**



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada bidang industri telekomunikasi, energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang sangat mempengaruhi pelaksanaan suatu proses operasional. Dengan semakin berkembang ilmu tentang kelistrikan semakin banyak kemudahan-kemudahan yang ditemukan untuk mendukung aktivitas manusia. Salah satu bentuk upaya yang dilakukan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik bagi masyarakat adalah membangkitkan energi listrik dengan mengkonversi berbagai macam energi lain menjadi energi listrik. Salah satu bentuk pengkonversian energi lain itu adalah membangkitkan energi listrik dengan menggunakan energi gerak (energi mekanik) atau biasa disebut dengan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD).

Pembangkit listrik tenaga diesel tidak hanya ditemukan pada unit-unit pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) saja, namun juga digunakan pada industri sebagai suplai listrik cadangan bila terjadi gangguan pada suplai listrik dari PLN.

Dalam hal menjaga kontinuitas suplai daya listrik di site XL-Axiata dalam mendukung operasional perangkat BTS dan pendukung lainnya, menggunakan Genset dengan prinsip pembangkit listrik tenaga diesel dan baterai sebagai suplai daya pengganti apabila terjadi gangguan pada sistem PLN (Abdussamad,S. 2008).

Karena memiliki dua sumber suplai daya pengganti, maka ada cara mengefesiansikan kedua sumber daya pengganti tersebut. Melalui skripsi ini penulis bermaksud mendeskripsikan bagaimana tahapan-tahapan yang di lakukan XL-Axiata untuk mengefesiansikan dua sumber suplai daya pengganti tersebut berdasarkan rangkaian kontrol yang digunakan pihak XL-Axiata dalam menjaga kontinuitas suplai daya listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah efisien menggunakan power cube 1000 pada power sistem pada BTS site XL-Axiata.

1.3 Metoda Analisa

Dalam penulisan ini, metode yang di gunakan adalah:

- a) pengumpulan data lapangan dari wawancara, praktik serta melakukan survey ke lokasi tower pemancar XL-Axiata site id E911 dan observasi pada saat maintenance service XL-Axiata;
- b) pengukuran data;
- c) pengolahan data;
- d) analisa data.

1.4 Batasan Masalah

Cakupan atau lingkup dari penelitian ini adalah analisa efesiensi daya sistem yang menggunakan Power Cube 1000 dengan sistem yang tidak menggunakan Power Cube 1000 dalam melihat efesiensi penggunaan *alternative power*.

1.5 Maksud Penelitian

Maksud dari melakukan analisa ini adalah untuk mengetahui efesiensi penggunaan sistem kendali efesiensi power pada BTS yang diterapkan oleh XL-Axiata.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami dan membahas skripsi ini, maka panyajian tulisan ini di bagi menjadi beberapa bagian, yaitu Bab 1 sebagai pendahuluan dimana menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, metodologi penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 menguraikan landasan teori yang mendasari analisis **Analisa Efisiensi Power Pada Sistem Kendali (*Power Cube 1000*) BTS XL Axiata Site ID E911**, dimana pada Bab 2 ini terdapat kutipan dari buku-buku, website, maupun refrensi-refrensi yang mendukung penyusunan skripsi ini. Selanjutnya, pada Bab 3 menjelaskan tentang metoda pengumpulan data dan pengumpulan data. Kemudian, Bab 4 Berisikan tentang pembahasan dan analisa data. Sebagai penutup, Bab 5 berisikan beberapa kesimpulan, saran dari analisa yang dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Shelter

Shelter BTS adalah suatu tempat yang terdapat perangkat - perangkat telekomunikasi. Untuk letaknya, biasanya juga tidak akan jauh dari suatu menara karena adanya ketergantungan sebuah fungsi diantara keduanya, yakni *shelter* BTS dan Menara.



Gambar 2. 1 Shelter

Pada suatu *shelter* (Gambar 2.1) banyak terdapat perangkat-perangkat yang bekerja sama untuk membangkitkan suatu sistem jaringan telekomunikasi. Adapun beberapa perangkat yang terdapat pada *shelter*, yaitu:

- a) Transmisi,
- b) *Rectifier*,
- c) *Air Conditioner* (AC),
- d) *Power Distribution Board* (PDB),
- e) *Power Distribution Box*,
- f) Grounding.

2.2 Generator Set (GENSET)

Ketika terjadi pemadaman catu daya utama (PLN) maka dibutuhkan suplai cadangan listrik dan pada kondisi tersebut Generator set diharapkan dapat mensuplai tenaga listrik terutama untuk beban-beban prioritas. Genset dapat digunakan sebagai sistem cadangan listrik atau "off-grid" (sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai). Genset sering digunakan oleh rumah sakit dan industri yang membutuhkan sumber daya yang mantap dan andal (tingkat keandalan pasokan yang tinggi. Suatu mesin Diesel generator set terdiri dari: (Sumber:<http://dunia-listrik.co.id/2009/10/generator-set-genset.html>)

- a. Prime mover atau penggerak mula, dalam hal ini mesin diesel (disebut diesel *engine*),
- b. Generator,
- c. AMF (*Automatic Main Failure*) dan ATS (*Automatic Transfer Switch*),
- d. Baterai dan *Battery Charger*,
- e. Panel ACOS (*Automatic Change Over Switch*)
- f. Pengaman untuk peralatan,

2.2.1 Mesin Diesel

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar, ditinjau dari cara memperoleh energi termalnya (energi panas). Untuk membangkitkan listrik, sebuah mesin diesel dihubungkan dengan generator dalam satu poros (poros dari mesin diesel dikopel dengan poros generator).

Prime mover atau penggerak mula merupakan peralatan yang berfungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel/diesel engine terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi (± 30 atm), sehingga temperatur di dalam silinder naik. Pada saat itu bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bersuhu dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga bahan bakar yang diinjeksikan akan terbakar secara otomatis. Penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan.

Tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong torak yang dihubungkan dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bergerak bolak-balik (*reciprocating*). Gerak bolak-balik torak akan diubah menjadi gerak rotasi oleh poros

engkol (*crank shaft*). Dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol juga diubah menjadi gerak bolak-balik torak pada langkah kompresi.

Berdasarkan cara menganalisa sistim kerjanya, motor diesel dibedakan menjadi dua, yaitu motor diesel yang menggunakan sistim airless injection (*solid injection*) yang dianalisa dengan siklus dual dan motor diesel yang menggunakan sistim air injection yang dianalisa dengan siklus diesel (sedangkan motor bensin dianalisa dengan siklus otto).

Perbedaan antara motor diesel dan motor bensin yang nyata adalah terletak pada proses pembakaran bahan bakar, pada motor bensin pembakaran bahan bakar terjadi karena adanya loncatan api listrik yang dihasilkan oleh dua elektroda busi (*spark plug*), sedangkan pada motor diesel pembakaran terjadi karena kenaikan temperatur campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai temperatur nyala. Karena prinsip penyalaan bahan bakarnya akibat tekanan maka motor diesel juga disebut *compression ignition engine* sedangkan motor bensin disebut *spark ignition engine*.

Pada mesin diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya.

- a. Langkah yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan, di sini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah.
- b. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Kedua proses ini (1 dan 2) termasuk proses pembakaran.
- c. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja, di sini kedua katup yaitu katup isap dan buang tertutup sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak ke bawah.
- d. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat sisa pembakaran terbuang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali bergerak naik keatas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini (3 dan 4) termasuk proses pembuangan.
- e. Setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali.

Berdasarkan kecepatan proses diatas maka mesin diesel dapat digolongkan menjadi 3 bagian, yaitu:

- a. Diesel kecepatan rendah (< 400 rpm),
- b. Diesel kecepatan menengah ($400 - 1000$ rpm),
- c. Diesel kecepatan tinggi (>1000 rpm).

Sistem starting atau proses untuk menghidupkan/menjalankan mesin diesel dibagi menjadi 3 macam sistem starting yaitu:

- a. Sistem Start Manual

Sistem start ini dipakai untuk mesin diesel dengan daya mesin yang relatif kecil yaitu < 30 PK. Cara untuk menghidupkan mesin diesel pada sistem ini adalah dengan menggunakan penggerak engkol start pada poros engkol atau poros hubung yang akan digerakkan oleh tenaga manusia. Jadi sistem start ini sangat bergantung pada faktor manusia sebagai operatornya.

- b. Sistem Start Elektrik

Sistem ini dipakai oleh mesin diesel yang memiliki daya sedang yaitu < 500 PK. Sistem ini menggunakan motor DC dengan suplai listrik dari baterai/accu 12 atau 24 volt untuk menstart diesel. Saat start, motor DC mendapat suplai listrik dari baterai atau accu dan menghasilkan torsi yang dipakai untuk menggerakkan diesel sampai mencapai putaran tertentu. Baterai atau accu yang dipakai harus dapat dipakai untuk menstart sebanyak 6 kali tanpa diisi kembali, karena arus start yang dibutuhkan motor DC cukup besar maka dipakai dinamo yang berfungsi sebagai generator DC. Pengisian ulang baterai atau accu digunakan alat bantu berupa *battery charger* dan pengaman tegangan. Pada saat diesel tidak bekerja maka *battery charger* mendapat suplai listrik dari PLN, sedangkan pada saat diesel bekerja maka suplai dari *battery charger* didapat dari generator. Fungsi dari pengaman tegangan adalah untuk memonitor tegangan baterai atau accu. Sehingga apabila tegangan dari baterai atau accu sudah mencapai 12/24 volt, yang merupakan tegangan standarnya, maka hubungan antara *battery charger* dengan baterai atau accu akan diputus oleh pengaman tegangan.

- c. Sistem Start Kompresi

Sistem start ini dipakai oleh diesel yang memiliki daya besar yaitu > 500 PK. Sistem ini memakai motor dengan udara bertekanan tinggi untuk start dari mesin diesel. Cara kerjanya yaitu dengan menyimpan udara ke dalam suatu botol udara. Kemudian udara tersebut dikompresi

sehingga menjadi udara panas dan bahan bakar solar dimasukkan ke dalam Fuel Injection Pump serta disemprotkan lewat nozzle dengan tekanan tinggi. Akibatnya akan terjadi pengkabutan dan pembakaran di ruang bakar. Pada saat tekanan di dalam tabung turun sampai batas minimum yang ditentukan, maka kompressor akan secara otomatis menaikkan tekanan udara di dalam tabung hingga tekanan dalam tabung mencukupi dan siap dipakai untuk melakukan starting mesin diesel.

2.2.2 Generator

Generator adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit energi listrik. Walaupun generator dan motor mempunyai banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sumber energi mekanik bisa berupa turbin mesin uap, kincir air, mesin pembakaran atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.

2.2.3 AMF (Automatic Main Failure) dan ATS (Automatic Transfer Switch)

AMF merupakan alat yang berfungsi menurunkan *downtime* dan meningkatkan keandalan sistem catu daya listrik. AMF dapat mengendalikan transfer Circuit Breaker (CB) atau alat sejenis, dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (genset) dan sebaliknya. ATS merupakan bagian dari AMF yang merupakan kumpulan kontaktor-kontaktor dan bekerja secara bersama-sama dengan AMF.

Automatic Main Failure (AMF) dapat mengendalikan transfer suatu alat dari suplai utama ke suplai cadangan atau dari suplai cadangan ke suplai utama. AMF akan beroperasi saat catu daya utama (PLN) padam dengan mengatur catu daya cadangan Generator Set (Genset). AMF dapat mengatur genset beroperasi jika suplai utama dari PLN mati dan memutuskan genset jika suplai utama dari PLN hidup lagi.

2.2.4 Baterai (battery dan accu)

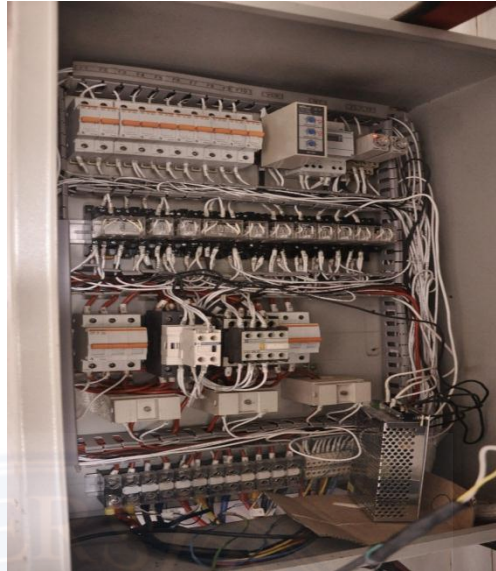
Baterai merupakan suatu proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik yang berupa sel listrik. Pada dasarnya sel listrik terdiri dari dua buah logam/ konduktor yang berbeda dicelupkan ke dalam larutan maka akan bereaksi secara kimia dan menghasilkan gaya gerak listrik antara kedua konduktor tersebut. Proses pengisian baterai dilakukan dengan cara mengalirkan arus melalui sel-sel dengan arah yang berlawanan dengan aliran arus dalam proses pengosongan sehingga sel akan dikembalikan dalam keadaan semula. Baterai yang digunakan pada sistem otomatis Generator Set berfungsi sebagai sumber arus DC pada starting diesel.

2.2.5 Battery Charger

Alat ini berfungsi untuk proses pengisian baterai dengan mengubah tegangan PLN 220V atau dari generator itu sendiri menjadi 12/24 V menggunakan rangkaian penyearah. *Battery Charger* ini biasanya dilengkapi dengan pengaman hubung singkat (*Short Circuit*) berupa sekering/ fuse.

2.2.6 Panel ACOS.

ACOS (Automatic Change Over Switch) yang ditunjukkan pada gambar 2.2 merupakan panel pengendalian generator dan terdapat beberapa tombol yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Tombol pengontrol operasi Gen Set otomatis, antara lain : *Off, Automatic, Trial Service, Manual Service, Manual Starting, Manual Stopping, Signal Test, Horn Off, Release, Start, Start Fault, Engine Running, Supervision On, Low Oil Pressure, Temperature To High, Generator Over Load.*



Gambar 2. 2 Panel ACOS

2.2.7 Sistem Pengaman Peralatan

Sistem pengaman harus dapat bekerja cepat dan tepat dalam mengisolir gangguan agar tidak terjadi kerusakan fatal. Proteksi pada mesin generator ada dua macam yaitu :

a. Pengaman alarm

Bertujuan memberitahukan kepada operator bahwa ada sesuatu yang tidak normal dalam operasi mesin generator dan agar operator segera bertindak.

b. Pengaman trip

Berfungsi untuk menghindarkan mesin generator dari kemungkinan kerusakan karena ada sistem yang berfungsi tidak normal maka mesin akan stop secara otomatis.

Jenis pengaman trip antara lain :

1. Putaran lebih (*over speed*)
2. Temperatur air pendingin tinggi
3. Tekanan minyak pelumas rendah
4. *Emergency stop*

5. *Reverse power*

c. Pentanahan (grounding)

Pentanahan sistem, pentanahan untuk suatu titik pada penghantar arus dari sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari suatu mesin, transformator, atau untuk rangkaian listrik tertentu.

Pentanahan peralatan sistem, pentanahan untuk suatu bagian yang tidak membawa arus dari sistem, misalnya : Semua logam seperti saluran tempat kabel, kerangka mesin, batang pemegang sakelar, penutup kotak sakelar.

d. Relay pengaman pada genset

1. Relay arus lebih

Thermal Over Load Relay (TOLR) digunakan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor dari kerusakan akibat beban lebih atau terjadinya hubungan singkat antar hantaran yang menuju jaring atau antar fasa.

2. Relay tegangan lebih

Bekerja bila tegangan yang dihasilkan generator melebihi batas nominalnya.

3. Relay diferensial

Bekerja atas dasar perbandingan tegangan atau perbandingan arus, yaitu besarnya arus sebelum lilitan stator dengan arus yang mengalir pada hantaran yang menuju jaring-jaring.

4. Relay daya balik

Berfungsi untuk mendeteksi aliran daya aktif yang masuk ke arah generator. Relay ini akan memberi informasi apakah ada gangguan.

e. Sekering

Berfungsi untuk mengamankan peralatan atau instalasi listrik dari gangguan hubung singkat. Jika suatu sekering dilewati arus di atas arus kerjanya, maka pada waktu tertentu sekering tersebut akan lebur (putus). Besarnya arus yang dapat meleburkan suatu sekering dalam waktu 4 jam dibagi arus kerja disebut faktor peleburan berkisar 1 hingga 1,5.

2.3 AC (Air Conditioner)

Air Conditioner merupakan sebuah alat yang mampu mengkondisikan udara. Dengan kata lain, AC pada umumnya di Indonesia berfungsi sebagai penyejuk udara yang diinginkan (sejuk atau dingin). AC lebih banyak digunakan di wilayah yang beriklim tropis dengan kondisi temperatur udara yang relatif tinggi (panas). Komponen AC dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu komponen utama, komponen pendukung, kelistrikan, dan bahan pendingin (refrigeran). (Sumber: <https://iptech.wordpress.com/2010/05/11/pengertian-ac/>) diakses 21 september 2016)

Komponen utama AC di antaranya adalah kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator.

2.3.1 Kompresor

Kompresor adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyalurkan gas refrigeran ke seluruh sistem. Kompresor memiliki 2 pipa, yaitu pipa hisap dan pipa tekan. Dan memiliki 2 daerah tekanan, yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi. Ada tiga jenis kompresor, yaitu : kompresor torak (*Reciproacting*), kompresor sentrifugal, dan kompresor rotary.

2.3.2 Kondensor

Kondensor berfungsi sebagai alat penukar kalor, menurunkan temperatur refrigeran, dan mengubah wujud refrigeran dari bentuk gas menjadi cair. Kondensor pada AC biasanya di simpan pada luar ruangan (outdoor). Kondensor biasanya didinginkan oleh kipas (FAN), Kipas ini berfungsi menghembuskan panas yang di hasilkan kondensor pada saat pelepasan kalor yang di serap oleh gak refrigeran. Agar proses pelepasan kalor bisa lebih cepat, pipa kondensor didesain berlaku dan dilengkapi dengan sirip.

2.3.3 Pipa Kapiler

Pipa kapiler merupakan komponen utama yang berfungsi menurunkan tekanan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran menuju evaporator. Fungsi utama pipa kapiler ini sangat vital karena menghubungkan dua bagian tekanan berbeda, yaitu tekanan tinggi dan

tekanan rendah. refrigeran bertekanan tinggi sebelum melewati pipa kapiler akan di ubah atau diturunkan tekananya. Akibat dari penurunan tekanan refrigeran menyebabkan penurunan suhu. Pada bagian inilah (pipa kapiler) refrigeran mencapai suhu terendah (terdingin). Pipa kapiler terletak antara saringan (filter) dan Evaporator.

2.3.4 Evaporator

Evaporator berfungsi menyerap dan mengalirkan panas dari udara ke refrigeran. Akibatnya, wujud cair refrigeran setelah melewati pipa kapiler akan berubah wujud menjadi gas. Secara sederhana, Evaporator bisa di katakan sebagai alat penukar panas. Udara panas di sekitar ruangan ber-AC diserap oleh evaporator dan masuk melewati sirip-sirip pipa sehingga suhu udara yang keluar dari sirip-sirip menjadi lebih rendah. Sirkulasi udara ruangan ber-AC diatur Oleh *Blower indoor*. Biasanya Evaporator ditempatkan di dalam ruangan.

2.4 Fan (Kipas) di Dunia Industri

Fan atau kipas adalah alat mekanika yang berfungsi untuk menghasilkan flow atau aliran pada suatu fluida, biasanya berupa gas. Pada dunia industri, fan digunakan untuk menghasilkan flow dari gas atau udara dalam jumlah besar yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dari industri tersebut.

Fan (Gambar 2.3) terdiri dari beberapa bagian yaitu, case, sudu (vane/blade), dan penggeraknya. Vane/blade berputar untuk menghasilkan aliran udara yang diinginkan. Berbeda dengan fungsi dari kompresor yang menghasilkan udara bertekanan dengan flow rendah, fan menghasilkan aliran udara dengan flow tinggi dan tekanan yang rendah.

Di dunia industri, fan digunakan antara lain pada proses pembakaran, sistem HVAC, transport, pendingin, pengering udara, dan lain sebagainya (Onny, Artikel-Teknologi.com).



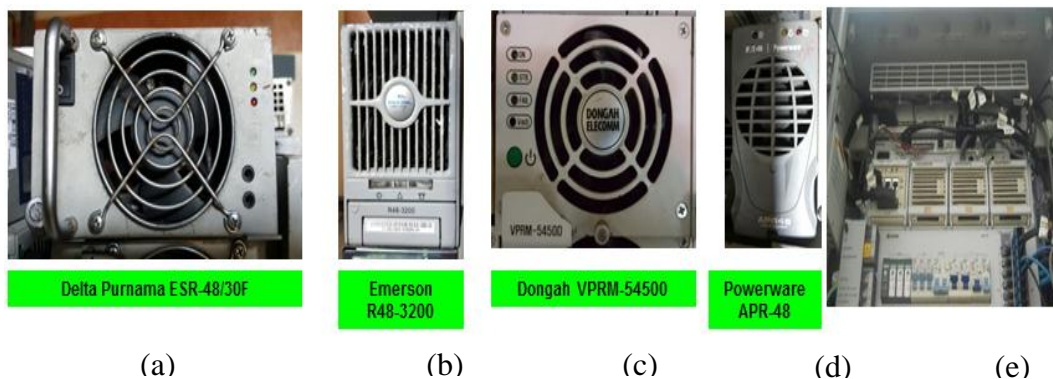
(a) (b)

Gambar 2. 3 Fan (Kipas)

- (a) Fan tampak luar
- (b) Fan tampak dalam

2.5 Rectifier

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur Chatode-ray Oscilloscope (CRO). Rangkaian rectifier banyak menggunakan transformator step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan *center tap* (CT), dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan dioda bridge (Fiqhar, E.E., Wijaya, F.D, dan Harnoko St, 2014). Jenis-jenis rectifier dapat dilihat pada Gambar 2.4



(a) (b) (c) (d) (e)

Gambar 2. 4 Jenis rectifier

- (a) Rectifier Delta Purnama ESR-48/30F
- (b) Rectifier Emerson R48-3200
- (c) Rectifier Dongah VPRM-54500
- (d) Rectifier Powerware APR-48

2.6 Efisiensi Daya

Efisiensi daya didefinisikan sebagai semua metode, teknik, dan prinsip-prinsip yang memungkinkan untuk dapat menghasilkan penggunaan daya lebih efisien. Contoh efisiensi daya adalah menggunakan lampu hemat energi dan bukannya bola lampu pijar tradisional.

Ilmu pengetahuan terus mencari teknologi energi yang terbaru dan lebih efisien, baik di dunia telekomunikasi. Meningkatkan efisiensi energi juga dapat meningkatkan keamanan energi dan kemandirian energi karena bisa mengurangi impor bahan bakar asing bagi banyak negara di dunia, dan juga memperlambat laju penipisan cadangan sumber daya dalam negeri.

Efisiensi harus diimplementasikan pada tingkat multidimensi agar mendapatkan efek terbaik. Ini berarti bahwa kita harus berusaha untuk meningkatkan efisiensi semampu mungkin, di semua sektor (rumah kita, kantor, kendaraan dan industri). Seperti pada pemancar sinyal yang dimiliki oleh XL-Axiata (perangkat Huawei), yang menerapkan pengendalian efisiensi dengan menambah pada perangkatnya dengan sistem baru yaitu Power Cube 1000. (sumber: <http://www.indoenergi.com/2012/04/pengertian-efisiensi-energi.html>, diakses 20 september 2016)

Adapun rumus umum Efisiensi adalah :

$$\eta = \frac{P_{keluaran}}{P_{masuk}} \times 100\% \quad (2.1)$$

2.7 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas (seperti pada pemanas listrik), cahaya (seperti pada bola lampu), energi kinetik (motor listrik), dan suara (loudspeaker). Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai.

Daya listrik, seperti daya mekanik, dilambangkan oleh huruf *P* dalam persamaan listrik. Pada rangkaian listrik, daya listrik sesaat dihitung menggunakan Hukum Joule, sesuai nama fisikawan Britania James Joule, yang pertama kali menunjukkan bahwa energi listrik dapat

berubah menjadi energi mekanik, dan sebaliknya.

(sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Daya_listrik, diakses pada 2 April 2017)

$$P = V.I \quad (2.2)$$

di mana:

P adalah daya (watt atau W)

V adalah arus (ampere atau A)

I adalah perbedaan potensial (volt atau V)

2.8 Baterai

Baterai merupakan alat penyimpan muatan listrik yang dapat kita temukan dalam aneka bentuk, tegangan dan kapasitas. Berdasarkan teknologinya baterai dapat di kategorikan menjadi dua bagian yaitu : Baterai Basah (Vented Type) dan Baterai Kering (Valve Regulated Lead Acid). Dalam penulisan Skripsi, hanya memfokuskan pada baterai tipe kering saja. Tegangan nominal satu sel baterai 2 Volt (Gambar 2.5a). Sel baterai dapat dihubungkan secara seri untuk mendapatkan tegangan yang di inginkan, dan dapat di hubungkan secara paralel untuk mendapatkan kapasitas sesuai yang di inginkan. Dalam 1 Bank baterai yang bertegangan 48 Volt terdapat 24 sel yang di seri di tunjukkan pada Gambar 2.5b (Hastanto,D 2007).

Keuntungan baterai kering dibandingkan baterai basah adalah :

- a. Ramah lingkungan,
- b. Tidak memerlukan penambahan elektrolit selama masa perawatan,
- c. Tersegel dengan rapi.

Baterai Kering merupakan sumber energi ideal yang biasa di gunakan pada:

- a. Peralatan Telekomunikasi
- b. UPS



Gambar 2. 5 Baterai

- (a) Baterai 1 cell
- (b) Baterai 1 bank

2.7.1 Konstruksi Baterai

Secara umum baterai terdiri dari pelat positif dan pelat negative, separator, terminal post dan container. Untuk baterai yang menggunakan pelat datar, aktif material akan di tempelkan langsung di sisi pelat. Pelat ini di-disain dapat di gunakan selama 6 tahun pada suhu lingkungan yang normal (200C). Seperator merupakan pemisah antara pelat positif dan negatif. Seperator ini dibuat dari bahan serabut kaca miko (microfiber glass) yang memiliki fungsi penyerapan yang tinggi dengan pori-pori yang sangat kecil, sehingga jalannya proses kimiawi dalam batrai dapat berjalan dengan baik. Pada baterai terdapat juga katup, sehingga jika terjadi tekanan di dalam baterai melebihi 30 kPA, valve akan terbuka untuk membuang gas. Katup tersebut akan menutup kembali jika tekanan sudah normal.

Ada pun fitur oprasi baterai :

a. Kapasitas

Kapasitas terukur dalam satuan Ampere Hour (AH), yang merupakan besarnya muatan listrik yang dapat di keluarkan selama proses pelepasan energi.

b. Tegangan sel

c. Impedansi Internal dan arus short circuit.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengukuran Daya

Pengumpulan data dilakukan selama empat hari pada tower pemancar XL-Axiata E911 yang berada di Jl. Tani Bersaudara, Delitua Kabupaten Deliserdang. Data yang diperoleh adalah data tegangan *input* dan arus yang dipakai disetiap phasa, beban AC yang dipakai oleh Air Conditioner, tegangan *output* DC Rectifier, seluruh beban DC yang digunakan oleh perangkat seperti NodeB, BTS, Transmisi, Charger Battery, Fan, dan Sistem Power Cube 1000. Pengumpulan data dilakukan pada hari Jumat, 11 November 2016 sampai dengan Senin 14 November 2016. Pengukuran tegangan dan arus dari hari pertama sampai dengan hari keempat digunakan multimeter Kyoritsu Snap 2055.

Pengukuran pada hari pertama dan kedua mendapatkan hasil data dari sistem power yang menggunakan Power Cube 1000 dan hari ketiga dan keempat merupakan data sistem power yang tidak menggunakan Power Cube 1000. Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran daya masukan dan daya keluaran pada Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016.

Tabel 4. 1 Daya Masukan dan Daya Keluaran Sistem dengan Power Cube 1000

Hari/Tanggal	Waktu	Daya Masukan (KW)	Keterangan	Daya Keluaran (KW)
Jumat/11 November 2016	9:00	2,4500	Baterai	2,4598
	10:00	2,5272	Baterai	2,4883
	11:00	2,4633	Baterai	2,4681
	12:00	2,4960	Baterai	2,5104
	13:00	2,5812	Baterai	2,5860
	14:00	6,9801	Disel Generator	5,7502
	15:00	7,5020	Disel Generator	5,9631
	16:00	6,9960	Disel Generator	5,8094
	17:00	6,2920	Disel Generator	5,0912
	18:00	4,9940	Disel Generator	3,9155

Hari/Tanggal	Waktu	Daya Masukan (KW)	Keterangan	Daya Keluaran (KW)
	19:00	3,4540	Disel Generator	2,5961
	Total	48,7358		41,6384
Sabtu/12 November 2016	9:00	2,4500	Baterai	2,4549
	10:00	2,4545	Baterai	2,4545
	11:00	2,5410	Baterai	2,5410
	12:00	2,4960	Baterai	2,5008
	13:00	2,5334	Baterai	2,5477
	14:00	7,1280	Disel Generator	5,8878
	15:00	7,5680	Disel Generator	6,0269
	16:00	7,0840	Disel Generator	5,9212
	17:00	6,1600	Disel Generator	5,0114
	18:00	5,1480	Disel Generator	3,9474
	19:00	3,4980	Disel Generator	2,7079
Total	49,0609		42,0015	

Pencatatan pengamatan dilakukan selama 11 jam dengan durasi pengukuran setiap satu jam sekali. Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa baterai dapat mengoperasikan perangkat telekomunikasi selama 5 jam. Setelah 5 jam, Diesel Generator bekerja untuk memnyuplai daya seluruh perangkat telekomunikasi dan kembali mengisi muatan baterai.

Tabel 4. 2 Daya Masukan dan Daya Keluaran Sistem tanpa Power Cube 1000

Hari/Tanggal	Waktu	Daya Masukan (Watt)	Keterangan	Daya Keluaran (Watt)
Minggu/13 November 2016	9:00	3,7400	Disel Generator	2,6494
	10:00	3,7840	Disel Generator	2,6334
	11:00	3,8060	Disel Generator	2,6494
	12:00	3,8940	Disel Generator	2,6334
	13:00	3,8720	Disel Generator	2,6494
	14:00	3,8500	Disel Generator	2,5909
	15:00	3,8720	Disel Generator	2,6600
	16:00	3,8280	Disel Generator	2,6547
	17:00	3,9380	Disel Generator	2,7185
	18:00	3,8060	Disel Generator	2,6866
19:00	3,8720	Disel Generator	2,6919	

Hari/Tanggal	Waktu	Daya Masukan (Watt)	Keterangan	Daya Keluaran (Watt)
	Total	42,2620		29,2174
Senin/14 November 2016	9:00	3,7620	Disel Generator	2,5855
	10:00	3,7620	Disel Generator	2,6334
	11:00	3,9380	Disel Generator	2,7349
	12:00	3,9160	Disel Generator	2,6547
	13:00	3,9600	Disel Generator	2,7292
	14:00	3,8500	Disel Generator	2,5855
	15:00	3,9820	Disel Generator	2,7345
	16:00	3,9160	Disel Generator	2,7026
	17:00	3,9160	Disel Generator	2,6919
	18:00	3,8940	Disel Generator	2,7185
	19:00	3,7840	Disel Generator	2,6919
		Total	42,6800	

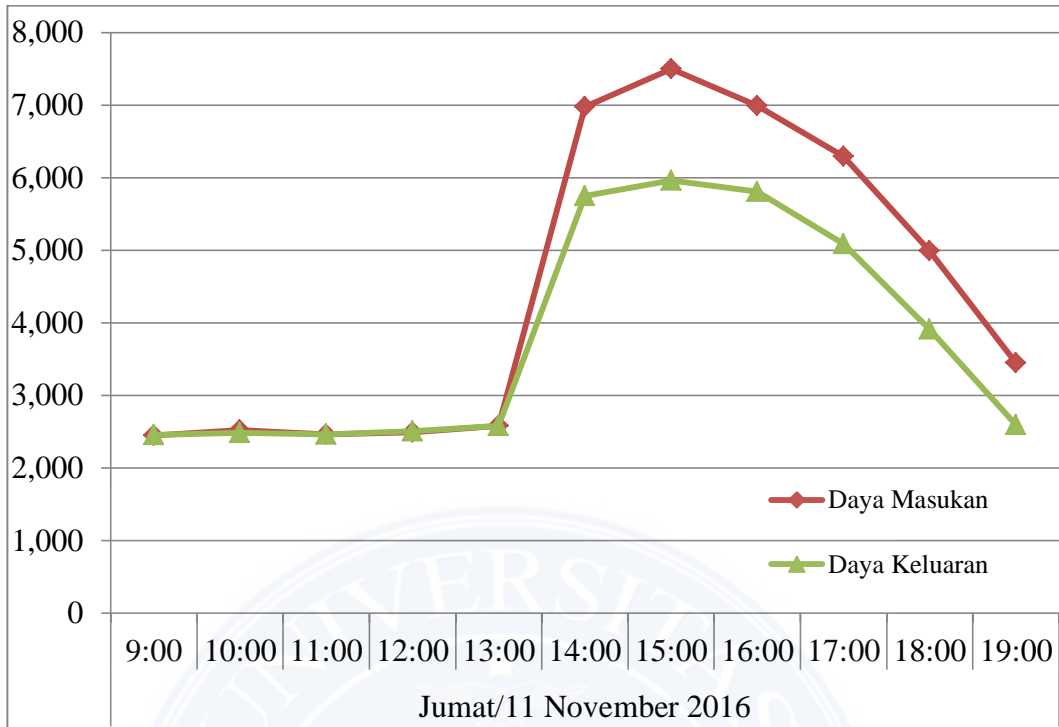
Minggu, 13 November 2016 dan Senin, 14 November 2016 didapat hasil data pengamatan dari sistem power tanpa Power Cube 1000 yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Pencatatan pengamatan sama dilakukan seperti pengukuran sebelumnya pada Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016. Pada pengukuran sistem power tanpa menggunakan Power Cube 1000, Disel Generator dioperasikan secara manual melalui panel ACOS. Pada pengukuran ini daya baterai tidak ada terpakai.

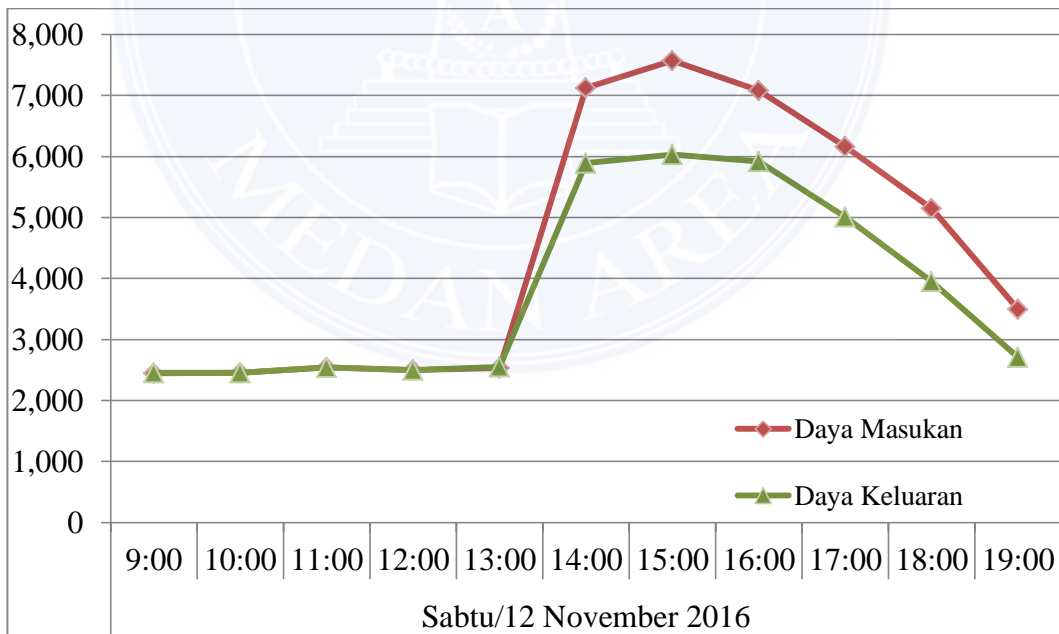
4.2. Konsumsi Daya

4.2.1 Konsumsi Daya dengan Power Cube 1000

Dari hasil pengamatan di lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, total konsumsi daya pada Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016 masing-masing selama 11 jam. Konsumsi daya di tunjukkan pada Gambar 4.1 yaitu konsumsi daya Jumat 11 November 2016 selama 11 jam dan Gambar 4.2 konsumsi daya Sabtu, 12 November 2016 selama 11 jam.



Gambar 4. 1 Grafik Konsumsi Daya Sistem dengan Power Cube 1000 Jumat, 11 November 2016



Gambar 4. 2 Grafik Konsumsi Daya Sistem dengan Power Cube 1000 Sabtu, 12 November 2016

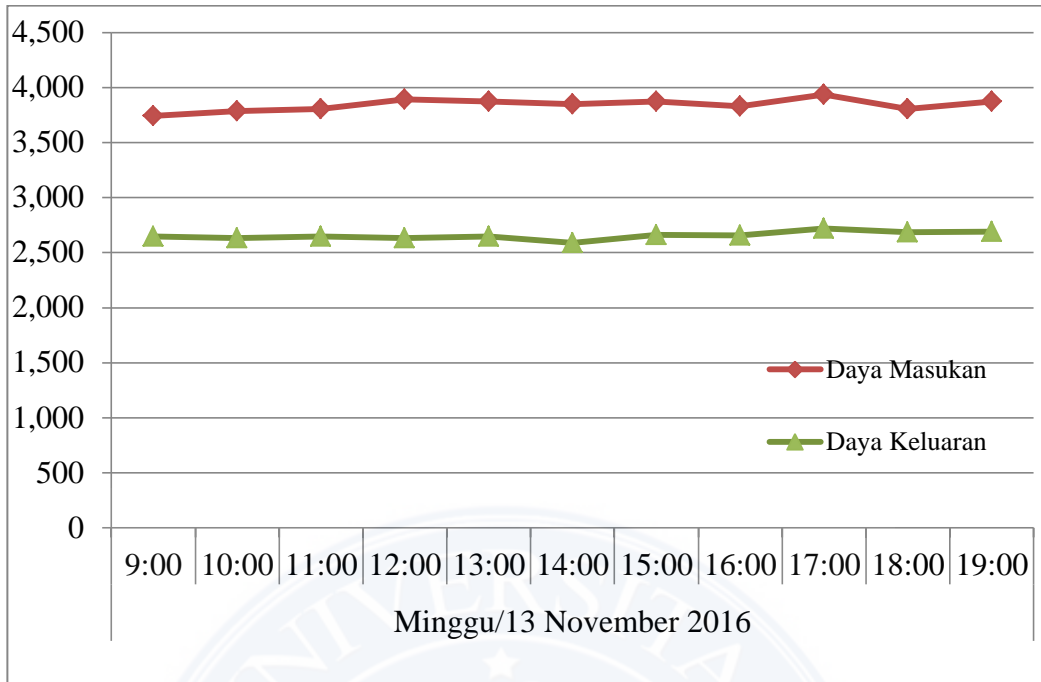
Total konsumsi daya Jumat 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016 masing-masing selama 11 jam adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Total Konsumsi Daya Sistem dengan Power Cube 1000

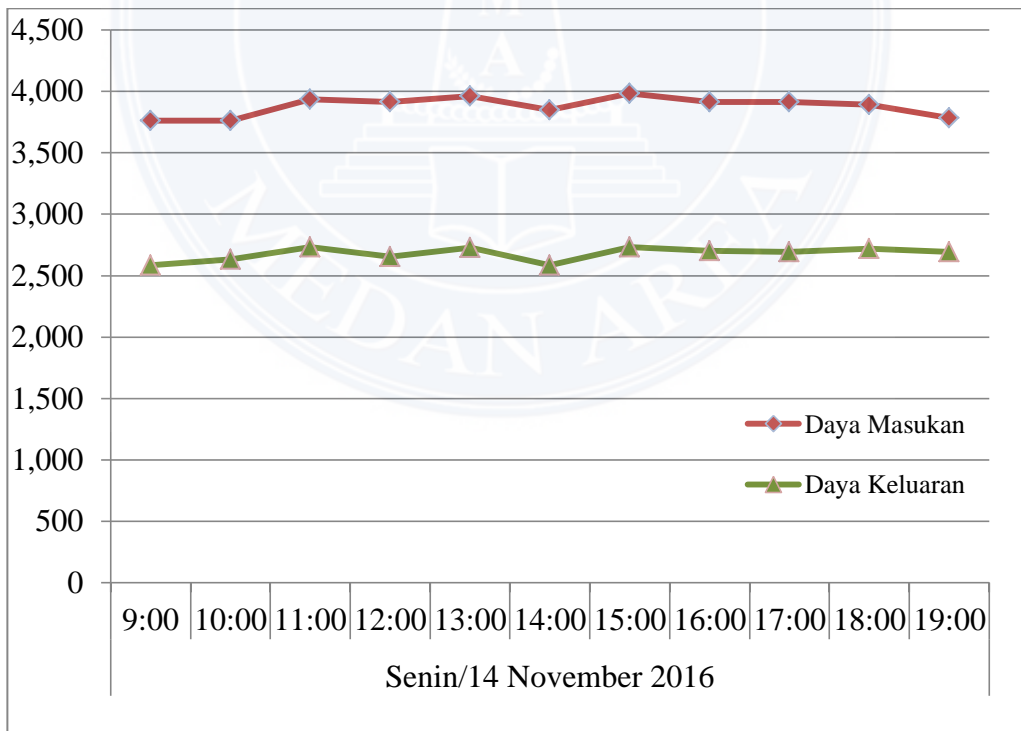
Hari/Tanggal	Total Konsumsi Daya Masukan (KW)	Total Konsumsi Daya Keluaran (Watt)
Jumat/11 November 2016	48,7358	41,6384
Sabtu/12 November 2016	49,0609	42,0015
Rata-rata	48,8983	41,8199
Total	97,7967	83,6398

4.2.2 Konsumsi Daya tanpa Power Cube 1000

Dari hasil pengamatan dilapangan yang di tunjukkan pada Tabel 4.2, total konsumsi daya selama 11 jam Minggu, 13 November 2016 dan Senin, 14 November 2016 tanpa menggunakan sistem Power Cube 1000. Pada pengamatan ini Disel Generator dioperasikan secara manual melalui panel ACOS. Gambar 4.3 merupakan konsumsi daya Minggu, 13 November 2016 selama 11 jam dan Gambar 4.4 merupakan konsumsi daya Senin, 14 November 2016 selama 11 jam.



Gambar 4. 3 Grafik Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000 Minggu, 13 November 2016



Gambar 4. 4 Grafik Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000 Senin, 14 November 2016

Total konsumsi daya Minggu 13 November 2016 dan Senin 14 November 2016 masing-masing selama 11 jam adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Total Konsumsi Daya Sistem tanpa Power Cube 1000

Hari/Tanggal	Total Konsumsi Daya Masukan (Watt)	Total Konsumsi Daya Keluaran (Watt)
Minggu/13 November 2016	42,2620	29,2174
Senin/13 November 2016	42,6800	29,4622
Rata-rata	42,4710	29,3398
Total	84,9420	58,6796

4.3 Efisiensi Daya

Efisiensi Daya yang dimaksud adalah perbandingan antara sistem yang menggunakan Power Cube 1000 dengan sistem tidak menggunakan Power Cube 1000. Dari Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dapat diketahui efisiensi penggunaan sistem Power Cube 1000 dalam menyuplai perangkat telekomunikasi.

Total konsumsi daya masukan menggunakan sistem Power Cube 1000 Jumat, 11 November 2016 adalah 48,7358 KW, dan Sabtu, 12 November 2016 adalah 49,0609 KW. Total konsumsi daya masukan sistem tidak memakai Power Cube 1000 Minggu, 13 November 2016 adalah 42,2620 KW dan Senin, 14 November 2016 adalah 42,6800 KW.

Maka selisih penggunaan daya masukan penggunaan Sistem Power Cube 1000 dengan sistem tidak menggunakan Power Cube 1000 adalah sebagai berikut:

Selisih daya masukan : Total konsumsi daya dengan Power Cube 1000 – Total konsumsi daya sistem tanpa Power Cube 1000
: 97,7967 KW – 83,6398 KW
: 14,1569 KW

Penggunaan daya masukan dengan sistem Power Cube 1000 lebih besar dibandingkan dengan sistem tanpa Power Cube 1000 sebesar 14,1569 KW.

Sedangkan,

Selisih daya AC : Total konsumsi daya AC tanpa Power Cube 1000 – Total konsumsi daya sistem dengan Power Cube 1000
: 84,9420 KW – 72,8041 KW
: 12,1379 KW

Jadi dengan sistem Power Cube 1000 daya AC di hemat sebesar 12,1379 KW.

4.3.1 Efisiensi Daya dengan Power Cube 1000

Dari hasil Tabel 4.3 dapat dihitung efisiensi daya dari sistem dengan Power Cube 1000. Total daya masukan Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November adalah 97,7967 KW dan total daya keluaran adalah 83,6398 KW. Dari persamaan 2.1 maka diperoleh efisiensi sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{keluaran}}{P_{masukan}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{83,6398 \text{ KW}}{97,7967 \text{ KW}} \times 100\%$$

$$\eta = 85.5\%$$

Efisiensi daya dengan Power Cube 1000 sebesar 85.5 %

4.3.2 Efisiensi Daya tanpa Power Cube 1000

Dari hasil Tabel 4.4 dapat dihitung efisiensi daya dari sistem tanpa Power Cube 1000. Total daya masukan Minggu 13 November 2016 dan Senin 14 November 2016 adalah 84,9420 KW dan total daya keluaran adalah 58,6796. Dari persamaan 2.1 maka diperoleh efisiensi sebagai berikut:

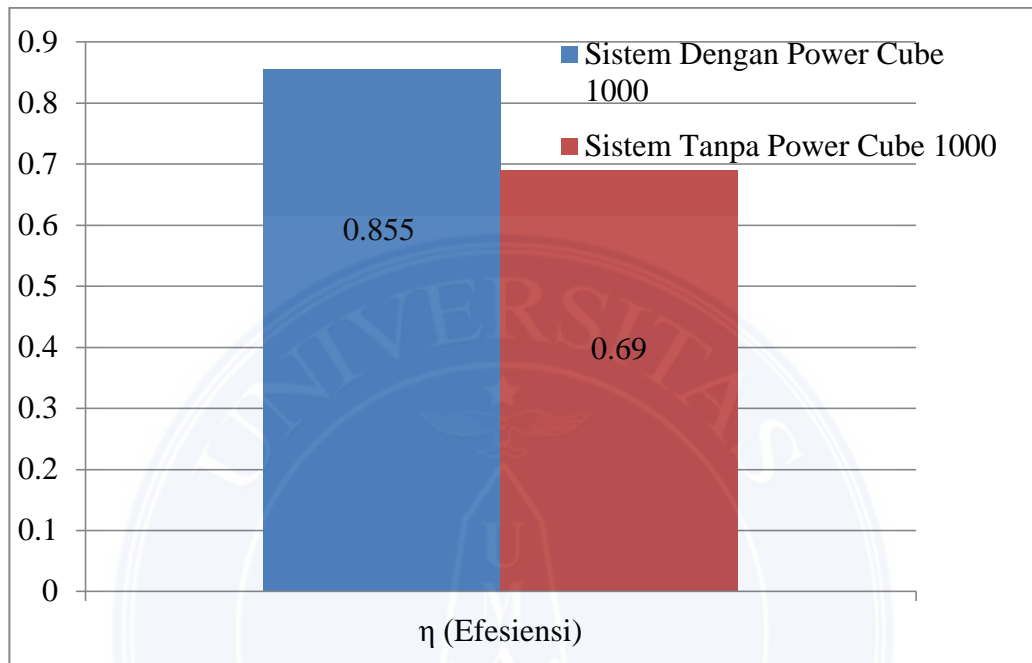
$$\eta = \frac{P_{keluaran}}{P_{masukan}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{58,6796 \text{ KW}}{84,9420 \text{ KW}} \times 100\%$$

$$\eta = 69\%$$

Efisiensi daya dengan Power Cube 1000 sebesar 69 %

Dari perhitungan efisiensi daya dengan Power Cube 1000 dengan perhitungan efisiensi daya tanpa Power Cube maka diperoleh grafik perbandingan yang di tunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Efisiensi Daya Sistem dengan Power Cube 1000 dengan Sistem tanpa Power Cube 1000

4.4 Analisa Data

Berdasarkan hasil penelitian, efisiensi penggunaan daya pada sistem dengan Power Cube 1000 lebih besar dari sistem dengan sistem tanpa Power Cube 1000. Efisiensi daya dengan Power Cube 1000 sebesar 85,5%, sedangkan efisiensi sistem tanpa Power Cube 1000 sebesar 69%. Selain meningkatkan efisiensi daya, konsumsi daya AC juga berkurang sebesar 12,1379 KW.

Dari tabel 4.1 diperoleh efisiensi penggunaan daya baterai sebagai berikut: Total daya keluaran baterai pada hari Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016 adalah 25.0125 KW. Total konsumsi daya perangkat telekomunikasi pada hari Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November

2016 adalah 25,0115 KW. Dari persamaan 2.1 maka diperoleh efisiensi penggunaan baterai sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{keluaran}}{P_{masuk}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{25,0115 \text{ KW}}{25,0125 \text{ KW}} \times 100\%$$

$$\eta = 99\%$$

Efisiensi daya baterai sebesar 99%.

Dari tabel 4.1 diperoleh efisiensi daya Disel Generator sebagai berikut:

Total daya keluaran Disel Generator pada hari Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016 adalah 72,8041 KW. Total konsumsi daya perangkat telekomunikasi pada hari Jumat, 11 November 2016 dan Sabtu, 12 November 2016 adalah 58,6283 KW. Dari persamaan 2.1 maka diperoleh efisiensi penggunaan Disel Generator sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{keluaran}}{P_{masuk}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{58,6283 \text{ KW}}{72,8041 \text{ KW}} \times 100\%$$

$$\eta = 80\%$$

Efisiensi daya Disel Generator sebesar 80%.

Ketika Disel Generator dioperasikan secara manual melalui ACOS, arus listrik tidak langsung dialirkan ke perangkat telekomunikasi melainkan memiliki jeda beberapa detik. Dari data lapangan, Kontaktor yang digunakan adalah Schneider telemecanique LADN 22 dengan *overlap time* 1.5 ms dan memakai timer Omron H3Y-2 yang diset selama 5 detik. Sehingga pada saat Disel Generator dioperasikan maka Mesin Generator akan menyala selama 5,0015 detik kemudian listrik di alirkan ke perangkat telekomunikasi.

Penggunaan Power Cube 1000 untuk mengatasi dua sistem *backup power* pada perangkat telekomunikasi tepat sasaran. Dengan Power Cube 1000 baterai dapat dipergunakan secara maksimal, dimana pada sistem tanpa Power Cube 1000 baterai hanya digunakan untuk membackup power perangkat telekomunikasi sewaktu perpindahan *mainpower* ke Disel generator. Dari hasil pengamatan,

baterai dapat bertahan selama 5 jam membackup perangkat telekomunikasi kemudian Disel Generator beroperasi. Setelah penggunaan baterai selama 5 jam, butuh waktu \pm 5 jam untuk mengisi muatan baterai sampai penuh.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data, perhitungan, analisa diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penggunaan Power Cube 1000 dapat mengefesiesikan penggunaan alternatif power pada perangkat telekomunikasi. Efisiensi daya sistem dengan Power Cube 1000 adalah 85.5% dan efisiensi daya sistem tanpa Power Cube 1000 adalah 69%. Peningkatan efisiensi sebesar 16,5%.
2. Terdapat potensi penghematan daya AC sehingga dapat menekan biaya operasional.
3. Penggunaan Power Cube 1000 sangat cocok digunakan pada daerah yang potensi gangguan main power (PLN) tinggi.

5.2 Saran

Berikut beberapa saran yang ingin disampaikan berdasarkan hasil survei dan analisa.

1. Maintenance service terhadap Disel Generator harus rutin karena dengan Power Cube 1000, pengoprasian Disel Generator sangat jarang.
2. Air conditioner yang rusak agar segera di perbaiki. Apabila air conditioner yang dipakai saat ini dalam keadaan rusak dan dapat menyebabkan *high temperature* sehingga mengganggu kinerja perangkat telekomunikasi.
3. Baterai yang digunakan harus berjenis Fast Charge Battery (FCB) agar pada saat pengisian muatan dapat mengisi arus dengan tinggi/cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abussamad, S. 2008. Studi Power System Dalam Mendukung Perangkat BSS (Base Station Sub-System) di Site Indosat Gorontalo.
- Anonim, 2012. Penyearah dan Filter Baterai. <https://id.wikipedia.org/wiki/Baterai> [di akses 20 september 2016]
- Battery. <http://repository.usu.ac.id/123456789/47361/4/Chapter%20II.pdf> [diakses 22 September 2016]
- Daya Listrik. https://id.wikipedia.org/wiki/Daya_listrik [diakses 2 April 2017]
- Fiqhar, E.E., Wijaya, F.D, dan Harnoko St, 2014. Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Seri Dan Rangkaian Penyearah Pada Pembebanan Resistif Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Aksial Putaran Rendah. UGM Yogyakarta. 12:73
- Generator-set. <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2009/01/generator-set.html> [di akses 22 Juli 2016]
- Gumhalter, Hanz, *Power Supply System in Communication Engineering*
- Hastanto,D 2007. Kajian Sistem DLVBD Pada Catu Daya BTS Dalam Perangkat Telekomunikasi. Tugas Akhir Universitas Indonesia, Jakarta
- Huawei Technologies Co. 2015. *Catalog Telecom Energy Solution*. Longgang Shenzhen 518129, P.R. China
- Huawei Technologies Co. 2015. *Rectifier Module*. Longgang Shenzhen 518129, P.R. China
- Huawei Industrial Base Bantian. *R4850N1 Rectifier*. Longgang Shenzhen 518129, P.R. China
- Huawei. *FCB 400AH Datasheet PowerCube*.
- Huawei, *DCDU Datasheet PowerCube*
- Pengertian Efisiensi energy. <http://www.indoenergi.com/04/pengertian-efisiensi-energi.html> [di akses 20 september 2016]
- Pengertian AC. <https://iptech.wordpress.com/2010/05/11/pengertian-ac/> [diakses 21 september 2016]
- Kyoritsu, Kyoritsu Electrical Instrument Works, LTD. Tokyo 152-0031 Japan

Onny. *Fan (Kipas) dalam Dunia Industri*. Artikel-Teknologi.com

Rectifier. <http://elektronika-dasar.web.id/pelipat-tegangan-voltage-multiplier-setengah-gelombang> [diakses 3 Maret 2017]



Lampiran 1 : Data Pengukuran

Tabel Pengukuran sistem yang menggunakan Power Cube 1000															
Waktu Pengukuran : Jumat, 11 November 2016															
Waktu	Output AC						Input AC						Output DC		
	L1	L2	L3	AC	Rectifier 1	Rectifier 2	Rectifier 3	NodeB	BTS	Transmisi	Battery	Fan	Power Cube 1000		
9:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	49	49	49	49	49	49		
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	19	28	3	50	0	0.2		
10:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48.6	48.6	48.6	48.6	48.6	48.6		
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	20	28	3	52	0	0.2		
11:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3		
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	20	27.5	3.2	51	0	0.4		
12:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48	48	48	48	48	48		
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	21	28	3.1	52	0	0.2		
13:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8		
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	22	28.6	3.2	54	0	0.3		
14:00	Tegangan (V)	219.5	219.5	219.5	219.5	219.5	219.5	52.9	52.9	52.9	52.2	52.9	52.9		
	Arus (A)	9.2	13.4	9.2	4.2	9.2	9.2	17	26	2.1	63.2	0	0.4		
15:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.1	53.1	53.1	52.9	53.1	53.1		
	Arus (A)	9.5	15	9.5	5.6	9.5	9.5	20	26	2.9	63.1	0	0.3		
16:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2		
	Arus (A)	9.3	13.2	9.3	3.9	9.3	9.3	18	25	2.8	63	0	0.4		
17:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2		
	Arus (A)	8.2	12.2	8.2	4	8.2	8.2	19	25.2	2.9	48.2	0	0.4		
18:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2		
	Arus (A)	6.3	10.1	6.3	3.8	6.3	6.3	19	26	2.8	25.4	0	0.4		
19:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2		
	Arus (A)	4.3	7.1	4.3	3	4.3	4.1	20	25.2	2.8	0.4	0	0.4		

Tabel Pengukuran sistem yang menggunakan Power Cube 1000																		
Waktu Pengukuran : Sabtu, 12 November 2016																		
Waktu	Output AC						Input AC						Output DC					
	L1	L2	L3	AC	Rectifier 1	Rectifier 2	Rectifier 3	NodeB	BTS	Transmisi	Battery	Fan	Power Cube 1000					
9:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	49	49	49	49	49	49					
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	19	27.7	3.2	50	0	0.2					
10:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48.7	48.7	48.7	48.7	48.7	48.7					
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	20	27	3.2	50.4	0	0.2					
11:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4					
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	22	27.1	3	52.5	0	0.4					
12:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	48	48	48	48	48	48					
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	21	28	2.9	52	0	0.2					
13:00	Tegangan (V)	0	0	0	0	0	0	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8					
	Arus (A)	0	0	0	0	0	0	22	28	3	53	0	0.3					
14:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	52.9	52.9	52.9	52.2	52.9	52.9					
	Arus (A)	9.3	13.8	9.3	4.5	9.3	9.3	18	27	2.9	63	0	0.4					
15:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.1	53.1	53.1	52.9	53.1	53.1					
	Arus (A)	9.6	15.2	9.6	5.6	9.6	9.6	19	28	3.2	63	0	0.3					
16:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	9.4	13.4	9.4	4	9.4	9.4	19	26	2.9	63	0	0.4					
17:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	8	12	8	4	8	8	17	25.8	3	48	0	0.4					
18:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	6.4	10.6	6.4	4.2	6.4	6.4	19	26	2.8	26	0	0.4					
19:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	7.3	4.3	3	4.3	4.3	19	28	3.1	0.4	0	0.4					

Tabel Pengukuran sistem yang tidak menggunakan Power Cube 1000															
Waktu Pengukuran : Minggu, 13 November 2016															
Waktu	Output AC						Input AC						Output DC		
	L1	L2	L3	AC	Rectifier 1	Rectifier 2	Rectifier 3	NodeB	BTS	Transmisi	Battery	Fan	Power Cube 1000		
9:00	Tegangan (V) 4.3	220 8.8	220 4.1	220 4.4	220 4.3	220 4.2	220 4.1	53.2 21	53.2 25	53.2 3.2	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
10:00	Tegangan (V) 4.2	220 8.8	220 4.2	220 4.6	220 4.2	220 4.2	220 4.2	53.2 20	53.2 26	53.2 2.9	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
11:00	Tegangan (V) 4.1	220 8.9	220 4.3	220 4.6	220 4.1	220 4.3	220 4.3	53.2 20	53.2 26	53.2 3.2	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
12:00	Tegangan (V) 4.2	220 9.3	220 4.2	220 5.2	220 4.2	220 4.1	220 4.2	53.2 21	53.2 25	53.2 2.9	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
13:00	Tegangan (V) 4.1	220 9.2	220 4.3	220 5	220 4.1	220 4.2	220 4.3	53.2 20	53.2 26	53.2 3.2	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
14:00	Tegangan (V) 4.1	220 9.3	220 4.1	220 5.2	220 4.1	220 4.1	220 4.1	53.2 19	53.2 26.2	53.2 2.9	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
15:00	Tegangan (V) 4.2	220 9.2	220 4.2	220 5	220 4.2	220 4.2	220 4.2	53.2 20	53.2 26.5	53.2 2.9	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
16:00	Tegangan (V) 4.2	220 9	220 4.2	220 4.8	220 4.2	220 4.2	220 4.2	53.2 21	53.2 25.3	53.2 3	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
17:00	Tegangan (V) 4.3	220 9.3	220 4.3	220 5	220 4.3	220 4.3	220 4.3	53.2 21.3	53.2 26	53.2 3.2	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
18:00	Tegangan (V) 4.2	220 8.8	220 4.3	220 4.5	220 4.2	220 4.3	220 4.3	53.2 20	53.2 27	53.2 2.9	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		
19:00	Tegangan (V) 4.3	220 9	220 4.3	220 4.8	220 4.3	220 4.2	220 4.3	53.2 20.4	53.2 26.8	53.2 2.8	53.2 0.4	53.2 0	53.2 0.2		

Tabel Pengukuran sistem yang tidak menggunakan Power Cube 1000

Waktu Pengukuran : Senin, 14 November 2016

Waktu	Output AC						Input AC						Output DC					
	L1	L2	L3	AC	Rectifier 1	Rectifier 2	Rectifier 3	NodeB	BTS	Transmisi	Battery	Fan	Power Cube 1000					
9:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.1	8.8	4.1	4.8	4.1	4.1	20	25	3	0.4	0	0.2					
10:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.2	8.8	4.1	4.6	4.2	4.1	20	26	2.9	0.4	0	0.2					
11:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	8.9	4.3	5	4.3	4.3	19.6	28	3.2	0.4	0	0.2					
12:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.2	9.3	4.2	5.2	4.2	4.2	20	26.3	3	0.4	0	0.2					
13:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	9.4	4.3	5.1	4.3	4.3	20.7	27	3	0.4	0	0.2					
14:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.1	9.3	4.1	5.2	4.1	4.1	19	26	3	0.4	0	0.2					
15:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	9.5	4.3	5.2	4.3	4.3	21	26.6	3.2	0.4	0	0.2					
16:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	9.2	4.3	5	4.3	4.2	18	29	3.2	0.4	0	0.2					
17:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.2	9.3	4.3	5	4.2	4.3	20	27	3	0.4	0	0.2					
18:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	9.1	4.3	4.8	4.3	4.3	22	25.6	2.9	0.4	0	0.2					
19:00	Tegangan (V)	220	220	220	220	220	220	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2	53.2					
	Arus (A)	4.3	8.6	4.3	4.4	4.3	4.2	21	26	3	0.4	0	0.2					

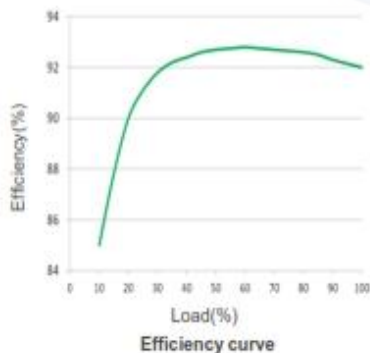
Lampiran 2 : Rectifier R4850N1



Rectifier

Features

- ✓ High efficiency: $\geq 92\%$
- ✓ Input voltage range: 85~300VAC
- ✓ Operating temperature range: $-40^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$
- ✓ Total harmonic distortion(THD): $\leq 5\%$
- ✓ Hot-plug
- ✓ Digital control
- ✓ Intelligent electric meter
- ✓ Communication over RS485
- ✓ Adjustment of voltage and current
- ✓ Meet RoHS requirements
- ✓ Passing the TUV,CE,CB,UL certifications



www.huawei.com

Introduction

The R4850N1 is a digital rectifier that converts the 85~300VAC to 53.5 VDC and possesses the characters of high efficiency, high power density, walk-in start, hot-plug, complete protection, and low noise. The rectifier adopts the latest power monitoring technology, implements the function of monitoring the states of loads and the rectifier status in real time. The output voltage of the rectifier can be adjusted through the host.

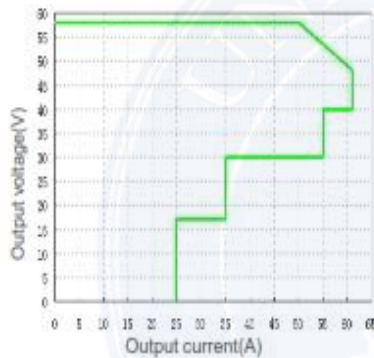
Electrical Specifications	Specification
Input	
Input voltage	85~300VAC
Input voltage mode	220VAC single phase (or 110VAC dual live lines)
Frequency	45~65Hz Rated: 50Hz/60Hz
Maximum input current	$\leq 19.5\text{A}$
Power factor	≥ 0.99
THD	$\leq 5\%$
Output	
Output voltage	42~58VDC Default value: 53.5VDC
Output power	2900W(176~300VAC)
Others	
Dimension	88.9(H) \times 103(W) \times 243(D)mm
Weight	$\leq 2.8\text{kg}$
Cooling	Forced air cooling
Environmental Specifications	
Operating temperature	$-40^{\circ}\text{C}\sim +75^{\circ}\text{C}$ (non-derating under 50°C)
Storage temperature	$-40^{\circ}\text{C}\sim +70^{\circ}\text{C}$
Relative humidity	5%~95%(non-condensing)
Altitude range	$\leq 4000\text{m}$ (If the altitude is within the range of 3000m to 4000m, the maximum operating temperature decreases by 1°C as the altitude increases by 200m.)



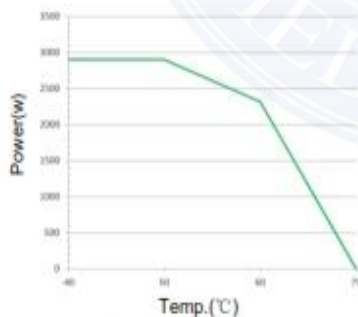
R4850N1 Rectifier



Rectifier



Output voltage V.S Output current



Power derating curve

Protection	
Input overvoltage protection	Protection point: >300VAC
Input undervoltage protection	Protection point: <85VAC
Output overvoltage protection	58.5~60.5VDC(can be set by PMU)
Output short circuit protection	A long term short circuit is allowed.
Over-temperature protection	Protection point: ≥75℃ (167°F)
Reliability	
MTBF	>500,000hours
Audible Noise	
Specification	≤50dB
Safety/EMC/Lightening Protection	
Safety Certification	Passes TUV, CE, UL certifications Catch the CB certificate Complies with UL60950-1 IEC60950-1 EN60950-1 CAN/CSA C22.2 No. 60950 -1
	EMC
Lightning protection	YD 5098-2005 5KA

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

Huawei Industrial Base
Bantian, Longgang
Shenzhen 518129, P.R.China
Tel: +86-755-26780000
www.huawei.com



Lampiran 3 : FCB-400A DataSheet

FCB-400A Datasheet

PowerCube



Introduction

FCB (Fast charge battery) is for hybrid dual power for poor grid and Renewable energy systems.

Features

- Cycle life is up to 1500 times @50%DOD, 25°C
- High charge acceptability, maximum charging current up to 0.3C to shorten 50% recharging time
- Energy efficiency is more than 90%
- Nickel oxide-carbonyl nickel sintered plates. US 2672494 A

Technical Specifications

Nominal Voltage	2V
Capacity	400 Ah @ 10hr to 1.80V per cell @ 25°C
Weight	Approx. 24kg
Size	181(L) × 158(W) × 365(H) mm
Internal Resistance (full charged)	Approx. 0.51mΩ @ 25°C
Self Discharge @ 25°C	Less than 3% after 30 days storage
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C ~ 40°C
	Charge: -20°C ~ 40°C
	Storage: -20°C ~ 40°C
Recommended Operating Temperature	20°C ~ 30°C
Maximum Charging Current Limited	120A
Charging Voltage @ 25°C	Float: 2.23 V, Temps coefficient -3.3 mV/°C
	Cycle: 2.35V
Container Materials	AB S; Nickel plates
Terminal	M8 and HPb59-1
Capacity Affected by Temperature	105 % @ 40°C
	85 % @ 0°C
	60 % @ -20°C

Constant Current Discharge Characteristics Unit: A (25°C)

F.V/Time	30min	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	8hr	10hr	12hr
1.70V	354.3	224.3	136.7	102.0	82.0	69.2	60.5	46.0	41.6	36.2
1.75V	366.4	220.4	135.5	101.2	81.6	68.8	60.1	47.6	41.2	36.0
1.80V	336.2	215.2	132.2	100.6	80.5	68.5	59.3	46.3	40.7	34.3
1.83V	320.5	209.0	129.0	98.8	79.7	67.0	58.7	46.5	40.0	33.5
1.85V	304.2	202.6	126.3	97.2	76.2	65.6	58.2	46.4	39.6	32.6

www.huawei.com



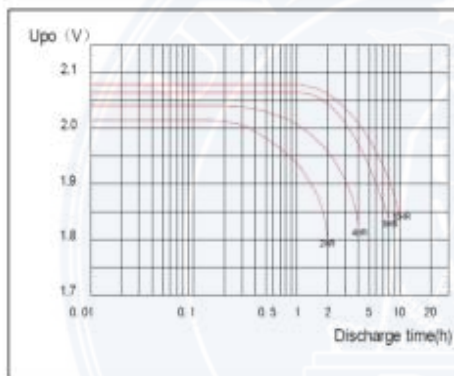
FCB-400A Datasheet

PowerCube

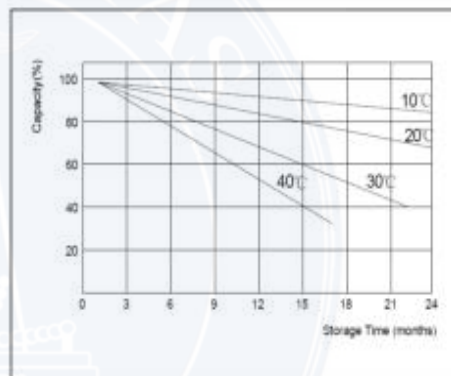
Constant Power Discharge Characteristics Unit: W/cell (25°C)

F.V/Time	30min	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	8hr	10hr	12hr
1.70V	696.6	416.6	260.2	195.5	159.6	136.6	120.2	96.6	63.1	72.3
1.75V	677.1	415.5	260.1	195.2	159.7	136.3	119.5	95.1	62.4	71.6
1.80V	624.5	409.6	255.5	194.6	156.4	136.1	116.3	93.7	61.0	66.9
1.83V	603.6	400.9	250.3	192.6	157.1	133.7	117.4	93.5	60.4	67.4
1.85V	579.7	391.7	245.4	190.2	154.6	131.2	116.4	93.3	79.6	65.6

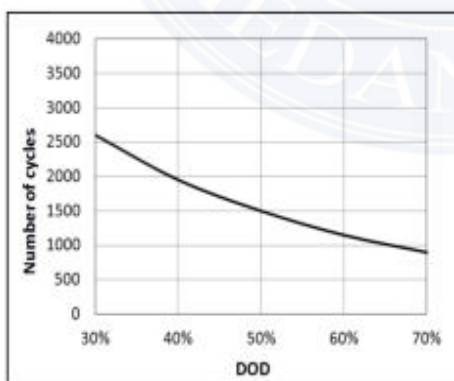
Discharge performance at different discharge rate



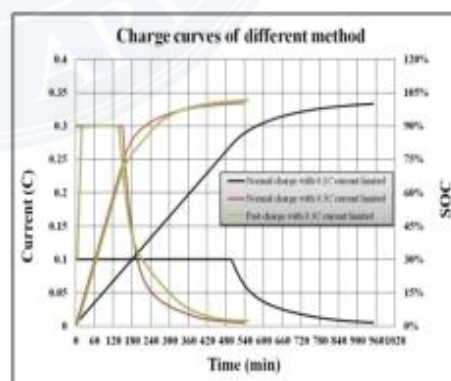
Curve of self-discharge at different temperature



Cycle life vs. Depth of Discharge @25°C



Charge curves of different method



* The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

Lampiran 4 : FG Wilson P12.5P2

Output Ratings		
Generating Set Model	P12.5P2	P13.5E2
380-415V, 50 Hz	12.5 kVA	13.8 kVA
	10.0 kW	11.0 kW
220-127V, 60 Hz	15.0 kVA	16.2 kVA
	12.0 kW	13.0 kW

Ratings at 0.8 power factor.

Ratings Definitions

Prime Power - Model P12.5P2

These ratings are applicable for supplying continuous electrical power (at variable load) in lieu of commercially purchased power. There is no limitation to the annual hours of operation and this model can supply 10% overload power for 1 hour in 12 hours.

Standby Power - Model P13.5E2

These ratings are applicable for supplying continuous electrical power (at variable load) in the event of a utility power failure. No overload is permitted on these ratings. The alternator on this model is peak continuous rated (as defined in ISO 6528-3).

Technical Data

Engine Make & Model:	Perkins 403C-15	
Alternator Model:	LL1014H	
No. of Cylinders/Alignment:	3 / In Line	
Displacement: litres (cu.in)	1.5 (91.3)	
Bore/Stroke: mm (in)	64.0 (3.3)/90.0 (3.5)	
Compression Ratio:	22.5:1	
Induction:	Naturally Aspirated	
Frequency:	50 Hz	60 Hz
Engine Speed:	1500 RPM	1800 RPM
Gross Engine Power: kW (hp)	13.5 (18.0)	16.2 (22.0)
BMEP: kPa (psi)	722.0 (104.7)	722.0 (104.7)
Piston Speed: m/sec (ft/sec)	4.5 (14.8)	5.4 (17.7)
Fuel Tank Capacity: litres (US gal)	45 (11.9)	
Fuel Consump. P12.5P2 l/hr (USg/hr)	3.7 (1.0)	4.3 (1.1)
Fuel Consump. P13.5E2 l/hr (USg/hr)	4.1 (1.1)	4.7 (1.2)
Heat Rejected to Exhaust System: kW (Btu/min)	10.0 (509)	12.3 (599)
Heat Rejected to Water & Lube Oil: kW (Btu/min)	12.8 (725)	15.4 (876)
Heat Radiation to Room: kW (Btu/min)	5.8 (330)	6.9 (392)
Exhaust Gas Temperature: °C (°F)	491 (916)	504 (938)
Radiator Cooling Air Flow: m ³ /min (cfm)	26.0 (916)	35.0 (1236)
Cooling system designed to operate in ambient conditions up to 50°C (122°F)*		
Combustion Air Flow: m ³ /min (cfm)	1.1 (39)	1.3 (46)
Exhaust Gas Flow: m ³ /min (cfm)	2.6 (99)	3.5 (124)

* Contact your local FG Wilson dealer for power ratings at specific site conditions.

Dimensions and Weights

Length: mm (in)	Width: mm (in)	Height: mm (in)	Dry: kg (lb)	Wet: kg (lb)
1320 (52.0)	552 (21.7)	1296 (49.5)	396 (873)	402 (886)

Dry = With Lube Oil Wet = With Lube Oil and coolant

Ratings in accordance with ISO 8528, ISO 3046, IEC 60034, BS5000 and NEMA MG-1/22. Generating set pictured may include optional accessories.



www.FGWilson.com



P12.5P2 / P13.5E2



FG Wilson has manufacturing facilities in the following locations:

Northern Ireland · Brazil · China · India · USA

With headquarters in Northern Ireland, FG Wilson operates through a Global Dealer Network. To contact your local Sales Office please visit the FG Wilson website at www.FGWilson.com

In line with our policy of continuous product development, we reserve the right to change specification without notice.
P12.5P2 / P13.5E2 / FR/IO406/GB



Lampiran 5 : Power Cube G4

Hybrid Power-Grid Hybrid

PowerCube G4: Standard Fast Charging Solution

Introduction

Standard fast charging system is suitable for areas where electricity grid has seldom daily outages.

Scenarios

- Modernization of Grid plus backup batteries powered sites
- New-building sites in unstable grid areas



Benefits

- Fast charging: Full charging < 4hrs
- Energy storage: 3-4 years lifespan
- 'Zero' D.G. running time or removing D.G.
- Smooth evolution to Solar Hybrid Solution

Configuration



G4 (Outdoor)



G4 (Indoor)

Typical Power Load	$\leq 5kW$		
Controller	ECC500(Energy Control Center)		
System Capacity	Max. 6x50A PSU	Max. 8x50A PSU	
AC Input	220VAC (85-300VAC) , 50/60Hz (45-66Hz) , 3-phase & 4-wire		
Cooling for Equipment	HEX	EcoCool / Split DC Aircon	
Cooling for Battery	DC Aircon / Free cooling		
BLVD	2x80A, 2x63A		
LLVD	4x32A, 2x16A, 1x10A		
Cabinet	ICC500	ICC900	ICC200
Remaining Space	12U	27U	31U
Battery Model and Capacity	FCB-A (Fast Charging Battery): 200/300/400/500/650Ah		
	Max. 1x650Ah FCB-A	Max. 2x650Ah FCB-A	Max. 1x650Ah FCB-A
Key Technology	GridMax Technology includes features such as fast charging, step charging and high adaptability.		

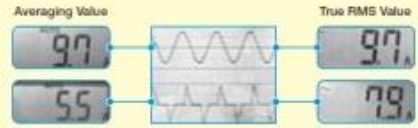
Lampiran 6 : Kyoritsu Snap 2055

ETER SERIES

2055 / 2056R
(Actual Size)



True RMS (Root Mean Square value) Measurement



When load current is not affected by the distortion, both averaging value type and true RMS (root mean square) type clamp meters show the almost same value of about 10A with constant wave-form as the above display samples. However, when load current is affected by some distortions such as inverter, etc., averaging value type clamp meter indicates 5.5A instead of 9.7A and true RMS type clamp meter indicates 7.9A instead of 9.7A with irregular wave-form. Accordingly, true RMS type clamp meter is recommendable for the measurement of the equipment with inverter control

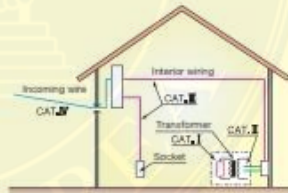
devices. Due to the use of thyristors, inverters and other energy-saving controllers in recent electric wiring, current waveforms often include harmonic components and are distorted compared to sinusoidal waves (50/60Hz). The Kyoritsu True RMS value tester is able to measure distorted waveforms using true RMS since waveforms are being internally calculated continuously. In contrast, when measurements are made with an averaging value tester, errors are generated in the measurement value because the tester cannot continuously track distorted waveforms.

(Compared to the true RMS value tester, measurement values for the averaging value generate more than 30% errors in some cases.)

Crest Factor

The ratio of peak value to root mean square value, expressing the dynamic range. The crest factor on an undistorted sinusoidal wave is 1.41. Any value outside of this means that the waveform is considered to be distorted.

Measurement categories (Over-voltage categories)



To ensure safe operation of measuring instruments, IEC61010-1 establishes safety standards for various electrical environments, categorized as CAT.I to CAT.IV, and called measurement categories. Higher-numbered categories correspond to electrical environments with greater transient energy (that can be very dangerous), so a measuring instrument designed for CAT.IV environments can endure greater transient energy than one designed for CAT.I or lower.

CAT.I : Secondary electrical circuits connected to an outlet through a transformer or similar device. Secondary electrical circuit parts inside equipments like TVs, PCs, Copiers, etc.

CAT.II : Primary electrical circuits or equipments connected to an outlet by a power cord. Outlets at more than 10 meters from CAT.II source, or at more than 20 meters from CAT.IV source.

CAT.III : Primary electrical circuits of the equipment connected directly to the distribution panel. Switchboards, busbars and feeders from the distribution panel to outlets.

CAT.IV : The circuit from the service drop to the service entrance, and to the power meter and primary over current protection device (distribution panel). Circuits close to the secondary side of low voltage power transformer.

Specifications

MODEL	2040	2046R	2055	2056R
				
	CAT. IV 600V Φ33 MAX AC/DC 600A	CAT. IV 600V Φ33 MAX AC/DC 600A True RMS °C	CAT. IV 600V Φ40 MAX AC/DC 1000A	CAT. IV 600V Φ40 MAX AC/DC 1000A True RMS °C
AC A	0-600.0A 1.5%rdg±5dgt(50/60Hz) 3.5%rdg±8dgt(40-400Hz)	0-600.0A 2.0%rdg±5dgt(50/60Hz) 3.5%rdg±5dgt(40-500Hz)	0-600.0/1000A 1.5%rdg±5dgt(50/60Hz) 3.0%rdg±5dgt(40-400Hz)	0-600.0/1000A 2.0%rdg±5dgt(50/60Hz) 3.5%rdg±5dgt(40-500Hz)
AC V	6/60/600V Auto Ranging 1.3%rdg±4dgt(50/60Hz) 3.0%rdg±5dgt(40-400Hz)	6/60/600V Auto Ranging 1.5%rdg±4dgt(50/60Hz) 3.5%rdg±5dgt(40-400Hz)	6/60/600V Auto Ranging 1.3%rdg±4dgt(50/60Hz) 3.0%rdg±5dgt(40-400Hz)	6/60/600V Auto Ranging 1.5%rdg±4dgt(50/60Hz) 3.5%rdg±5dgt(40-400Hz)
DC A	—	0-600.0A 1.5%rdg±5dgt	0-600.0A/1000A 1.5%rdg±5dgt	0-600.0A/1000A 1.5%rdg±5dgt
DC V	600mV/6/60/600V Auto Ranging 1.0%rdg±3dgt	600mV/6/60/600V Auto Ranging 1.0%rdg±3dgt	600mV/6/60/600V Auto Ranging 1.0%rdg±3dgt	600mV/6/60/600V Auto Ranging 1.0%rdg±3dgt
Frequency / DUTY		10/100/1k/10kHz (Auto Ranging) / 0.1-99.9%		
Ω		600/6k/60k/600k/6M/60MΩ (Auto Ranging) 1%±5dgt(600-6M) / 5%±8dgt(60M)		
Continuity buzzer		Buzzer Sounds at 100Ω		
Conductor Size		φ33mm		φ40mm
Diode Check	●	●	●	●
Capacitance		400n/4μ/40μF (Auto Ranging)		400n/4μ/40μF (Auto Ranging)
Temperature		●		●
Data Hold	●	●	●	●
Peak Hold	●	●	●	●
MAX / MIN	●	●	●	●
Bar Graph	●	●	●	●
NCV*	●	●	●	●
Backlight Display		●	●	●
Withstand Voltage		6880V AC for 5 seconds		
Applicable Standard		IEC61010-1 CAT. IV 600V, IEC61010-031, IEC61010-2-032, IEC61326		
Power Source		R03 (1.5V)(AAA) × 2		
Dimensions	243(L) × 77(W) × 36(D) mm		254(L) × 82(W) × 36(D) mm	
Weight	300g		310g	
Accessories	Test Lead, R03 × 2 Carrying Case Instruction Manual	Test Lead, R03 × 2 Carrying Case Instruction Manual Temperature Probe	Test Lead, R03 × 2 Carrying Case Instruction Manual	Test Lead, R03 × 2 Carrying Case Instruction Manual Temperature Probe
Option				

*Non-Contact Voltage



Safety Warnings :

Please read the "Safety Warnings" in the instruction manual supplied with the instrument thoroughly and completely for correct use. Failure to follow the safety rules can cause fire, trouble, electrical shock, etc. Therefore, make sure to operate the instrument on a correct power supply and voltage rating marked on each instrument.

■ For inquiries or orders :



KYORITSU ELECTRICAL INSTRUMENTS WORKS, LTD.

No.5-20, Nakane 2-chome, Meguro-ku,
Tokyo, 152-0031 Japan
Phone: 81-3-3723-0131
Fax: 81-3-3723-0152
URL: <http://www.kyoritsu.co.jp>
E-mail: info@kyoritsu.co.jp
Factories: Uwajima & Ehime



In consideration of the environment, soy ink and recycled paper were used in this publication. ● The contents of this bulletin are subject to change without notice. K2W2040-400-55-001-1-41 Dec.05 AD