

**OPTIMALISASI SUPLAI ENERGI LISTRIK SUATU
PERUSAHAAN TELEVISI SWASTA NASIONAL**

SKRIPSI

Oleh

BOMER HASUDUNGAN SIAHAAN

04 05 23 009 4



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2008/2009**

**OPTIMALISASI SUPLAI ENERGI LISTRIK SUATU
PERUSAHAAN TELEVISI SWASTA NASIONAL**

SKRIPSI

Oleh

BOMER HASUDUNGAN SIAHAAN

04 05 23 009 4



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2008/2009**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

OPTIMALISASI SUPLAI ENERGI LISTRIK SUATU PERUSAHAAN TELEVISI SWASTA NASIONAL

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 25 Juni 2008

Bomer Hasudungan Siahaan

NPM 04 05 23 009 4

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

OPTIMALISASI SUPLAI ENERGI LISTRIK SUATU PERUSAHAAN TELEVISI SWASTA NASIONAL

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diajukan pada sidang ujian tugas akhir pada tanggal 25 Juni 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat / sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 25 Juni 2008

Dosen Pembimbing

Ir. Amien Rahardjo, MT

NIP 131 476 459

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Amien Rahardjo, MT

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Bomer Hasudungan Siahaan
NPM 04 05 23 00 94
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Ir. Amien Rahardjo, MT

OPTIMALISASI SUPLAI ENERGI LISTRIK SUATU PERUSAHAAN TELEVISI SWASTA NASIONAL

ABSTRAK

Dunia industri dan usaha di Indonesia telah berada dalam situasi ekonomi yang sulit karena dampak dari krisis moneter pada beberapa tahun belakangan ini. Sebuah manajemen energi yang baik sangat dibutuhkan oleh setiap perusahaan dalam menghadapi problem biaya operasional dan pengambilan keputusan jangka panjang.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran mengenai koordinasi antara dua tipe sumber pembangkit dan kebutuhan beban di sebuah perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran dengan keterangan yang diperoleh dari berbagai sumber. Hasil pengolahan data didapatkan beberapa macam kemungkinan kombinasi dua pembangkit untuk berbagai macam kondisi di lapangan yang berhubungan dengan proses produksi. Semua kemungkinan tersebut telah diperhitungkan terhadap seluruh biaya investasi dan operasional selama tahun 2007 sehingga dapat ditentukan bagaimana cara pengoperasian dan kontrol yang baik agar energi listrik dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin.

Hasil pengolahan data dan perhitungan diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pihak perusahaan berupa beberapa simulasi kemungkinan penggunaan dua tipe sumber pembangkit dan bagaimana sistem operasi dan kontrol daya untuk melakukan kombinasi tersebut.

Hasil akhir dari perhitungan didapatkan kombinasi biaya Rp. / kWh yang paling murah yaitu : PLN 100 % dan 4 unit UPS terhadap kapasitas maksimalnya.

Kata kunci : Optimasi Energi

Bomer Hasudungan Siahaan
NPM 04 05 23 00 94
Electical Engineering Department

Counsellor
Ir. Amien Rahardjo, MT

OPTIMATION OF ELECTRIC ENERGY IN A NATIONAL BROADCASTING COMPANY

ABSTRACT

Industry and business in Indonesia have been under difficult economic situation caused by monetary crisis in the last few year. A good energy management plays important rule for every major company in solving most problems about the operational cost and long term investment.

Research and data were done by doing some observation and surveys about the coordination between two type of power sources and the quantity of load demand in a broadcasting company and also including some interviews from different resources. The result of data calculation gives several combinations of two type of power supplies for several condition on the fields, which have relation with the production process. All probabilities have been considered to the whole company's investment and operational cost in 2007 in order to know which kind of operation and control is the best solution, so that the electrical supply can be utilized most optimally.

The result from data analysis and calculations expected to give a contribution to the company with some simulations and combination probabilities using two type of power sources.

The final calculation shows the cheapest cost combination Rp. /kWh for : PLN 100 % and 4 units UPS, each from its own maximum capacity.

Key Words : Energy Optimation

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 METODOLOGI PENULISAN	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 SUMBER TENAGA LISTRIK PLN	5
2.2 SUMBER TENAGA DIESEL	6
2.2.1 Penggerak Mula / <i>Prime Mover</i>	6
2.2.2 Generator	9
2.2.2.1 <i>Generator AC (Generator Arus Bolak Balik)</i>	10
2.2.2.2 <i>Kerja Paralel / Sinkronisasi Generator</i>	10
2.3 TRANSFORMATOR	11
2.3.1 <i>Transformator Daya (Power Transformer)</i>	11
2.3.2 <i>Transformator Distribusi (Distribution Transformer)</i>	13
2.3.3 <i>Transformator Instrumen (Instrument Transformer)</i>	13
2.3.3.1 <i>Transformator Arus</i>	13

2.3.3.2 <i>Transformator Tegangan</i>	14
2.4 ASPEK EKONOMI	14
2.4.1 Biaya Tetap (<i>Fixed Cost</i>) PLN dan Genset	14
2.4.1.1 <i>Biaya Penyusutan</i>	15
2.4.1.2 <i>Biaya Bunga Modal</i>	15
2.4.1.3 <i>Biaya Gaji Karyawan</i>	15
2.4.1.4 <i>Biaya Beban PLN</i>	15
2.4.2 Biaya Tidak Tetap (<i>Variable Cost</i>) PLN dan Genset	15
2.4.2.1 <i>Sumber Energi Listrik PLN</i>	15
2.4.2.2 <i>Sumber Energi Listrik Diesel Generator</i>	15
2.4.3 Metode Perhitungan Depresiasi	16
2.4.3.1 <i>Metode Garis Lurus</i>	16
2.4.3.2 <i>Metode Persentase dari Nilai Buku</i>	16
2.4.3.3 <i>Metode Satuan Hasil Produksi</i>	16
BAB III PENGUMPULAN DATA	17
3.1 SUMBER LISTRIK	17
3.1.1 Sumber Listrik PLN	17
3.1.2 Transformator yang Digunakan	17
3.1.3 Sumber Listrik Generator Set (Genset)	18
3.2 DATA BEBAN	20
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA	26
4.1 SUPLAI LISTRIK PLN 2000 kVA – 20 kV	26
4.2 DIESEL GENERATOR	26
4.3 PERKIRAAN PERHITUNGAN BIAYA	27
4.3.1 Sumber Energi Listrik PLN	28
4.3.2 Generator Set	29
4.3.3 UPS (Uninterruptible Power Supply)	37
4.4 ANALISIS PERHITUNGAN TABEL	39
BAB V KESIMPULAN	40
DAFTAR ACUAN	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Otto	7
Gambar 2.2 Siklus Diesel	7
Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Mesin Diesel	8
Gambar 2.4 Transformator Daya	12
Gambar 2.5 Transformator Distribusi	13
Gambar 3.1 Trafo Penurun Tegangan (<i>stepdown transformer</i>) 2000 kVA	18
Gambar 3.2 Generator AC 937,5kVA	19
Gambar 3.3 Grafik Fungsi Beban (kWh) terhadap Waktu	23
Gambar 3.4 Grafik Fungsi Daya (kW) terhadap Waktu	24
Gambar 3.5 Grafik Fungsi Beban (kWh) Tahun 2007 terhadap Waktu	25

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator 2000 KVA	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Generator 937,5 kVA	19
Tabel 3.3 Beban LV-MDP 1	20
Tabel 3.4 Beban LV-MDP 2	21
Tabel 3.5 Beban LV-MDP 3	21
Tabel 3.6 Pembacaan Meter di Panel Utama Bulan September 2006	22
Tabel 3.7 kWh PLN Tahun 2007	24
Tabel 4.1 Perkiraan Biaya PLN Tahun 2007	27
Tabel 4.2 Perkiraan Biaya Diesel Tahun 2007	27
Tabel 4.3 Biaya beban golongan I-3 / TM untuk Setiap Periode	28
Tabel 4.4 Biaya WBP untuk Setiap Periode	28
Tabel 4.5 Biaya LWBP untuk Setiap Periode	29
Tabel 4.6 Biaya WBP dan LWBP untuk Setiap Periode	29
Tabel 4.7 Perkiraan Biaya Tiap Periode	29
Tabel 4.8 Perkiraan Pemakaian Solar	30
Tabel 4.9 Perkiraan Pemakaian Meditran 40	31
Tabel 4.10 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode I	31
Tabel 4.11 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode II	32
Tabel 4.12 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode III	32
Tabel 4.13 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode IV	33
Tabel 4.14 Kompresor Diesel Setiap Periode	33
Tabel 4.15 Perkiraan Pemakaian Air	33
Tabel 4.16 Perkiraan Biaya Penunjang Untuk Setiap Periode	34
Tabel 4.17 Penggunaan Genset Berdasarkan Pemakaian	34
Tabel 4.18 Biaya Perawatan Diesel Untuk Beberapa Kapasitas Beban	35
Tabel 4.19 Penentuan Liter / kWh	35
Tabel 4.20 Pemakaian Solar (Liter)	35
Tabel 4.21 Pemakaian Solar (Rupiah)	36
Tabel 4.22 Perkiraan Biaya Genset Untuk Pemakaian Beban 100 %	36
Tabel 4.23 Perkiraan Biaya UPS	37
Tabel 4.24 Perkiraan Biaya Perawatan UPS	37
Tabel 4.25 Perbandingan Biaya PLN dan Genset	38
Tabel 4.26 Perbandingan Biaya Kombinasi PLN / Genset dan PLN / UPS	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tarif Dasar Listrik Tahun 2003	43
Lampiran 2 Single Wire Diagram UPS CR STO-1 dan Server IT	44
Lampiran 2 Single Wire Diagram UPS Up Link dan MCR	45
Lampiran 2 Single Wire Diagram Perusahaan	46

DAFTAR SINGKATAN

MV – MDP	Medium Voltage Medium Distribution Panel
LV – MDP	Low Voltage Medium Distribution Panel
SDP	Sub Distribution Panel
PP	Power Panel
UPS	Uninterruptible Power Supply
TDL	Tarif Dasar Listrik
WBP	Waktu Beban Puncak
LWBP	Luar Waktu Beban Puncak

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
P	Tekanan	N/m^2
V	Volume	m^3
v	Kecepatan	rpm
E_g	Tekanan efektif per fasa	Volt
Kc	Faktor jarak kumparan	mm
I	Arus	Amper
f	Frekwensi	Hertz
ϕ	Fluks	Weber
V	Tegangan	Volt
N	Jumlah lilitan per fasa	
Kd	Faktor Distribusi	
T	Faktor penyusutan	
S	Biaya pembangunan	
b	Bunga pinjaman	
u	Umur ekonomis peralatan	
TD	Taksiran depresiasi per satuan hasil	
HPA	Harga perolehan aktiva	
TR	Taksiran nilai residu	
TP	Taksiran total unit produksi yang dihasilkan	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pemakaian energi listrik dewasa ini telah mencapai tingkat yang tinggi dalam permintaan konsumen. Sementara itu penyediaan energi listrik seiring berjalannya waktu semakin berkurang. Artinya perlu untuk peningkatan kegiatan di bidang energi listrik ini. Di satu pihak menuntut ditingkatkan jumlah tenaga ahli guna memenuhi kebutuhan berbagai subsektor energi, di pihak lain menuntut makin ditingkatkannya mutu profesional para ahli di bidang energi.

Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini secara garis besar mempunyai empat studio penyiaran, tiga CR (*Control Room*) dan satu MCR (*Master Control Room*). Yang masing – masing memiliki suplai aliran daya listrik pada ruang panel (*panel control*). Secara garis besar untuk studio I jumlah suplai daya listrik maksimum 325 kVA , studio II menyuplai 165 kVA, studio III menyuplai 80 kVA , studio V menyuplai 60 KVA. Untuk MCR sekitar 10 kVA, ruangan edit dan umum 30 kVA, AC (*Air Conditioner*) menyuplai 200 kVA.

Untuk suplai daya listrik diperoleh dari dua sumber yakni dari suplai PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang didistribusikan melalui dua buah *transformator stepdown* 20 kV / 380/220 V masing – masing berkapasitas 2000 KVA dan melalui tiga buah generator set tenaga diesel (Genset) yang masing – masing memiliki kapasitas 937,5 KVA. Pada kondisi normal penggunaan sumber daya listrik utama diperoleh langsung dari jaringan PLN. Pada kondisi abnormal (tidak normal) atau terjadi gangguan pada jaringan PLN maka sumber daya listrik akan disuplai langsung dari kedua generator set yang sudah tersedia.

Pada umumnya, saat sumber daya listrik diperoleh dari jalur penyediaan PLN, secara administrasi kita hanya berurusan sebagai pemakai sumber daya saja, yang hanya membayarkan rekening listrik saja pada pihak PLN yang sudah memiliki ketentuan harga tarif dasar. Namun bila kita membandingkan dengan pemakaian sumber daya listrik dari generator set, kita harus menghitung biaya awal pemasangan, biaya operasional, biaya perawatan dan sebagainya. Di sini kita

akan melihat dan menghitung bagaimana perbandingan antara kedua sistem pendistribusian daya listrik yang ditinjau dari segi ekonomisnya.

1.2 TUJUAN

Tujuan dari skripsi ini adalah :

1. Menganalisis jumlah pemakaian beban yang ditinjau dari sumber daya listrik PLN dan generator set
2. Menghitung jumlah biaya – biaya yang terjadi baik dari sumber listrik PLN maupun generator set
3. Membandingkan hasil perhitungan antara sumber PLN dan genset ditinjau dari segi ekonomisnya
4. Membuat simulasi perbandingan biaya yang terjadi antara kombinasi PLN / generator set dan PLN / UPS

1.3 BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan pembahasan dan analisis, maka permasalahan dalam pembahasan ini dibatasi pada beberapa hal, antara lain :

1. Tinjauan ekonomis pemakaian daya listrik bersumber dari PLN
2. Tinjauan ekonomis pemakaian daya listrik dari generator set
3. Perhitungan dan analisis biaya – biaya yang muncul baik dari sisi PLN maupun dari sisi generator set
4. Perhitungan dan simulasi gabungan atau kombinasi dari kedua sumber daya listrik
5. Perbandingan ekonomis dari kedua sumber penyuplai daya listrik

1.4 METODOLOGI PENULISAN

Perumusan masalah dan metode pembuatan skripsi ini dibuat berdasarkan berdasarkan observasi lapangan, pengolahan data dan studi literatur.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika pembuatan skripsi ini dibuat dalam beberapa bagian sebagai berikut :

BAB I Berupa pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang masalah yang akan dibahas.

BAB II Menguraikan tentang teori dasar distribusi tenaga listrik dari PLN , diesel generator dan perincian biaya – biaya yang muncul ditinjau dari segi ekonomi.

BAB III Menguraikan tentang pengumpulan data yang ada baik dari sisi PLN maupun dari sisi diesel generator

BAB IV Menjelaskan analisis perhitungan biaya - biaya yang terjadi dari kedua suplai daya listrik baik dari PLN maupun generator set serta membandingkan hasil perhitungan dari kedua sisi penyuplai yang ditinjau dari segi ekonomisnya.

BAB V Merupakan penutup yang berisi kesimpulan dari hasil perhitungan, analisis yang dilakukan.

BAB II DASAR TEORI

Pada masa sekarang ini di Negara-negara berkembang seperti di negara kita kebutuhan energi listrik semakin meningkat terutama dengan berkembangnya sektor industri, pendidikan, telekomunikasi, teknologi dan lain sebagainya. Sumber energi tersebut dapat diperoleh dari pengubahan suatu energi primer menjadi energi listrik secara langsung maupun tidak langsung. Sistem langsung atau sistem konvensional energi, dimana energi primer dikonversikan menjadi energi listrik melalui suatu media perantara seperti turbin, motor bakar dan lain sebagainya. Pada sistem tidak langsung atau sistem non konvensional, dimana energi primer dikonversikan menjadi energi listrik tanpa melalui perantara atau mediator, antara lain solar sel, fotosintesis dan lain sebagainya.

Pada sistem konvensional banyak tipe pembangkit tenaga listrik yang digunakan sebagai penyedia energi listrik, antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB).

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu pembangkit listrik adalah :

1. Jenis pembangkit
2. Daya yang dibutuhkan
3. Biaya operasi, perawatan serta biaya pembangunan
4. Lokasi pusat pembangkit
5. Keuntungan dan kerugian sistem pembangkit.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dalam sektor industri banyak digunakan Pembangkit Listrik Tenaga Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebagai penambah daya listrik atau *emergency power*. Suplai dari PLN dijadikan sebagai Sumber listrik utama (*main supply*) untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di industri.

Adapun perbandingan keuntungan dan kerugian dari kedua sumber energi listrik ini adalah sebagai berikut :

Sumber Listrik PLN :

Keuntungan :

1. Tidak menimbulkan polusi udara dan suara
2. Tidak menghasilkan limbah buangan
3. Operasional dan *maintenance cost* yang cukup murah
4. Umur pemakaian relatif lama
5. Mudah perencanaanya karena hemat tempat

Kerugian :

1. Kontinuitas sumber energi listrik tergantung dari situasi operasional PLN
2. Biaya beban tertentu (Batas pemakaian minimum) harus selalu dibayar meskipun jarang pemakaiannya atau tidak mencapai batas penggunaan minimum

Sumber Listrik Genset (Diesel)

Keuntungan :

1. Kontinuitas sumber energi listrik yang handal
2. Tegangan mudah diatur
3. Kestabilan terjamin
4. Umur pemakaian relatif lama

Kerugian :

1. Menimbulkan polusi suara yang dapat mengganggu lingkungan sekitar
2. Tidak dapat menanggulangi beban lebih
3. Menyebabkan pencemaran udara lingkungan

2.1 SUMBER TENAGA LISTRIK PLN

Pemakaian sumber listrik PLN digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di perusahaan, antara lain untuk proses produksi, A.C (*Air Conditioner*), penerangan, peralatan elektronik seperti komputer. Suplai listrik dari PLN di industri pelayanannya diambil dari jaringan transmisi yang disalurkan ke gardu induk (GI) yang ada di lokasi perusahaan dengan tegangan sebesar 20 kV .Kemudian dari GI ditransmisikan ke MV – MDP (*Medium Voltage Medium Distribution Panel*) . Dari MV-MDV 20 kV ini kemudian didistribusikan ke tegangan 380/220V melalui transformator penurun tegangan (*step down*

transformer) dan kemudian diterima oleh LV-MDP (*Low Voltage Medium Distribution Panel*).

2.2 SUMBER TENAGA DIESEL

Sistem pembangkit listrik tenaga diesel ini menggunakan generator dengan sistem penggerak tenaga diesel atau yang biasa dikenal dengan sebutan Genset (Generator Set). PLTD ini merupakan pembangkit tenaga listrik yang ada di industri yang penggunaannya sebagai daya listrik cadangan (*emergency supply*) dan beroperasi ketika PLN tidak aktif .

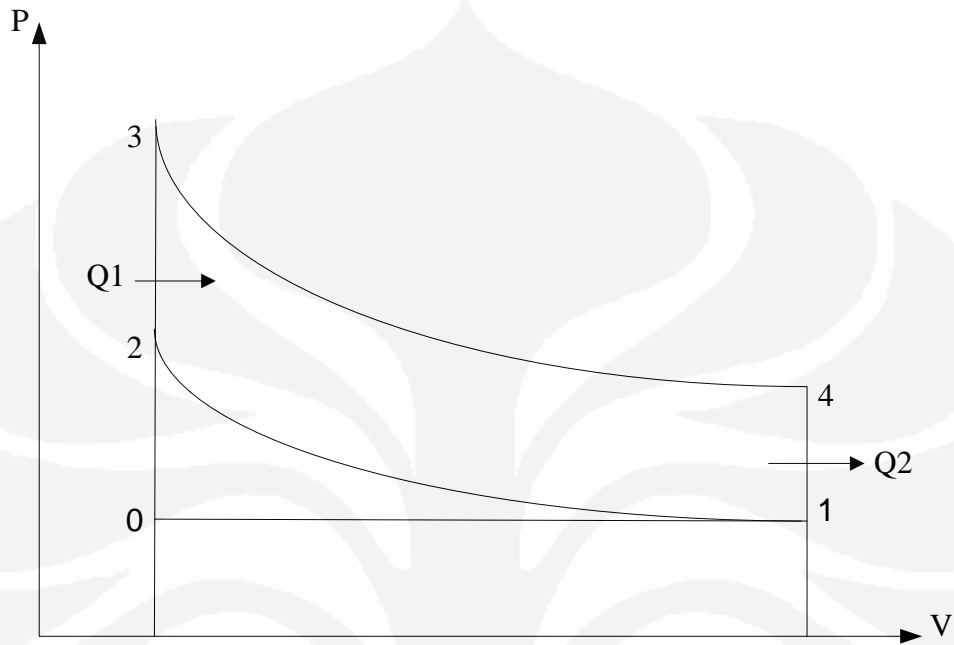
Ada 2 komponen utama dalam genset :

1. *Prime mover* atau penggerak mula, dalam hal ini adalah mesin diesel
2. Generator

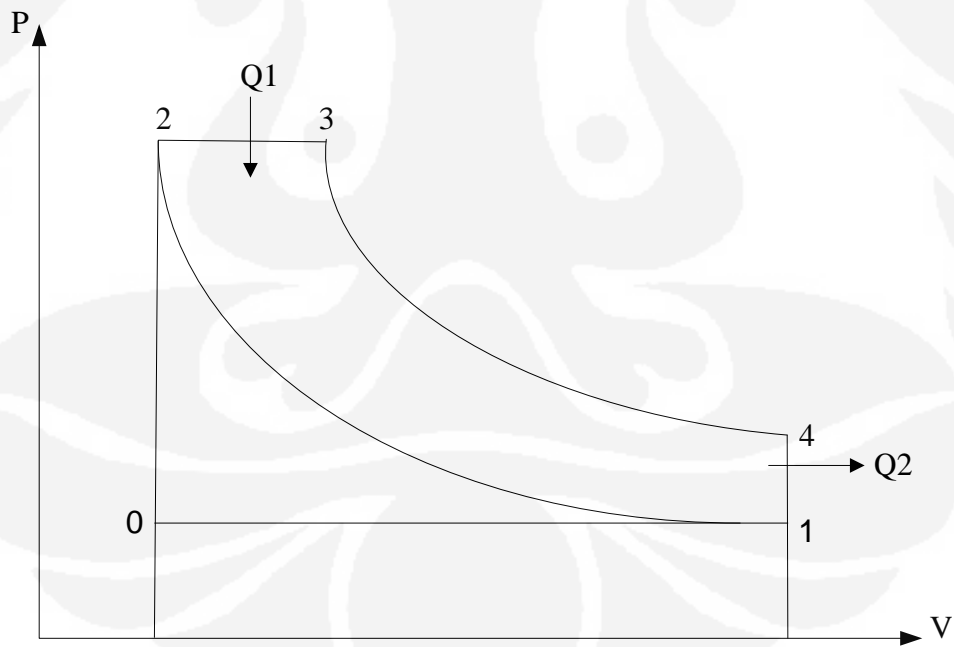
2.2.1 *Prime Mover* / Penggerak Mula

Prime mover merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Penggerak mula yang dipakai dalam suatu PLTD adalah diesel / *engine*.

Pada mesin diesel terjadi penyalan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi (± 30 atm), sehingga temperatur didalam silinder naik. Dan pada saat itu bahan bakar disemprotkan dalam silinder dengan temperatur dan tekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga akan menyala secara otomatis. Bahan bakar yang menyala ini menimbulkan ekspansi gas yang akan menggerakkan piston naik turun untuk melakukan kerja. Jadi dalam hal ini diesel tidak memerlukan karburator untuk mencampur bahan bakar dengan udara karena telah bercampur dengan sendirinya di dalam silinder. Pada sebuah mesin yang mempergunakan siklus percikan kompresi tidak memerlukan busi, karena percikan yang terjadi disebabkan oleh kompresi udara yang tinggi di dalam silinder sehingga suhu menjadi tinggi. Pada mesin diesel penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan konstan. Prinsip tersebut mirip siklus *Otto*.



Gambar 2.1 Siklus Otto [1]



Gambar 2.2 Siklus Diesel [1]

Pada mesin diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya. Pada langkah ke atas yang pertama adalah langkah pemasukan dan pengisapan, disini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah. Kemudian langkah kedua poros engkol menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Langkah ketiga adalah langkah ekspansi dan kerja, disini kedua katup yaitu katub masuk dan keluar tertutup sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak ke bawah. Langkah keempat adalah langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat sisa pembakaran terbang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali dapat bergerak naik ke atas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini merupakan proses pembuangan. Setelah proses keempat dilakukan maka proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali. Proses yang terjadi pada mesin diesel dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram Alir Proses Mesin Diesel

Berdasarkan kecepatan proses di atas maka diesel dapat digolongkan menjadi 3 bagian, yakni :

1. Diesel kecepatan rendah ($N < 400$ rpm)
2. Diesel kecepatan menengah ($400 < N < 1000$ rpm)
3. Diesel kecepatan tinggi ($N > 1000$ rpm)

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan suatu mesin diesel antara lain :

- Efisiensi termal tinggi, yaitu sekitar 45 %
- Desain *nozzle* tidak memerlukan perawatan yang terlalu rumit
- Tekanan efektif yang rata – rata tinggi
- Mudah dalam proses *starting*
- Pada detonasi tidak menghasilkan suara mesin yang mengganggu
- Efisiensi volumetrik tinggi
- Gas buang tidak melebihi ambang batas polusi udara yang berbahaya.

Keuntungan pemakaian mesin diesel sebagai *prime over* :

- Desain dan instalasi yang sederhana
- *Auxiliary equipment* sederhana
- Waktu pembebanan relatif singkat
- Konsumsi bahan bakar yang relatif murah dan hemat

Kerugian pemakaian mesin diesel sebagai *prime over* :

- Berat mesin sangat berat karena harus dapat menahan getaran serta kompresi yang tinggi
- *Starting* awal yang berat, karena kompresinya tinggi (± 200 bar)
- Semakin besar daya mesin diesel tersebut dimensinya semakin besar juga, hal tersebut akan menyulitkan jika daya mesin besar.

2.2.2 Generator

Generator adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Generator ini memperoleh energi mekanis dari *prime mover*. Generator arus bolak-balik dikenal dengan sebutan alternator. Generator diharapkan dapat mensuplai tenaga listrik saat terjadi gangguan, dimana suplai tersebut digunakan untuk beban prioritas. Prinsip kerja generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada

stator akan menimbulkan momen elektromagnetik yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan EMF (*Electro Motive Force*) pada kumparan rotor. Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar. Jadi diesel sebagai *prime mover* akan memutar rotor generator, kemudian rotor diberi arus eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator. Karena ada dua kutub yang berbeda, Utara dan Selatan, maka tegangan yang dihasilkan pada stator adalah tegangan bolak-balik. Besarnya tegangan induksi memenuhi persamaan :

$$E_g = 4,44 * K_c * K_d * T * f * \phi [2] \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

E_g = tegangan efektif per fasa	K_c = faktor jarak kumparan
K_d = faktor distribusi	T = jumlah lilitan per fasa
f = frekwensi	ϕ = fluks per kutub

2.2.2.1 Generator AC (Generator Arus Bolak Balik)

Generator AC bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Generator AC terdiri dari stator yang merupakan elemen diam dan rotor yang merupakan elemen berputar dan terdiri dari kumparan - kumparan medan. Pada generator AC jangkarnya diam sedangkan medan utamanya berputar dan lilitan jangkarnya dihubungkan dengan dua cincin geser.

2.2.2.2. Kerja Paralel / Sinkronisasi Generator

Generator diputar oleh penggerak mula, dalam hal ini sebagai penggerak mulanya adalah mesin diesel. Untuk mendekati putaran sinkronnya, maka penguatnya diatur sehingga tegangan terminal generatornya sama. Untuk mendekati frekwensi dan urutan fasanya, kedua generator tersebut menggunakan lampu *synchronoscope* yang menggunakan hubungan cahaya berputar dengan hubungan terang dan gelap. Sebagai indikasi generator telah bekerja parallel adalah dengan melihat lampu *synchronoscope* tersebut, jika lampu padam maka generator telah bekerja paralel. Syarat – syarat kerja paralel generator adalah :

- Tegangan terminal kedua generator yang akan dihubungkan dengan sistem harus sama.
- Putaran dari generator harus diatur sedemikian rupa sehingga frekwensi dari tegangan yang dihasilkan kedua generator sama

Toleransi – toleransi tertentu dalam sebuah kerja paralel generator antara lain [3] :

- Beda tegangan efektif $\pm 5 \%$
- Beda fasa $\pm 5 \%$
- Frekwensi *incoming* generator lebih besar 0,2 % dari frekwensi sistem / busbar

2.3 TRANSFORMATOR

Transformator adalah alat untuk memindahkan daya listrik arus bolak balik dari suatu rangkaian ke rangkaian lain secara induksi elektromagnetik, baik untuk mentransformasikan tegangan maupun arus listrik yang besarnya berbeda tetapi frekwensinya sama. Pada umumnya alat ini memiliki efisiensi yang tinggi yaitu lebih besar dari 85 %. Keuntungan yang didapat dari pemakaian transformator dalam suatu sistem suplai listrik yaitu mendapatkan kemungkinan untuk memilih besar tegangan yang sesuai dengan kebutuhan. Gandengan magnetik yang terdapat pada trafo biasanya merupakan suatu inti besi yang berlaminasi. Inti ini merupakan suatu sarana penyebab terjadinya suatu fluks magnetik.

Pada umumnya bagian dari transformator adalah :

- Rangkaian listrik, terdiri dari lilitan primer, lilitan sekunder
- Rangkaian magnetik, terdiri atas limbs, yokes dan susunan pengikat
- Terminal, terdiri atas *tapping switch* dan terminal *insulator*
- Tangki minyak, konservator dan peralatan tambahan lainnya

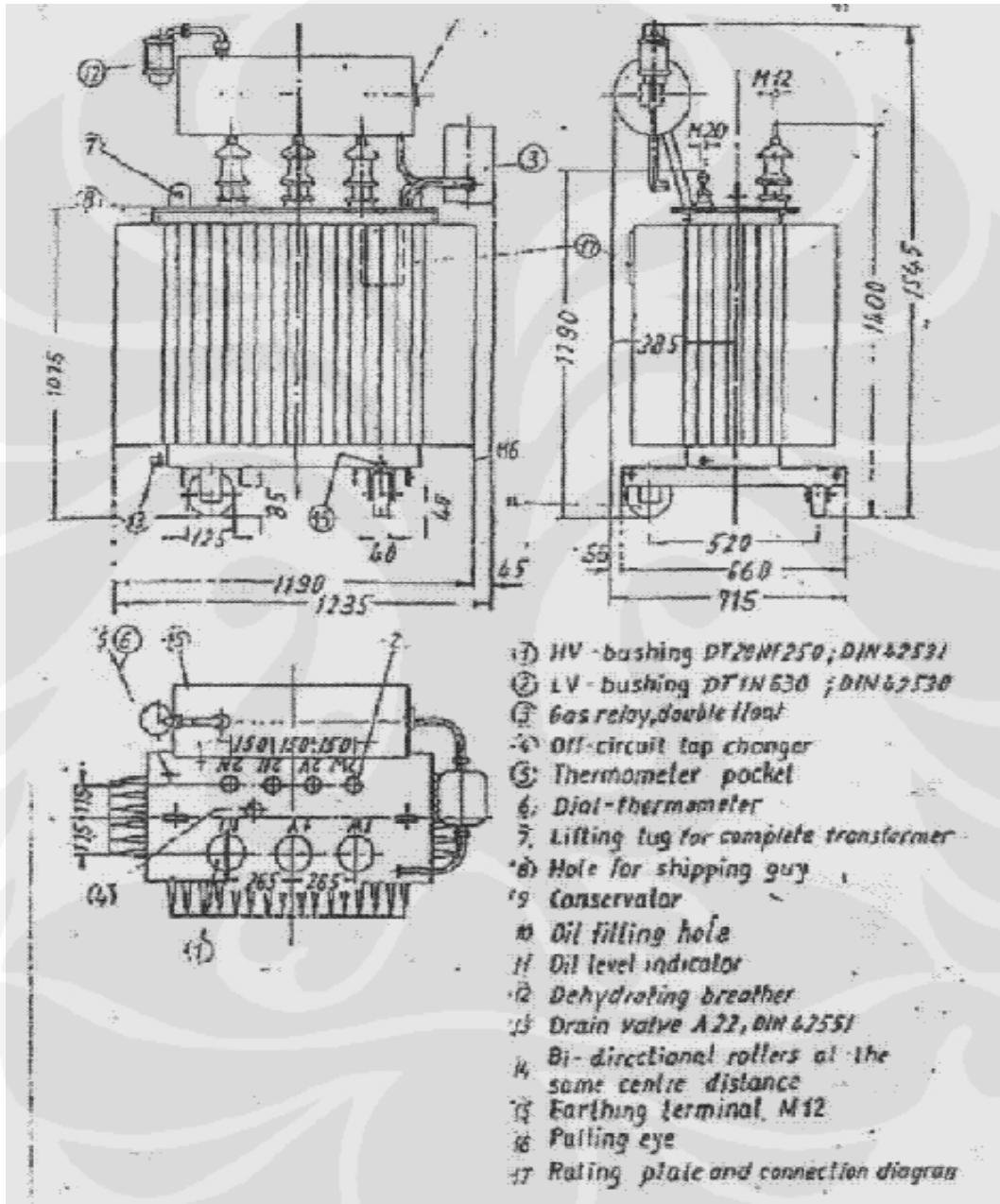
Berdasarkan fungsi kerjanya, transformator diklasifikasikan atas :

- Transformator daya (*power transformer*)
- Transformator distribusi (*distribution transformer*)
- Transformator instrumen (*instrument transformer*)

2.3.1 Transformator Daya (*Power Transformer*)

Transformator daya adalah komponen paling utama di sebuah gardu induk. Fungsinya adalah mentransformasikan harga arus dan tegangan untuk daya dan frekwensi yang sama, yakni menerima tegangan tinggi / ekstra tinggi pada sisi primernya dan kemudian tegangan dirubah menjadi tegangan yang lebih rendah

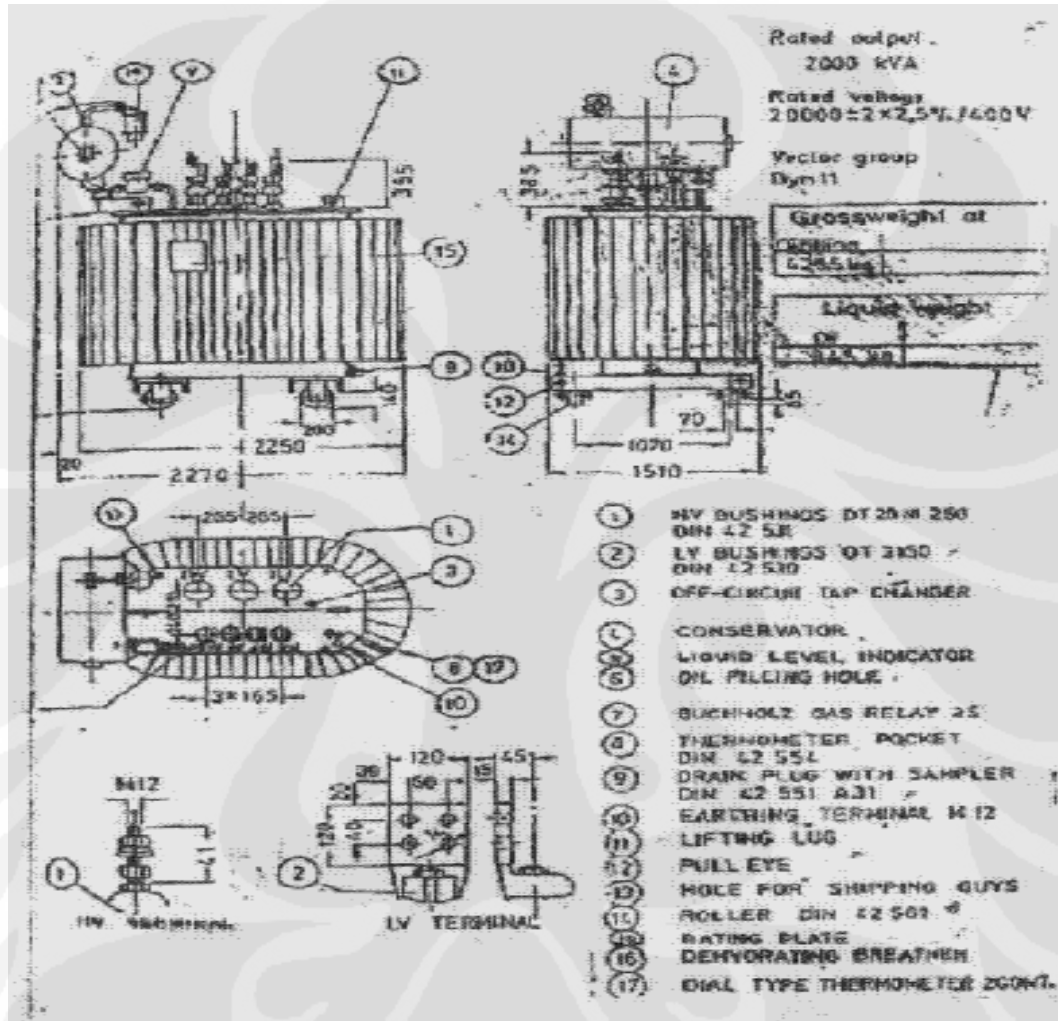
atau sebaliknya. Transformator ini terdiri atas dua macam yaitu transformator *step up* dan transformator *stepdown*. Dalam pengoperasiannya pada sebuah gardu induk, transformator daya ini dilengkapi dengan perlengkapan – perlengkapan pendukung, antara lain : relay – relay pengaman *circuit breaker*, *disconnecting switch*, *arrester*, sistem pentanahan dan instrumen pendukung lainnya.



Gambar 2.4 Transformator Daya [4]

2.3.2 Transformator Distribusi (*Distribution Transformer*)

Transformator distribusi merupakan trafo daya, yang memiliki kapasitas daya lebih kecil dari trafo gardu induk, dan perannya mentransformasikan tegangan menengah (tegangan output dari trafo gardu induk) ke tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan ke beban.



Gambar 2.5 Transformator Distribusi [4]

2.3.3 Transformator Instrumen (*Intrument Transformer*)

Transformator jenis ini merupakan transformator yang umumnya digunakan dengan peralatan pengukuran. Transformator ini dibedakan atas dua macam yaitu :

2.3.3.1 Transformator Arus

Transformator arus (*current transformer*) dalam sistem distribusi fungsi utamanya adalah untuk mentransformasikan harga arus, dari harga tinggi ke rendah, dengan faktor transformasi tertentu, untuk keperluan pengukuran dan

pendeteksian. Dengan cara menggunakan trafo arus, maka dapat diperoleh data arus secara langsung tanpa pemutusan rangkaian. Hal tersebut sesuai dengan persamaan :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} [5] \dots\dots\dots(2.2)$$

- Dimana : I_1 = Arus primer
 I_2 = Arus sekunder
 N_1 = Jumlah lilitan primer
 N_2 = Jumlah lilitan sekunder

2.3.3.2 Transformator Tegangan

Transformator tegangan (*potential transformer*) merupakan alat untuk mentransformasikan harga tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah. Ketelitian pada transformator ini penting, karena perbandingan antara tegangan sekunder dengan tegangan primer harus sebanding. Hal ini sesuai dengan persamaan

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} [5] \dots\dots\dots(2.3)$$

- Dimana : V_1 = Tegangan primer N_1 = Jumlah lilitan primer
 V_2 = Tegangan sekunder N_2 = Jumlah lilitan sekunder

Pada pengopersian sistem di gardu induk maupun gardu distribusi, trafo arus dan trafo tegangan umumnya digabung dalam satu koordinasi kerja.

2.4 ASPEK EKONOMIS

Aspek – aspek ekonomis dalam suatu sistem pembangkit listrik meliputi biaya modal dasar, biaya perawatan, biaya pemakaian beban, biaya gaji para karyawan. Secara umum dalam perhitungan aspek ekonomi, ada dua macam perhitungan pembiayaan dalam suatu sistem suplai listrik, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*).

2.4.1 Biaya Tetap (*Fixed Cost*) PLN dan Genset

Biaya tetap merupakan harga tetap yang harus dikeluarkan setiap tahun tanpa memperhatikan apakah sumber energi listrik tersebut dipakai atau tidak.

Jadi dalam hal ini tidak tergantung dari besarnya jumlah pemakaian kWh. Biaya tetap ini ada beberapa macam, antara lain :

2.4.1.1 Biaya Penyusutan

Biaya per tahun yang digunakan untuk mengembalikan modal pinjaman atau biaya setiap tahun yang digunakan untuk membeli peralatan baru sebagai peralatan pengganti dari peralatan lama yang telah habis umurnya.

2.4.1.2 Biaya Bunga Modal

Biaya setiap tahun yang dipakai untuk membayar bunga dari modal pinjaman. Perhitungan dari kedua macam biaya tersebut biasanya dilakukan per tahun.

$$\text{Biaya Modal Dasar} = T * S \dots\dots\dots(2.4)$$

$$T = \frac{b}{1 - (1 + b)^{-u}} [6] \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : T = Faktor penyusutan S = Biaya pembangunan
 b = Bunga pinjaman per tahun u = Umur ekonomis peralatan

2.4.1.3 Biaya Gaji Karyawan

Biaya per tahun yang digunakan untuk membayar upah dari karyawan yang bertugas mengawasi operasional sistem suplai listrik.

2.4.1.4 Biaya Beban PLN

Biaya beban merupakan kontrak pemasangan daya listrik untuk menyuplai kebutuhan perusahaan sesuai dengan kewajiban pengguna jasa PLN. Hal ini disesuaikan TDL (Tarif Dasar Listrik) yang berlaku sampai sekarang.

2.4.2 Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*) PLN dan Genset

Biaya tidak tetap merupakan biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya tergantung dari pemakaian daya listrik.

2.4.2.1 Sumber Energi Listrik PLN

Untuk sumber energi PLN biaya tidak tetap terdiri dari :

- Biaya pemakaian daya dalam rupiah per kWh sesuai TDL yang berlaku
- Biaya *maintenance* peralatan
- Denda kelebihan kVARh bila faktor daya < 0,85

2.4.2.2 Sumber Energi Listrik Diesel Generator

Biaya tidak tetap dari suplai energi listrik diesel generator antara lain :

- Biaya penggunaan kWh (termasuk penggunaan bahan bakar, pelumas, dan air)
- Biaya perawatan peralatan

2.4.3 Metode Perhitungan Depresiasi

Besarnya depresiasi dapat dihitung dengan berbagai macam metode yaitu :

2.4.3.1 Metode Garis Lurus

Metode ini merupakan cara yang paling sederhana dan paling umum dimana harga perolehan aktiva dialokasikan selama umur produktif. Aktiva dalam jumlah yang sama besarnya setiap tahun.

$$\text{Depresiasi per tahun} = \frac{\text{Harga perolehan aktiva} - \text{Nilai residu}}{\text{Taksiran Umur Kegunaan}} \dots\dots\dots (2.6)$$

2.4.3.2 Metode Persentase dari Nilai Buku

Penyusutan setiap tahun tidak sama besarnya. Tahun pertama lebih besar dari pada tahun kedua dan seterusnya, dimana taksiran umur aktiva dijumlahkan semua. Perbedaan metode ini dengan metode garis lurus terletak pada cara perhitungan. Cara perhitungan metode ini yaitu persentase depresiasi dikalikan dengan nilai buku aktiva.

$$\text{Depresiasi per tahun} = \text{Niai buku pada awal tahun} * \% \text{fase depresiasi} \dots\dots(2.7)$$

2.4.3.3 Metode Satuan Hasil Produksi

Cara menghitung depresiasi metode ini adalah dengan memperkirakan satuan hasil produksi yang dapat dihasilkan aktiva tetap, selama masa produktifnya.

Adapun cara menghitung satuan hasil produksi adalah :

$$TD = \frac{HPA - TR}{TP} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : TD = Taksiran depresiasi per satuan hasil

HPA = Harga perolehan aktiva

TR = Taksiran nilai residu

TP = Taksiran total unit produksi yang dihasilkan

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 SUMBER LISTRIK

3.1.1 Sumber Listrik PLN



PLN merupakan sumber listrik utama yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan listrik perusahaan *broadcast* ini. Sumber listrik PLN yang terpasang adalah sebesar 2180 kVA yang penyalurannya melalui gardu induk (GI) dengan tegangan 20 kV, lalu diturunkan tegangan ini menjadi 380 / 220 V melalui dua buah transformator penurun tegangan masing - masing berkapasitas 2000 kVA yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk produksi, penerangan dan kebutuhan gedung, lift, pompa dan air conditioner (AC).

3.1.2 Transformator yang Digunakan

Pada perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini memiliki dua buah transformator penurun tegangan yang masing - masing berkapasitas 2000 kVA sebagai penurun tegangan 20 kV menjadi 380 / 220 V. Tegangan 380 / 220 V ini disalurkan lagi melalui tiga buah LV-MDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*). Dari ketiga LV-MDP ini akan langsung disalurkan daya listrik ke masing – masing SDP (*Sub Distribution Panel*) di seluruh gedung perusahaan ini.

Spesifikasi Transformator *stepdown* ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator 2000 KVA

Merek	UNINDO
Tahun Pembuatan	1996
Daya Nominal Primer	2000 kVA
Daya Nominal Sekunder	2000 kVA
Tegangan Nominal Primer hub. 	20000 Volt , 3 phasa 50 Hz
Tegangan Nominal Sekunder hub. 	400 Volt, 3 phasa 50 Hz
Arus Nominal Primer	57,7 Amper
Arus Nominal Sekunder	2886,8 Amper

Tegangan Hubung Singkat	7 %
Pendingin dengan Minyak	Mineral oil
Kenaikan Suhu Minyak (° C)	60
Kenaikan Suhu Kumparan (° C)	65
Tingkat Isolasi Dasar	125 kV
Jumlah Berat	4165 kg
Berat Minyak	1015 kg
Buatan	Indonesia
Cooling	ONAN
Satandard	IEC76/S



Gambar 3.1 Trafo Penurun Tegangan (*stepdown transformer*) 2000 kVA

3.1.3 Sumber Listrik Generator Set (Genset)

Generator Set yang digunakan pada perusahaan ini terdiri dari tiga buah generator listrik 3 fasa tenaga diesel yang masing – masing memiliki kapasitas 937,5 kVA yang memiliki tegangan nominal 380 Volt.

Ketiga genset ini digunakan sebagai sumber tenaga listrik cadangan (*standby*) apabila terjadi gangguan pada sumber daya listrik utama yang disuplai dari PLN.

Generator set ini memiliki data spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Generator 937,5 kVA

Merek	Stamford
Serial Number	0136666/02
Frame / Core	HCI634J1
KVA Base Rate (BR)	937,5
KW Base Rate (BR)	800
HZ	50
RPM	1500
Volts	380
Phase	3
Amps Base Rate (BR)	1519.4
Pf	0.8
Rating	CONT
Excitation Volts	59
Excitation Amps	3.50
Ambient Temperature (°C)	40
Enclosure	IP22
Insulation Class	H
Stator WDG	12
Stator Connection	Star
AVR	MX321



Gambar 3.2 Generator AC 937,5kVA

Generator set yang digunakan pada perusahaan ini terdiri dari tiga buah yang masing – masing memiliki kapasitas 937,5 kVA. Tentunya penyediaan sumber daya listrik dari kedua generator ini berfungsi ketika pada sumber daya listrik utama yang disediakan PLN terjadi gangguan atau putus sama sekali.

Akan tetapi penyediaan sumber daya listrik dari ketiga genset ini tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan beban listrik yang ada. Jadi penyediaan daya listrik cadangan oleh ketiga genset tersebut hanya digunakan pada beban – beban yang dianggap penting. Biasanya beban tersebut pada alat – alat yang sedang digunakan dalam proses produksi, beberapa AC, lift dan penerangan.

3.2 DATA BEBAN

Beban yang terpasang pada perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini didistribusikan melalui dua buah transformator penurun tegangan kemudian disalurkan lagi melalui tiga buah LV-MDP. Setelah melalui ketiga LV-MDP ini dibagi lagi ke beberapa SDP yang ada. Jadi masing – masing transformator mempunyai beban yang terpisah. Untuk trafo I mendistribusikan daya listrik melalui LV-MDP 1 dan trafo II menyalurkan daya melalui LV-MDP 2 dan LV-MDP 3.

Jumlah beban transformator I yakni terdiri dari beban LV-MDP 1 :

Tabel 3.3 Beban LV-MDP 1

Nama Beban	Daya (kVA)
PP – Pos jaga + Shelter	30
PP – AHU / CU Annex	40
SDP – 2	150
SDP – 3A	80
SDP – 7	80
SDP – CU 5	110
SDP – CU 3A	250
SDP – AHU 5	55
SDP – AHU 3	50
SDP – AHU 1	60
PP – 7A + PP – 8A	55

SDP – Computer	160
Total	1120

Dari data di atas kita ketahui bahwa transformator I memiliki beban sebesar 1120 kVA.

Jumlah beban transformator II yakni terdiri dari beban LV-MDP 2 dan LV-MDP 3

Tabel 3.4 Beban LV-MDP 2

Nama Beban	Daya (kVA)
PP – STO 1 Lighting	300
PP – Chiller STO 1	25
PP – Fan Tower	15
PP – News Room + UPS	20
PP – Terminal Area + UPS	35
PP – Production Editing + UPS STO 1	25
PP – UPS STO 4	20
PP – STO 2	15
PP – STO 3	20
PP – Lift /P + Gondola + Booster Pump	15
PP – Lighting Dimmer STO 2, 3 & 4	250
PP – Annex + Management Office	150
PP – Deep Well	20
PP – Pos Jaga	10
Total	920

Tabel 3.5 Beban LV-MDP 3

Nama Beban	Daya (kVA)
PP – Up Link	20
LP – Annex, Lt 1 s/d Lt 9	30
LP – OBS, PF & Lift Services	20
PP – TSF	15

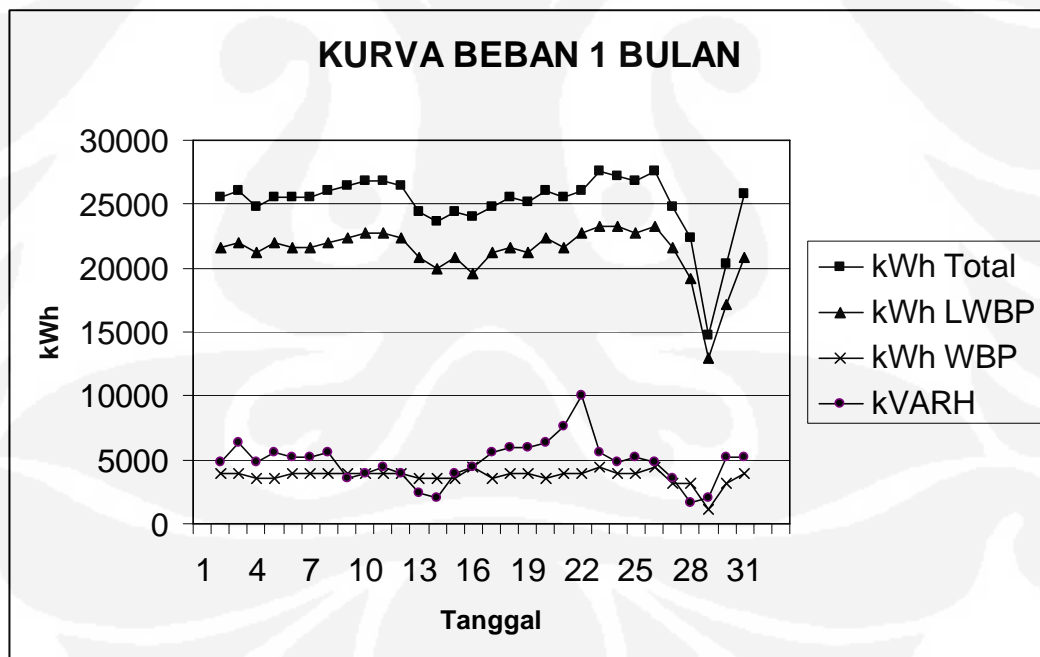
PP – EF Annex	20
PP – Pump	45
PP – Hybrid	60
Total	210

Sehingga kita peroleh jumlah beban pada transformator II adalah $920 + 210 = 1130$ kVA.

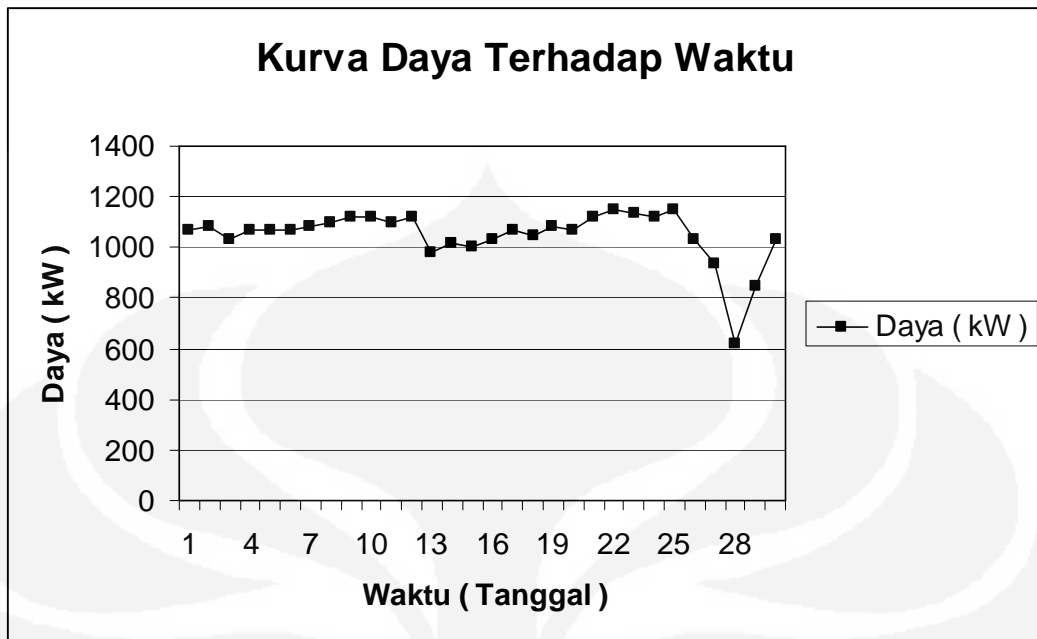
Tabel 3.6 Pembacaan Meter di Panel Utama Bulan September Tahun 2006

Tanggal	KWH Total	KWH LWBP	KWH WBP	KVARH	Cos ϕ	Daya (kW)
1	25600	21600	4000	4800	0,9828	1067
2	26000	22000	4000	6400	0,9710	1083
3	24800	21200	3600	4800	0,9817	1033
4	25600	22000	3600	5600	0,9769	1067
5	25600	21600	4000	5200	0,9799	1067
6	25600	21600	4000	5200	0,9799	1067
7	26000	22000	4000	5600	0,9772	1083
8	26400	22400	4000	3600	0,9908	1100
9	26800	22800	4000	4000	0,9890	1117
10	26800	22800	4000	4400	0,9867	1117
11	26400	22400	4000	4000	0,9887	1100
12	24400	20800	3600	2400	0,9957	1117
13	23600	20000	3600	2000	0,9964	983
14	24400	20800	3600	4000	0,9868	1017
15	24000	19600	4400	4400	0,9836	1000
16	24800	21200	3600	5600	0,9754	1033
17	25600	21600	4000	6000	0,9736	1067
18	25200	21200	4000	6000	0,9728	1050
19	26000	22400	3600	6400	0,9710	1083
20	25600	21600	4000	7600	0,9586	1067

21	26000	22800	4000	10000	0,9369	1117
22	27600	23200	4400	5600	0,9800	1150
23	27200	23200	4000	4800	0,9847	1133
24	26800	22800	4000	5200	0,9816	1117
25	27600	23200	4400	4800	0,9852	1150
26	24800	21600	3200	3600	0,9896	1033
27	22400	19200	3200	1600	0,9974	933
28	14800	13000	1200	2000	0,9909	617
29	20400	17200	3200	5200	0,9690	850
30	25800	20800	4000	5200	0,9787	1033
Total	752600	638600	113200	146000	29	31450
Ratarata	25087	21287	3773	4867	1	1048



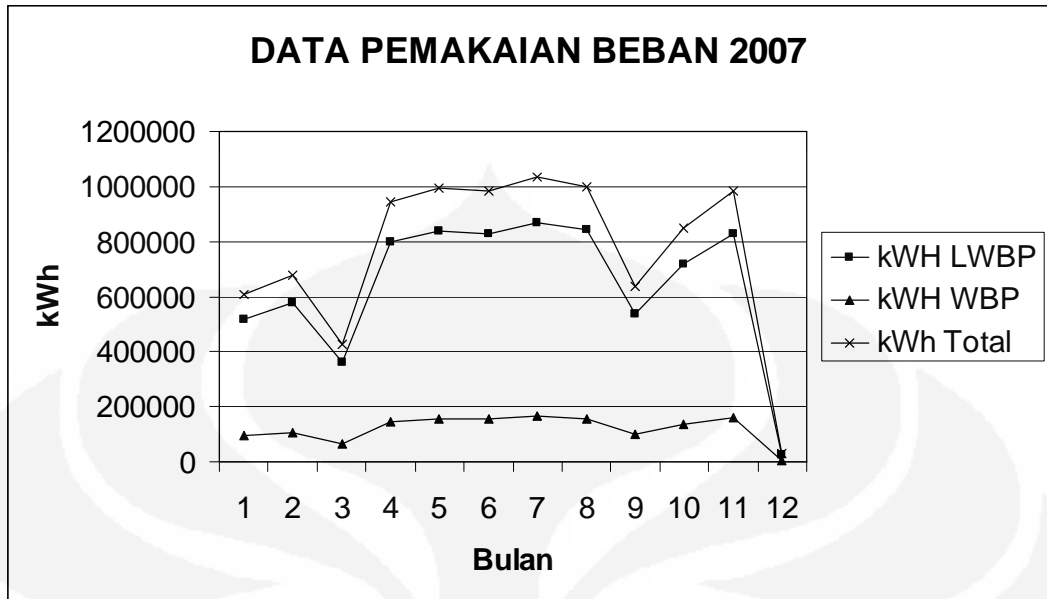
Gambar 3.3 Grafik Fungsi Beban (kWh) terhadap Waktu



Gambar 3.4 Grafik Fungsi Daya (kW) terhadap Waktu

Tabel 3.7 kWh PLN Tahun 2007

Bulan	kWH LWBP	kWH WBP	kWh Total
Januari	516.400	93.600	610.000
Februari	575.600	103.200	678.800
Maret	361.200	65.600	426.800
April	798.000	145.200	943.200
Mei	840.800	153.200	994.000
Juni	828.400	155.600	984.000
Juli	870.800	164.800	1.035.600
Agustus	841.200	156.800	998.000
September	537.200	99.200	636.400
Oktober	716.400	134.000	850.400
November	826.400	160.000	986.400
Desember	26.000	5.600	31.600
Total	7.738.400	1.436.800	9.175.200
Rata – rata / bulan	644.866,67	119.733,33	764.600



Gambar 3.5 Grafik Fungsi Beban (kWh) Tahun 2007 terhadap Waktu

BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA

Perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini memiliki dua pembangkit listrik sebagai sumber tenaga listrik, yaitu PLN dan 3 buah generator set bertenaga mesin diesel yang siap pakai. Kedua jenis sumber daya listrik tersebut bekerja secara sinkron. Pengaturan sinkronisasi dilakukan dalam sebuah ruang power panel control. Di dalam ruangan inilah operator dapat mengontrol sumber listrik mana yang sedang berjalan dan akan ditambah ataupun dikurangi.

4.1 SUPLAI LISTRIK PLN 2000 kVA – 20 kV

Sumber listrik PLN diambil dari gardu induk yang terhubung langsung dengan sambungan listrik yang ada di perusahaan ini. Perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasig*) ini memakai sumber listrik dari PLN sebesar 2180 kVA – 20 kV yang termasuk golongan I – 3 yaitu golongan industri menengah dengan daya diatas 200 kVA. Sumber listrik PLN merupakan sumber energi listrik utama perusahaan dan berjalan setiap hari selama 24 jam. Ada sebuah panel MVM-DP (*Medium Voltage Distribution Panel*) untuk mendistribusikan daya listrik dari PLN yang diteruskan melalui 2 buah tranfomator *step down* masing – masing berkapasitas 2000 kVA, 220 / 380 V.

4.2 DIESEL GENERATOR

Diesel generator yang digunakan sebanyak 3 buah, dimana masing – masing genset memiliki kapasitas 937,5 kVA , tegangan nominal 3 ϕ 380 V dan frekwensi 50 Hz. Kedua genset ini disambung secara paralel untuk mendapatkan kontinuitas tenaga listrik, disamping itu juga untuk mempunyai daya listrik yang besar dan handal. Sebelum sumber daya listrik dari diesel ini bekerja, maka nilai arus dan tegangan harus disamakan atau disinkronkan dengan tegangan *line* yang sedang beroperasi.

4.3 PERKIRAAN PERHITUNGAN BIAYA

Perkiraan perhitungan yang dipakai sesuai dengan perkiraan dari diesel dan solar untuk tahun 2007 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perkiraan Biaya PLN Tahun 2007

Item	Periode				Satuan
	I	II	III	IV	
	Jan – Mar	Apr – Jun	Jul – Sept	Okt – Des	
Tarif beban	31.300	31.300	31.300	31.300	Rp/kVA
Perawatan	2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000	Rp/bln
Tarif WBP	468	468	468	468	Rp/kWh
Tarif LWBP	468	468	468	468	Rp/kWh
Tarif kVArh	609	609	609	609	Rp/kVArh
Biaya materai	6.000	6.000	6.000	6000	Rp/bln
Biaya adm.	1.000	1.000	1.000	1000	Rp/bln
Penyusutan					Rp/bln

Tabel 4.2 Perkiraan Biaya Diesel Tahun 2007

Item	Periode				Satuan
	I	II	III	IV	
	Jan – Mar	Apr – Jun	Jul – Sept	Okt – Des	
Harga Solar	4.983,00	5.197,26	6.454,80	7.940,00	Rp/liter
Meditran 40	9.945,00	10.419,00	10.892,00	11.366,00	Rp/liter
Harga Air	1.012,00	1.060,00	1.108,00	1.157,00	Rp/m ³
Asuransi	35.000,00	35.000,00	35.000,00	35.000,00	Rp/bln
Penyusutan					Rp/bln

4.3.1 Sumber Energi Listrik PLN

❖ Biaya Tetap

1. Biaya Modal

Berdasarkan keterangan yang diperoleh, lama penyusutan transformator PLN adalah 10 tahun dan masa penyusutannya sudah habis.

Tahun penyambungan jaringan PLN : 1996

Umur ekonomis trafo : 10 tahun

Pada tahun 2007, biaya modal PLN diperkirakan dapat diabaikan karena masa penyusutan sudah habis.

2. Biaya Beban

Januari – Desember 2007 :

Tabel 4.3 Biaya beban golongan I-3 / TM untuk Setiap Periode adalah :

Periode	Rp./kVA	kVA	Rp./bulan	Rp./periode
I s/d IV	31300	2180	68.234.000	204.702.000

3. Gaji Karyawan

Jumlah operator PLN dan Genset pada perusahaan ini berjumlah 17 orang. Berdasarkan data yang diperoleh dari tahun 2005 rata – rata gaji seorang operator perbulan Rp. 569.219,-. Sedangkan rata – rata gaji seorang operator tahun 2006 adalah Rp. 645.344,-. Maka kenaikan gaji dari tahun 2005 ke 2006 rata-rata adalah 13,37 %. Jadi perkiraan gaji operator tahun 2007 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Perkiraan gaji seorang operator tahun 2007} &= 645344 \times 1,1337 \\ &= \text{Rp. } 731.626,-\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gaji 17 operator} &= 17 \times 731626 \\ &= \text{Rp. } 12.437.650,- / \text{bulan}\end{aligned}$$

❖ Biaya Tidak Tetap

1. Biaya kWh PLN

Tabel 4.4 Biaya WBP untuk Setiap Periode

Periode	Rp./kWh	kWh/bulan	Rp./bln	Rp./periode
I s/d IV	468	119773	56.053.764	168.161.292

Tabel 4.5 Biaya LWBP untuk Setiap Periode

Periode	Rp./kWh	kWh/bulan	Rp./bulan	Rp./periode
I s/d IV	468	644867	301.797.756	905.393.268

Tabel 4.6 Biaya WBP dan LWBP untuk Setiap Periode

Periode	Biaya WBP	Biaya LWBP	Rp. / bulan	Rp. / periode
I s/d IV	56.053.764	301.797.756	357.851.520	1.073.554.560
Total untuk 4 periode				4.294.218.240
Rata – rata / bulan				357.851.520

2. Biaya Pemeliharaan

Perkiraan biaya perawatan tahunan PLN adalah Rp. 15.000.000,-/ tahun. Perawatan minyak trafo PLN dilakukan dua kali setahun = Rp. 30.000.000,-. Jadi biaya perawatan (*maintenance*) adalah Rp. 2.500.000,- / bulan. Maka perkiraan biaya yang terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap PLN tiap bulan untuk masing – masing periode adalah sama besarnya yaitu :

Tabel 4.7 Perkiraan Biaya Tiap Periode

Item	Rupiah
Tarif beban	204.702.000
Perawatan	7.500.000
LWBP +WBP	1.073.554.560
Biaya materai	18.000
Biaya administrasi	3 000
Total	1.285.777.560
Rata – rata / bulan	428.592.520

4.3.2 Generator Set

❖ Biaya Tetap

1. Biaya Modal

Berdasarkan data : diesel 1 dan 2 dibuat tahun 1996 sedangkan diesel 3 dibuat tahun 1997. Dari keterangan perusahaan, penyusutan umur ekonomis

ketiga genset adalah selama 10 tahun. Maka biaya modal ketiga buah genset tersebut dapat diabaikan untuk lama penyusutan 10 tahun.

2. Gaji Karyawan

Jumlah operator PLN dan Genset di Perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini berjumlah 17 orang. Datanya sama seperti pada perhitungan gaji karyawan operator PLN sebelumnya.

Gaji 17 operator = 17×731626

= Rp. 12.437.650,- / bulan

❖ Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap unit diesel meliputi biaya penggunaan kWh (meliputi biaya penggunaan solar, perawatan diesel) dan biaya penunjang (minyak pelumas, kompresor dan air).

Tabel 4.8 Perkiraan Pemakaian Solar

Bulan	Pemakaian (liter)	Tarif (Rp./liter)	Biaya (Rupiah)
Januari	3125	4.983,00	15.571.875,00
Februari	4567	4.983,00	22.757.361,00
Maret	2100	4.983,00	10.464.300,00
April	1800	5.197,26	9.355.068,00
Mei	636	5.197,26	3.305.457,36
Juni	635	5.197,26	3.300.260,10
Juli	196	6.112,70	1.198.089,20
Agustus	352	6.454,80	2.272.089,60
September	598	6.454,80	3.859.970,40
Oktober	1087	6.454,80	7.016.367,60
November	13	7.940,00	103.220,00
Desember	44	7.877,00	346.588,00
Total	12028	71.834,88	79.550.646,26
Rata – rata / bulan	1002,33	5.986,24	6.629.220,52

Tabel 4.9 Perkiraan Pemakaian Meditran 40

Bulan	Pemakaian (liter)	Tarif (Rp./liter)	Biaya (Rupiah)
Januari	93,85	9.945,60	933.362,83
Februari	75,34	9.945,60	749.353,85
Maret	4,06	9.945,60	40.397,18
April	6,91	10.419,20	71.996,67
Mei	3,95	10.419,20	41.155,84
Juni	5,92	10.419,20	61.681,66
Juli	3,95	10.892,80	43.026,56
Agustus	3,95	10.892,80	43.026,56
September	3,95	10.892,80	43.026,56
Oktober	3,95	11.366,40	44.897,28
November	1,97	11.366,40	22.391,81
Desember	0,5	11.366,40	5.683,20
Total	1.280,93	127.872,00	2.200.000,00
Rata – rata / bulan	106,74	10.656,00	183.333,33

Tabel 4.10 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode I (Januari – Maret)
 Diesel Stamford No. 1, Stamford No.2 dan Stamford No.3 masing – masing
 adalah

Perincian Kegiatan	Jam Jln	Ltr	Jlh	Hrg – Sat (Rp.)	Total (Rp.)	Rp./ hari
Ganti ON Carter	1500	600		9.946	5.967.600	95.481,60
Ganti Filter Udara	500		1	2.500.000	2.500.000	120.000,00
Revisi Turbo Blower	6000	8		8.898	71.184	284,73
Cuci dan Tes Injektor	750		1	400.000	400.000	12.800,00
Overhoul	6000		1	13.000.000	13.000.000	52.000,00
Revisi Oil + Cuci Cooler	3000		1	200.000	200.000	1.600,00
Filter Oli	1500		1	250.000	250.000	4.000,00
Water Filter	1500		1	300.000	300.000	4.800,00
Battery / Accu	18000		1	1.125.000	1.125.000	1.500,00
Cooling System Additives	3000		1	100.000	100.000	800,00

Total Diesel Stamford	293.266,33
-----------------------	------------

Tabel 4.11 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode II(April – Juni)
 Diesel Stamford No. 1, Stamford No.2 dan Stamford No.3 masing – masing
 adalah

Perincian Kegiatan	Jam Jln	Ltr	Jlh	Hrg – Sat (Rp.)	Total (Rp.)	Rp./ hari
Ganti ON Carter	1500	600		10.419	6.251.400	100.022,40
Ganti Filter Udara	500		1	2.500.000	2.500.000	120.000,00
Revisi Turbo Blower	6000	8		9.321	74.568	298,27
Cuci dan Tes Injektor	750		1	400.000	400.000	12.800,00
Overhoul	6000		1	13.000.000	13.000.000	52.000,00
Revisi Oil + Cuci Cooler	3000		1	200.000	200.000	1.600,00
Filter Oli	1500		1	250.000	250.000	4.000,00
Water Filter	1500		1	300.000	300.000	4.800,00
Battery / Accu	18000		1	1.125.000	1.125.000	1.500,00
Cooling System Additives	3000		1	100.000	100.000	800,00
Total Diesel Stamford						297.820,67

Tabel 4.12 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode III (Juli – September)
 Diesel Stamford No. 1, Stamford No.2 dan Stamford No.3 masing – masing
 adalah

Perincian Kegiatan	Jam Jln	Ltr	Jlh	Hrg – Sat (Rp.)	Total (Rp.)	Rp./ hari
Ganti ON Carter	1500	600		10.893	6.535.800	104.572,80
Ganti Filter Udara	500		1	2.500.000	2.500.000	120.000,00
Revisi Turbo Blower	6000	8		9.745	77.960	311,84
Cuci dan Tes Injektor	750		1	400.000	400.000	12.800,00
Overhoul	6000		1	13.000.000	13.000.000	52.000,00
Revisi Oil + Cuci Cooler	3000		1	200.000	200.000	1.600,00
Filter Oli	1500		1	250.000	250.000	4.000,00
Water Filter	1500		1	300.000	300.000	4.800,00
Battery / Accu	18000		1	1.125.000	1.125.000	1.500,00

Cooling System Additives	3000		1	100.000	100.000	800,00
Total Diesel Stamford						302.384,64

Tabel 4.13 Perkiraan Biaya Perawatan Tahun 2007 Periode IV (Oktober – Desember)

Diesel Stamford No. 1 Stamford No.2 dan Stamford No.3 masing – masing adalah

Perincian Kegiatan	Jam Jln	Ltr	Jlh	Hrg – Sat (Rp.)	Total (Rp.)	Rp./ hari
Ganti ON Carter	1500	600		11.366	6.819.600	109.113,60
Ganti Filter Udara	500		1	2.500.000	2.500.000	120.000,00
Revisi Turbo Blower	6000	8		10.169	81.352	325,41
Cuci dan Tes Injektor	750		1	400.000	400.000	12.800,00
Overhoul	6000		1	13.000.000	13.000.000	52.000,00
Revisi Oil + Cuci Cooler	3000		1	200.000	200.000	1.600,00
Filter Oli	1500		1	250.000	250.000	4.000,00
Water Filter	1500		1	300.000	300.000	4.800,00
Battery / Accu	18000		1	1.125.000	1.125.000	1.500,00
Cooling System Additives	3000		1	100.000	100.000	800,00
Total Diesel Stamford						306.939,01

Tabel 4.14 Kompresor Diesel Setiap Periode

Perincian Kegiatan	Jam Jln	Ltr	Jlh	Hrg – Sat (Rp.)	Total (Rp.)
Ganti ON Carter	80	14		9.946	139.000
Overhoul	2000		1	150.000	150.000
Total Kompresor Diesel					189.000

Tabel 4.15 Perkiraan Pemakaian Air

Bulan	Pemakaian (m ³)	Tarif (Rp./ m ³)	Biaya (Rp.)
Januari	298,4	1.012,38	302.147,00

Februari	200,8	1.012,38	203.285,90
Maret	127,0	1.012,38	128.572,26
April	148,0	1.060,58	156.965,84
Mei	–	1.060,58	–
Juni	50,0	1.060,58	53.029,00
Total			844.000,00
Rata –rata Rp./ Periode			211.000,00

Tabel 4.16 Perkiraan Biaya Penunjang Untuk Setiap Periode

Periode	Biaya Meditran 40	Biaya Kompresor diesel	Pemakaian Air	Rp. / periode
I , II, III & IV	550.000	289.000	211.000	1.050.000
Total untuk 4 periode				4.200.000
Rata – rata / bulan				350.000

Perkiraan penggunaan genset untuk pemakaian 100 %, 75 %, 50 %, 25 % dan 0 % dari kapasitas beban terpasang adalah :

Diketahui :

Daya terpasang dari PLN : 2180 kVA

Daya terpasang dari 3 buah Genset (@ 937,5 kVA) : 2812,5 kVA

Beban terpasang : 2250 kVA

Tabel 4.17 Penggunaan Genset Berdasarkan Pemakaian

Pemakaian	Kapasitas Beban (kVA)	Genset (Unit)	Setara dengan (Unit)
0 %	0	0	0
25 %	550	0,58	1 Genset
50 %	1100	1,17	2 Genset
75 %	1650	1,76	2 Genset
100 %	2200	2,35	3 Genset

Perkiraan biaya genset per hari untuk pemakaian 100 %, 75 %, 50 %, 25 % dan 0 % dari kapasitas bebab terpasang untuk masing – masing periode adalah :

Tabel 4.18 Biaya Perawatan Diesel Untuk Beberapa Kapasitas Beban

Pemakaian (Unit Genset)	Biaya Perawatan (Rp. / hari)			
	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
0 %	0	0	0	0
25 % (1 unit)	293.266,33	297.820,67	302.384,64	306.939,01
50 % (2 Unit)	586.532,66	595.641,34	604.769,28	613.878,02
75 % (2 Unit)	586.532,66	595.641,34	604.769,28	613.878,02
100 % (3 Unit)	879.798,99	893.462,01	907.153,92	920.817,03

Tabel 4.19 Penentuan Liter / kWh

Bulan	Genset (Unit)	Jam Jalan	Solar (Liter)	kWh	Liter / kWh	Liter / kWh yang dipilih
Januari	2	321	3125	9836	0,3177	0,3177
Februari	2	468	4567	14249	0,3205	0,3205
Maret	3	144	2100	6794	0,3091	0,3091
April	2	180	1800	5810	0,3098	0,3098
Mei	2	65	636	1985	0,3204	0,3204
Juni	2	63	635	2027	0,3133	0,3133
Juli	3	15	196	621	0,3158	0,3158
Agustus	3	24	352	1166	0,3020	0,3020
September	2	60	598	1919	0,3116	0,3116
Oktober	2	112	1087	3396	0,3201	0,3201
November	2	1	13	41	0,3190	0,3190
Desember	2	5	44	142	0,3098	0,3098

Untuk perhitungan diambil nilai liter / kWh terbesar yaitu 0,3205 mengantisipasi penurunan *performance* diesel.

Perkiraan jumlah pemakaian bahan bakar solar per periode untuk beberapa kapasitas beban terpasang :

Tabel 4.20 Pemakaian Solar (Liter)

Liter = Liter / kWh x kWh

= 0,3205 x 9.175.200 (pemakaian dalam 4 periode)

Periode (per 3 bulan)	Pemakaian Solar (Liter)			
	100 %	75 %	50 %	25 %
	735.162,90	551.372,17	367.581,45	183.790,72

Jumlah pemakaian solar untuk stiap periode adalah sama pada setiap kapasitas beban.

Tabel 4.21 Pemakaian Solar (Rupiah)

Periode	Perkiraan harga (Rp./ltr)	Harga Pemakaian Solar (Rupiah)			
		100 %	75 %	50 %	25 %
Periode I	4.983,00	3.663.316.731	2.747.487.548	1.831.658.365	915.829.182,0
Periode II	5.197,26	3.820.832.734	2.865.624.550	1.910.416.367	955.208.183,4
Periode III	6.340,76	4.661.491.510	3.496.118.632	2.330.745.755	1.165.372.877,0
Periode IV	7.423,93	5.457.797.908	4.093.348.431	2.728.898.954	1.364.449.477,0

Maka perkiraan biaya genset yang terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap setiap bulan untuk pemakaian 100 %, 75 %, 50 % dan 25 % dari kapasitas beban terpasang untuk masing – masing periode adalah :

Tabel 4.22 Perkiraan Biaya Genset Untuk Pemakaian Beban 100 %

Item	Periode I	Periode II	Periode III	Periode IV
Solar	3.663.316.731	3.820.832.734	4.661.491.510	5.457.797.908
Perawatan	79.181.909	80.411.581	81.643.852	82.873.533
Biaya Penunjang	1.050.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
Asuransi	105.000	105.000	105.000	105.000
Gaji 17 Operator	37.312.950	37.312.950	37.312.950	37.312.950
Total	3.780.966.590	3.939.712.265	4.781.603.312	5.579.139.391

4.3.3 UPS (*Uninterruptible Power Supply*)

❖ **Biaya Tetap**

Biaya Modal

Tabel 4.23 Perkiraan Biaya UPS

Item	Rp. / Unit
UPS Type DIGSY 20 kVA	44.270.000
UPS Type DIGSY 40 kVA	77.472.500
UPS Type DIGSY 60 kVA	112.335.125
UPS Type DIGSY 100 kVA	210.282.500
Total	444.360.125

Dari keterangan data yang diperoleh, penyusutan umur ekonomis keempat UPS adalah selama 10 tahun.

❖ **Biaya Tidak Tetap**

Untuk biaya perawatan UPS terdiri dari dua kategori yakni penggantian baterai dan asesoris.

Tabel 4.24 Perkiraan biaya Perawatan UPS

Item	Jumlah	Satuan	Budget / jumlah (Rp.)	Total budget per tahun (Rp.)
Penggantian Baterai	40	Buah	1.500.000	60.000.000
Accessories	4	Lot	2.000.000	8.000.000
Total				60.000.000
Total / periode				15.000.000

Maka perkiraan biaya UPS yang terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap adalah :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya UPS pemakaian tahun I} &= \text{Biaya tetap UPS} + \text{Biaya tidak tetap UPS} \\ &= 444.360.125 + 60.000.000 \\ &= \text{Rp. } 504.360.125, -\end{aligned}$$

Untuk simulasi penggunaan sumber daya listrik melalui PLN dan UPS pada tahun 2007, biaya modal UPS diperkirakan dapat diabaikan karena diasumsikan masa penyusutan sudah habis (umur ekonomis 10 tahun). Jadi yang diperhitungkan hanya biaya tidak tetap yakni biaya perawatan UPS.

Dari perhitungan biaya total selama satu tahun, yakni biaya yang diperlukan oleh genset beserta kWh total yang dipakai selama 1 tahun. Dari hasil perhitungan biaya total dan kWh total tersebut dapat diperoleh hasil rupiah / kWh untuk pemakaian genset dan PLN. Hasil dari perhitungan tersebut adalah :

Daya terpasang dari PLN : 2180 kVA
 Daya terpasang dari Genset : 2812,5 kVA
 Beban terpasang : 2250 kVA

Tabel 4.25 Perbandingan Biaya PLN dan Genset

Kombinasi PLN dan Genset			Genset 100 %	
Periode	PLN (75 %)	Genset (1Unit)	(3 Unit)	
Periode I	1.017.388.920	980.691.102	Periode I	3.780.966.590
Periode II	1.017.388.920	1.020.479.993	Periode II	3.939.712.265
Periode III	1.017.388.920	1.231.055.445	Periode III	4.781.603.312
Periode IV	1.017.388.920	1.430.541.937	Periode IV	5.579.139.391
Total (Rp.)	4.069.555.680	4.662.768.477	Total(Rp.)	18.081.421.558
kWh	6.881.400	2.293.800	kWh	9.175.200
Rp. / kWh	591,38	2032,77	Rp. / kWh	1.970,684
Rata – rata Rp. / kWh		1.312,075	1.970,684	

Untuk optimalisasi pemakaian energi listrik secara efisien dan ekonomis maka perhitungan simulasi perbandingan antara kombinasi PLN / genset dan PLN / UPS adalah sebagai berikut :

Tabel 4.26 Perbandingan biaya kombinasi PLN / Genset dan PLN / UPS

Kombinasi PLN dan Genset			Kombinasi PLN dan UPS	
Periode	PLN (75 %)	Genset (1Unit)	PLN(100 %)	UPS(4 Unit)
Periode I	1.017.388.920	980.691.102	1.285.777.560	15.000.000

Periode II	1.017.388.920	1.020.479.993	1.285.777.560	15.000.000
Periode III	1.017.388.920	1.231.055.445	1.285.777.560	15.000.000
Periode IV	1.017.388.920	1.430.541.937	1.285.777.560	15.000.000
Total (Rp.)	4.069.555.680	4.662.768.477	5.143.110.240	60.000.000
kWh	6.881.400	2.293.800	9.175.200	-
Rp. / kWh	591,38	2032,77	567,084	-
Rata – rata Rp. / kWh		1.312,075		567,084

4.4 ANALISIS PERHITUNGAN TABEL

1. Kombinasi dengan biaya kompetitif adalah kombinasi PLN 100 % dan UPS (4 Unit). Kombinasi ini dapat dipakai pada waktu proses produksi dalam keadaan beban penuh
2. Kombinasi terbaik bila PLN mengalami gangguan (padam) adalah 100 % genset atau 3 unit genset walaupun biaya yang dikeluarkan sangat mahal yaitu Rp 18.081.421.55, -
3. Harga per kWh PLN adalah Rp 560,544 , - / kWh dan harga per kWh diesel adalah Rp 1.970,684, - / kWh
4. Dalam simulasi ,penggunaan 1 buah genset dengan kapasitas 937,5 digantikan dengan 4 buah UPS yakni sebagai berikut :
 - UPS 100 kVA sebagai sumber energi listrik cadangan PP – *Up Link*, PP – *Server IT* dan *Control Room STO-1* dan *Control Room STO-2*
 - UPS 60 kVA sebagai sumber energi listrik cadangan PP – *Server IT* , *Control Room STO-1*, MCR, Transmisi 1 dan Transmisi 2
 - UPS 40 kVA sebagai sumber energi listrik cadangan PP – *Up Link*
 - UPS 20 kVA sebagai sumber energi listrik cadangan PP – *Control Room STO-2*

BAB V

KESIMPULAN

1. Perusahaan yang bergerak di bidang penyiaran (*broadcasting*) ini memiliki dua sumber energi listrik, yaitu dari PLN sebagai *main supply* (sumber utama) dengan daya 2180 kVA, 20 kV yang didistribusikan melalui gardu induk PLN dan diesel generator sebagai *emergency supply* (sumber cadangan) dengan kapasitas 2812,5 kVA, 380 V (3 x @937,5 kVA).
2. Perbandingan biaya yang terjadi untuk setiap kemungkinan kombinasi antara kedua sumber energi listrik :

Kombinasi PLN dan Genset			Kombinasi PLN dan UPS	
Periode	PLN (75 %)	Genset (1Unit)	PLN(100 %)	UPS(4 Unit)
Periode I	1.017.388.920	980.691.102	1.285.777.560	15.000.000
Periode II	1.017.388.920	1.020.479.993	1.285.777.560	15.000.000
Periode III	1.017.388.920	1.231.055.445	1.285.777.560	15.000.000
Periode IV	1.017.388.920	1.430.541.937	1.285.777.560	15.000.000
Total (Rp.)	4.069.555.680	4.662.768.477	5.143.110.240	60.000.000
kWh	6.881.400	2.293.800	9.175.200	–
Rp. / kWh	591,38	2032,77	567,084	–
Rata – rata Rp. / kWh		1.312,075	567,084	

3. Dari hasil simulasi, optimalisasi pemakaian energi listrik secara ekonomis dan efisien untuk jangka panjang dapat kita peroleh dari kombinasi PLN / UPS dibandingkan dengan kombinasi PLN / Genset (1 unit).
4. Secara teknis, penggunaan 1 unit genset digantikan dengan pengoperasian 4 unit UPS sebagai *emergency supply* pada beberapa saat ketika *main supply* (PLN) padam. Hal ini dilakukan untuk menjaga kestabilan sistem, yang pada akhirnya semua sistem disuplai oleh 3 unit genset.

DAFTAR ACUAN

- [1] Rahardjo Tnatmodjo , *Penggerak Mula* , p. 25
- [2] B.L. Theraja, *Text Book of Electrical Technology Construction and Development*, p. 903.
- [3] M.A. Laughton, M.G. Say, *Electrical Engineering's Reference Book*, (Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993)
- [4] L.L.J. Mahon, *Diesel Generator Handbook*, p.79
- [5] Zuhail, *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya* (Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, 2000)
- [6] Weydgant J. Jerry, E. Donal G. Kell Walter, *Accounting Principles*, p.412

DAFTAR PUSTAKA

Kadir A., *Energi* (Jakarta : UI – Press, 1982)

Gitman, Lawrence, J. , *Principles of Managerial Finance* (United States : Kendallville, Inc. , 1997)

Kotler, Philip, *Marketing Management*, Englewood Cliffs (New Jersey : Prentice Hall, 1994)

Zuhal, Zhanggischan, *Prinsip Dasar Elektro Teknik* (Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, 2004)



LAMPIRAN V B
KEPUTUSAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR
TANGGAL

: 89 TAHUN 2002
: 31 DESEMBER 2002

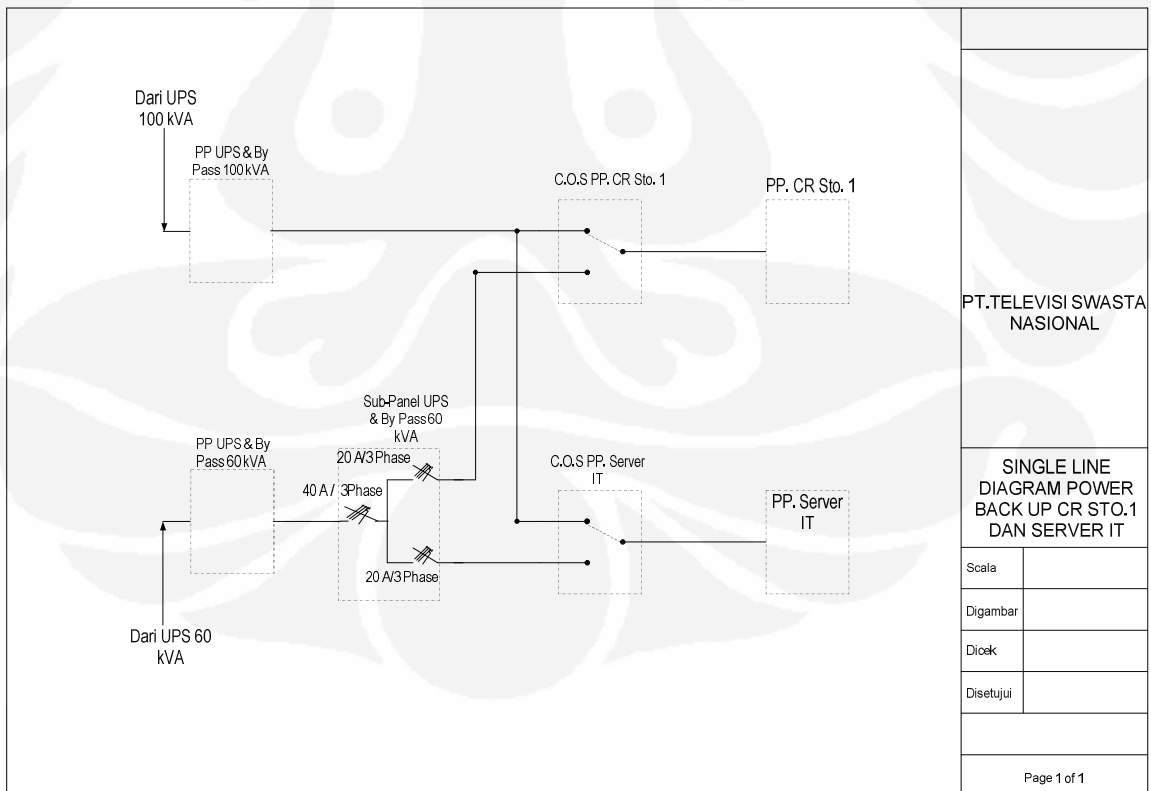
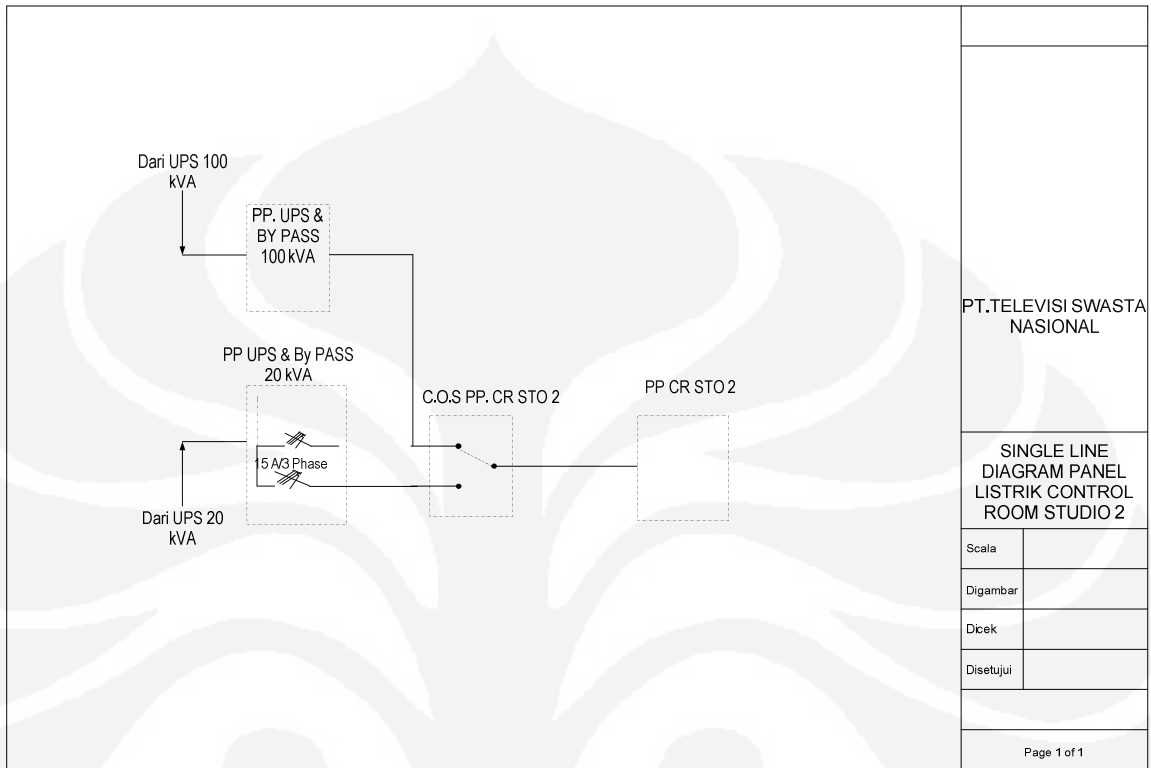
TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN INDUSTRI

NO.	GOL TARIF	BATAS DAYA	BIAYA BEBAN (RP./kVA/bulan)		BIAYA PEMAKAIAN (RP./kWh)	
			1 Juli s.d 30 September 2003	1 Oktober s.d 31 Desember 2003	1 Juli s.d 30 September 2003	1 Oktober s.d 31 Desember 2003
1.	I-1 / TR	s.d 450 VA	26.000	27.000	Blok I : 0 s.d 30 kWh : 160 Blok II : di atas 30 kWh : 395	Blok I : 0 s.d 30 kWh : 161 Blok II : di atas 30 kWh : 435
2.	I-1 / TR	900 VA	31.500	33.500	Blok I : 0 s.d 72 kWh : 315 Blok II : di atas 72 kWh : 405	Blok I : 0 s.d 72 kWh : 350 Blok II : di atas 72 kWh : 465
3.	I-1 / TR	1.300 VA	31.800	33.800	Blok I : 0 s.d 104 kWh : 450 Blok II : di atas 104 kWh : 460	Blok I : 0 s.d 104 kWh : 475 Blok II : di atas 104 kWh : 495
4.	I-1 / TR	2.200 VA	32.000	33.800	Blok I : 0 s.d 196 kWh : 455 Blok II : di atas 196 kWh : 460	Blok I : 0 s.d 196 kWh : 480 Blok II : di atas 196 kWh : 495
5.	I-1 / TR	di atas 2.200 VA s.d 14 kVA	32.200	34.000	Blok I : 0 s.d 80 jam nyala : 455 Blok II : di atas 80 jam nyala berikutnya : 460	Blok I : 0 s.d 80 jam nyala : 480 Blok II : di atas 80 jam nyala berikutnya : 495
6.	I-2 / TR	di atas 14 kVA s.d.200 kVA	32.500	35.000	Blok WBP = K x 440 Blok LWBP = 440	Blok WBP = K x 466 Blok LWBP = 466
7.	I-3 / TM	di atas 200 kVA	29.500	31.300	0 s.d 350 jam nyala Blok WBP = K x 439 Di atas 350 jam nyala, Blok WBP = 439 Blok LWBP = 439	0 s.d 350 jam nyala Blok WBP = K x 468 Di atas 350 jam nyala, Blok WBP = 468 Blok LWBP = 468
8.	I-4 / TT	30.000 kVA ke atas	27.000	28.700	434	460

Catatan

- :
K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), yang ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT Perusahaan Listrik Negara.
WBP : Waktu Beban Puncak
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak
Jam nyala : adalah kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung

LAMPIRAN 2



LAMPIRAN 3

