

**AUDIT ENERGI DAN ANALISIS PELUANG
PENGHEMATAN ENERGI PADA UNIT PLTD SELAYAR**



SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
diploma empat (D4) Program Studi Teknik Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Mesin**

ARJUNA PUTRA PRAYOGI

44215036

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul “Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Energi Pada Unit PLTD Selayar” oleh Arjuna Putra Prayogi NIM 44215036 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma (D4) pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

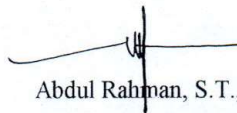
Makassar, Mei 2018

Pembimbing I



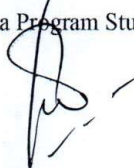
Dr. Ir. Firman, M.T.
19641231 199103 1 028

Pembimbing II



Abdul Rahman, S.T., M.T.
19730803 200604 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi









Ir. Laode Musa, M.T.
19601231 199003 1 021

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Jumat tanggal 07 April 2018, tim penguji seminar proposal skripsi telah menerima hasil seminar proposal skripsi oleh mahasiswa: Arjuna Putra Prayogi NIM 44215036 dengan judul “Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Energi Pada Unit PLTD Selayar”.

Makassar, 07 Mei 2018

Tim Seminar Proposal Skripsi:

1. Ir. Herman N, M.T	Ketua	()
2. Abdul Rahman, S.T., M.T.	Sekretaris	()
3. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.	Anggota	()
4. Prof. Dr. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D.	Anggota	()
5. A.M.Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D	Anggota	()
6. Dr. Ir. Firman, M.T.	Pengarah	()

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkahnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “**Audit Energi Dan Analisis Peluangpenghematan Energi Pada Unit PLTD Selayar**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan di Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan, saran dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Ir. Chandra Bhuana, M.T., selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Dr. Ir. Firman, M.T. selaku pembimbing I dan Abdul Rahman, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang dengan ikhlas memberikan bimbingan serta dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Seluruh dosen dan teknisi yang telah mendidik dan mengajar serta memberikan ilmu kepada penulis selama penulis menuntut ilmu di Program Studi D3 Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Saudara(i) di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang angkatan 2016. Khususnya program studi Teknik Konversi Energi Alih Jenjang yang telah memberikan dukungan pada kami.
7. Orang tua, Istri, dan Anak yang selalu mendoakan dan memberi semangat pada kami untuk tetap berjuang menyelesaikan skripsi.
8. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan satu persatu yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan disebabkan keterbatasan dari penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga apa yang penulis telah lakukan dapat memberi manfaat dan bernilai ibadah oleh Allah SWT.

Makassar, 07 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR SIMBOL	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
SURAT PERNYATAAN	xii
RINGKASAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Manajemen Energi	5
2.2 Definisi Energi	6
2.3 Prinsip Kerja PLTD	8
2.3.1 Proses Kerja Mesin Diesel	8
2.3.2 Proses Kerja Mesin 4 Langkah	9
2.3.3 Diagram Proses Mesin Diesel	13
2.3.4 Prinsip Kerja PLTD	15
2.4 Biaya Pokok Produksi	20
2.5 Kinerja PLTD	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26

3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.3	Audit Energi Awal	28
3.3.1	Identitas Perusahaan	28
3.3.2	Lay Out PLTD Selayar	29
3.3.3	Pola Pengoperasian.....	30
3.4	Audit Energi Rinci	31
3.3.1	Data Operasi Pembangkit.....	31
3.5	Pola Pengoperasian Mesin.....	32
3.6	Teknik Analisa Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil Penelitian	35
4.1.1	Data Mesin Deutz Unit 1 Periode Juni 2016-Juni 2017.....	35
4.1.2	Data Mesin Deutz Unit 2 Periode Juni 2016-Juni 2017.....	36
4.1.3	Data Mesin Deutz Unit 3 Periode Juni 2016-Juni 2017.....	37
4.1.4	Data Mesin Deutz Unit 4 Periode Juni 2016-Juni 2017.....	38
4.1.5	Data Mesin Deutz Unit 5 Periode Juni 2016-Juni 2017.....	39
4.1.6	Data Peralatan Bantu.....	41
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	43
4.2.1	Pola Penggunaan Energi di Unit PLTD Selayar.....	43
4.2.2	Peluang Penghematan Energi di Unit PLTD Selayar	45
4.2.3	Biaya Pokok Produksi	46
4.2.4	Kerugian Yang Di Dapat Apabila Tidak Dilaksanakan Audit Energi	48
BAB V PENUTUP		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		51

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Daya Aktif	Watt
Q	Daya Reaktif	Var
S	Daya Semu	VA
V	Tegangan	Volt
I	Arus	Ampere
Cos ϕ	Faktor Daya	
W	Energi Yang Dihasilkan	Joule
t	Waktu	Sekon
CF	Faktor Kapasitas	
kWh	Energi Listrik dalam satuan waktu	kWh
SLC	Specific Lube Consumption	
SFC	Specific Fuel Consumption	
RPM	Banyaknya putaran dalam satuan waktu	
L	Volume	Liter
Rp	Satuan uang Negara Indonesia	Rp



DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 2.1	Proses Kerja Mesin Diesel.....	12
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	26
Tabel 3.2	Data Operasi Pembangkit	31
Tabel 3.3	Pola Pengoperasian Mesin.....	32
Tabel 4.1	Data Mesin Deutz Unit 1	35
Tabel 4.2	Data Mesin Deutz Unit 2	36
Tabel 4.3	Data Mesin Deutz Unit 3	37
Tabel 4.4	Data Mesin Deutz Unit 4	38
Tabel 4.5	Data Mesin Deutz Unit 5	39
Tabel 4.6	Data kWh PS dan kWh Kit.....	41
Tabel 4.7	Peralatan Bantu Mesin.....	41
Tabel 4.8	Peralatan Bantu Umum.....	42
Tabel 4.9	Pola Penggunaan Energi Mesin PLTD Selayar	43
Tabel 4.10	Realisasi Biaya Pemeliharaan (O&).....	46
Tabel 4.11	Realisasi Beban BBM dan Pelumas (Rupiah)	46
Tabel 4.12	Realisasi Penyusutan Aset.....	47
Tabel 4.13	Realisasi Kwh Netto	47
Tabel 4.14	Realisasi BPP	47
	Realisasi BPP (Rupiah/kWh)	42

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
Gambar 1.1	Mesin Deutz BV8M28	1
Gambar 2.1	Segitiga Daya	7
Gambar 2.2	Penghisapan	10
Gambar 2.3	Kompresi	10
Gambar 2.4	Usaha	11
Gambar 2.5	Langkah Buang	11
Gambar 2.6	Diagram PV Mesin Diesel	14
Gambar 2.7	Skema PLTD	15
Gambar 2.8	Tangki Penyimpanan Bahan Bakar	16
Gambar 2.9	Kompresor	17
Gambar 2.10	Pengabutan bahan Bakar	17
Gambar 2.11	Ruang Bakar	18
Gambar 2.12	Gerakan Piston	18
Gambar 2.13	Saluran Transmisi dan Pelanggan	19
Gambar 3.1	Multimeter Digital	27
Gambar 3.2	Gambar Lay Out PLTD Selayar	29
Gambar 3.3	Flowchart Teknik Analisa Data	34
Gambar 4.1	Skema Energi Mesin PLTD	40

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
Lampiran.1	SOP Pengoperasian Mesin Deutz BV8M628	52
Lampiran.2	Single Line Diagram Kelistrikan PLTD Selayar	60



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ARJUNA PUTRA PRAYOGI

NIM : 44215036

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi pada Unit PLTD Selayar” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 07 Mei 2018

ARJUNA PUTRA PRAYOGI

44215036

AUDIT ENERGI DAN ANALISIS PELUANG PENGHEMATAN ENERGI PADA UNIT PLTD SELAYAR RINGKASAN

Manajemen energi merupakan pengelolaan terhadap sumber daya energi agar dapat digunakan secara lebih efisien, tanpa mengurangi kuantitas dan kualitas produk atau jasa serta aman bagi manusia dan lingkungan.

PLTD Selayar adalah pembangkit listrik utama di Pulau Selayar. Pembangkit tersebut memasok listrik 24 jam sehari di seluruh Pulau Selayar dengan kapasitas terpasang saat ini adalah 6 MW. Unit PLTD Selayar mulai beroperasi pada Bulan Januari Tahun 2002.

Kondisi mesin di PLTD Selayar tergolong sangat tua, itu menyebabkan sering terjadi gangguan pada sistem pembangkit. Kondisi tersebut akan semakin parah apabila pola pemakaian energi listrik masyarakat Pulau Selayar tidak dapat dihemat. Usaha pemerintah dalam menghadapi krisis energi salah satunya dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konsevasi Energi.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk melakukan audit energi di unit PLTD Selayar dengan cakupan penggunaan energi listrik dan bahan bakar, sehingga dapat dianalisa peluang penghematan energi yang dapat dilakukan.

Audit energi pada penelitian ini membahas mengenai pemakaian energi listrik untuk peralatan bantu mesin pembangkit. Dimana untuk setiap energi listrik pemakaian sendiri yang dapat di tekan, perusahaan mampu menambah penjualan energi listriknya ke pelanggan.. Jadi apabila perusahaan mampu menekan kWh PS sebesar 100 kWh per hari, maka dapat mengkonversikan menjadi penjualan listrik sebesar Rp 361.300 per hari.

Jadi apabila tidak dilaksanakan audit energi, perusahaan tidak akan tahu jika ada energi listrik yang seharusnya bisa terjual ke pelanggan, sehingga akan menurunkan efisiensi pembangkit. Maka dari itu, audit energi ini sangat penting sekali dilaksanakan di setiap perusahaan.

ENERGY AUDIT AND ANALYSIS OF ENERGY SAVING OPPORTUNITIES IN SELAYAR DIESEL POWER PLANT

SUMMARY

Energy management is the management of energy resources so that they can be used more efficiently, without reducing the quantity and quality of products or services and are safe for humans and the environment.

Selayar Diesel Power Plant is the main power plant on Selayar Island. The plant supplies electricity 24 hours a day throughout Selayar with a current installed capacity of 6 megawatt. Selayar diesel power plant unit began operating in January 2002.

The engine condition in Selayar Diesel Power Plant is classified as very old, it causes frequent disturbances in the generating system. This condition will get worse if the electricity consumption pattern of the people of Selayar Island cannot be saved. One of the government's efforts to deal with energy crisis is by issuing Government Regulation Number 70 of 2009 concerning Energy Conversation.

The purpose of this research is to conduct an energy audit in the Selayar Diesel Power Plant unit with the use of electricity and fuel, so that energy saving opportunities can be analyzed.

The energy audit in this study discusses the use of electrical energy for generating engine auxiliary equipment. Where for each self-used electrical energy that can be suppressed, the company is able to increase sales of electrical energy to customers. If the company is able to reduce the self-used electrical energy of 100 kWh per day, it can convert it to electricity sales of IDR 361,300 per day.

If an energy audit is not carried out, the company will not know if there is electrical energy that should be sold to customers, which will reduce the efficiency of the generator. Therefore, this energy audit is very important to be carried out in every company.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Selayar adalah pembangkit listrik utama di Pulau Selayar. Pembangkit tersebut memasok listrik 24 jam sehari di seluruh Pulau Selayar dengan kapasitas terpasang saat ini adalah 6 MW.



Gambar 1.1 Mesin Deutz BV8M628

PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tello Unit PLTD Selayar mulai beroperasi sejak bulan Januari 2002, di bawah Asuhan PT PLN (Persero) Sektor Bakaru dan beralih di bawah Asuhan PT PLN (Persero) Sektor Tello sejak bulan November 2010. Kapasitas terpasang Unit PLTD Selayar sebesar 2.448 kW, yang terdiri dari dua unit mesin diesel merk Deutz BV8M 628, masing-masing berkapasitas 1.224 kW, relokasi dari PLTD Majene, tahun operasi 1987 (dokumen UKL-UPL).

Tahun 2004 dilakukan penambahan dua unit mesin diesel masing-masing merk MTU 1.060 kW dan SWD 500 kW (relokasi dari PLTD Lakawan, tahun operasi 1977) dan pada Tahun 2007 - 2008 kapasitas terpasang PLTD Tangkala Selayar bertambah dengan masuknya 2 Unit mesin diesel merk Deutz BV8M 628, masing-masing berkapasitas 1.224 kW (relokasi dari PLTD Jeneponto dan PLTD Matekko, tahun operasi 1987). PLTD Tangkala Selayar difungsikan sebagai pembangkit utama untuk mensuplai kebutuhan energi listrik di Kabupaten Selayar.

Kondisi mesin di PLTD Selayar tergolong sangat tua, karena mesin yang digunakan adalah produksi tahun 1986 buatan Jerman (Deutz). Dari kondisi tersebut, maka kerap kali mesin tersebut mengalami gangguan yang mengakibatkan defisit daya di Pulau Selayar.

Kondisi tersebut akan semakin parah apabila pola pemakaian energi listrik masyarakat Pulau Selayar tidak dapat dihemat. Usaha pemerintah dalam menghadapi krisis energi salah satunya dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konsevasi Energi. “Bagian pokok konversi energi meliputi adanya audit energi yaitu mengidentifikasi pemborosan energi dan menyusun langkah pencegahannya” (Magdalena, 2009)

Pada skripsi ini akan dicoba untuk menguji dan menganalisa pemanfaatan energi di lingkungan PLTD Selayar. Ada beberapa pilihan sasaran yang bisa di angkat oleh penulis untuk diteliti, seperti energi listrik untuk pemakaian sendiri (PS) dan pemakaian BBM. Dari pilihan tersebut, harapan penulis adalah dapat menemukan peluang untuk penghematan energi.

Dari paparan penjelasan tersebut, maka penulis mengambil judul “**Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Energi Pada Unit PLTD Selayar**” untuk skripsinya. Dengan adanya audit energi ini Unit PLTD Selayar, diharapkan energi listrik yang dapat dihasilkan menjadi lebih maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka proposal ini menitik beratkan pada pembahasan:

1. Bagaimana pola penggunaan energi di unit PLTD Selayar?
2. Bagaimana peluang penghematan energi di unit PLTD Selayar?
3. Bagaimana kerugian yang didapat apabila tidak diadakan audit energi pada unit PLTD Selayar?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat luasnya masalah yang ada didalamnya, supaya lebih focus maka pembahasan skripsi ini akan dibatasi:

1. Analisis energi yang dilakukan adalah energi yang dihasilkan, dan energi untuk pemakaian sendiri
2. Audit yang dilakukan tidak membahas penghematan pemakaian BBM pada mesin pembangkit. Data yang digunakan acuan untuk audit adalah data bulan Juni 2016 – Juni 2017

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan Skripsi ini antara lain :

1. Untuk melakukan audit energi di unit PLTD Selayar dengan cakupan penggunaan energi listrik dan bahan bakar.

2. Untuk menganalisa peluang penghematan energi yang dapat dilakukan di PLTD Selayar.
3. Untuk menjelaskan kerugian – kerugian apabila tidak dilakukan audit energi pada unit PLTD Selayar

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat diketahui mekanisme audit energi yang dilakukan di unit PLTD Selayar
2. Menambah keuntungan bagi perusahaan PT. PLN (persero)
3. Dapat menghemat pemakaian energi di unit PLTD Selayar



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Energi

Manajemen energi merupakan pengelolaan terhadap sumber daya energi agar dapat digunakan secara lebih efisien, tanpa mengurangi kuantitas dan kualitas produk atau jasa serta aman bagi manusia dan lingkungan.

Hilmawan (2009) menyatakan bahwa “Manajemen energi didefinisikan sebagai pendekatan sistematis dan terpadu untuk melaksanakan pemanfaatan sumber daya energi secara efektif, efisien dan rasional tanpa mengurangi kuantitas maupun kualitas fungsi utama gedung.” Langkah pelaksanaan manajemen energi yang paling awal adalah audit energi. Audit energi ini meliputi analisis profil penggunaan energi, mengidentifikasi pemborosan energi dan menyusun langkah pencegahan. Dengan audit energi, dapat diperkirakan energi yang akan dikonsumsi sehingga dapat diketahui penghematan yang bisa dilakukan.

Audit energi yang paling mudah dilakukan adalah pada penggunaan listrik suatu bangunan. Data yang dibutuhkan adalah luas total bangunan, tingkat pencahayaan ruang, intensitas daya terpasang, konsumsi energi, juga biaya energi bangunan. Dari prosedur audit yang telah dilakukan selama ini, ada sejumlah aksi yang direkomendasikan. Misalnya dengan menseting thermostat ke angka tertentu untuk mendapatkan penghematan pada suatu ruangan dengan AC. Atau langkah sederhana lain, mengganti lampu pijar dengan lampu *fluorescence* bisa menekan 15-20 persen penggunaan listrik (Magdalena,2009).

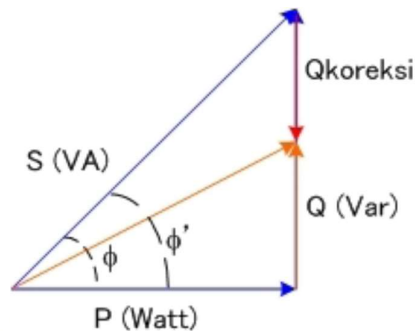
Biaya operasional perkantoran dan industri untuk penggunaan energi saat ini mencapai rata-rata 30-40 persen dari total biaya energi yang digunakan (kompas, 2008). Melalui program audit energi, penggunaan energi tersebut umumnya masih dapat ditekan. Bahkan, hanya dengan perubahan perilaku, penghematan bisa dicapai minimal 5 persen. Berdasarkan analisis teknologi efisiensi energi, jika *Electrical Energy Management* (EEM) pada suatu industri dapat terlaksana dengan baik, maka sejumlah besar energi dapat disimpan dan bisa dikonversi untuk kebutuhan lain.

(Muhammed dan Khan,2008) Audit energi dan manajemen induksi motor dengan menggunakan uji lapangan dan genetika algoritma merupakan suatu metode yang dapat digunakan oleh industri untuk mengambil keputusan yang tepat dalam penggantian motor induksi yang tidak efisien dengan yang efisien. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode ini memiliki akurasi yang tinggi, maka sangat cocok melakukan audit energi pada motor dalam proyek agar menghemat biaya dan memberikan perhatian pada penggunaan motor dengan efisiensi yang lebih tinggi (Nagendrappa dan Hi, 2009).

2.2 Definisi Energi

Energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi memiliki satuan Joule atau Btu. Sedangkan daya didefinisikan sebagai laju energi yang dibangkitkan atau dikonsumsi. Satuan dari daya adalah Joule/detik atau watt. Maka satuan energi listrik adalah watt-detik atau lebih populer dengan watt-hour. Daya ada 3 macam antara lain daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S).

Hubungan antara daya aktif (P) daya reaktif (Q) dan daya semu (S) dapat dilihat pada gambar 1 berikut



Gambar 2.1 Segitiga daya

Sumber: Materi Diklat Prajabatan PLN, 2015

Perbaikan faktor daya dapat diartikan sebagai usaha untuk membuat faktor daya/ $\cos \phi$ mendekati 1 (satu). Untuk memperbaiki faktor daya dari suatu beban yang mempunyai faktor daya yang rendah, perlu dipasang kapasitor pada masing-masing beban atau secara tersentralisir melalui kapasitorbank.

Dengan pemasangan kapasitor tersebut selain untuk memperbaiki faktor daya juga dapat memperbaiki pengaturan tegangan dan meningkatkan efisiensi transformator. Hubungan antara daya, tegangan, arus dan faktor daya dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V.I \cos \phi \dots (1)$$

Sedangkan energi yang dibutuhkan dapat diukur dengan membandingkan P dan t sesuai dengan rumus

$$W = P.t \dots (2)$$

Keterangan:

- P = daya yang dibutuhkan (watt)
- V = tegangan (volt)

- I = arus yang mengalir (ampere)
- $\cos \varphi$ = faktor daya
- W = energi yang dibutuhkan (joule)
- t = waktu yang dibutuhkan (sekon)

2.3 Prinsip Kerja PLTD

2.3.1 Proses Kerja Mesin Diesel

Baik pada mesin diesel 4 langkah, maupun 2 langkah, terdapat 6 proses kerja dan merupakan 1 siklus sempurna kerja mesin diesel. Keenam proses kerja tersebut adalah:

1. Langkah isap
2. Langkah kompresi
3. Injeksi dan pembakaran
4. Langkah usaha
5. Langkah buang
6. Pembilasan

Pada mesin 4 langkah, proses kerja isap, kompresi, usaha dan buang tersedia pada masing-masing langkah, sedangkan pada mesin 2 langkah proses kerja isap dan kompresi terjadi pada satu langkah, sedangkan proses kerja usaha dan buang terjadi pada satu yang lain.

Proses kerja injeksi pembakaran terjadi pada piston di sekitar TMA dan proses kerja pembilasan terjadi pada piston di sekitar TMB pembilasan terjadi pada piston di sekitar TMA untuk mesin diesel 4 langkah dan pada mesin diesel 2 langkah, proses kerja injeksi.

2.3.2 Proses Kerja Mesin 4 Langkah

Pada mesin 4 langkah, saat langkah isap, piston bergerak dari TMA ke TMB, katub isap terbuka dan katup buang tertutup, udara masuk ke dalam silinder karena di dalam silinder terjadi *vacum* (tekanan dalam silinder < tekanan *atmosphere*) atau udara masuk ke dalam silinder karena di dorong oleh turbo charger.

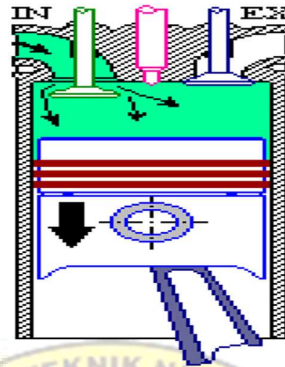
Udara yang sudah masuk kedalam silinder tersebut lalu di kompres hingga tekanannya menjadi tinggi dan panas, pada langkah ini piston bergerak dari TMB menuju TMA sedangkan katup isap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Pada akhir langkah kompresi, saat piston berada di sekitar TMA, tetapi sebelum TMA, bahan bakar di injeksikan ke dalam silinder dan langsung segera terbakar, pembakaran ini berlangsung dengan cepat hingga piston beberapa derajat setelah TMA.

Selanjutnya dengan adanya pembakaran di dalam silinder, tekanan gas menjadi sangat tinggi dan langsung mendorong piston menuju TMB, langkah ini disebut langkah usaha.

Pada akhir langkah usaha, katup buang mulai terbuka dan gas sisa pembakaran keluar ke udara *atmosphere* selanjutnya gas sisa pembakaran ini di dorong keluar silinder oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA, langkah ini disebut langkah buang.

Pada saat piston mendekati TMA, katup isap mulai terbuka, sedangkan katup buang masih terbuka maka dalam hal ini terjadi pembilasan yaitu sisa-sisa gas yang masih tinggal di dalam silinder di dorong keluar silinder oleh udara

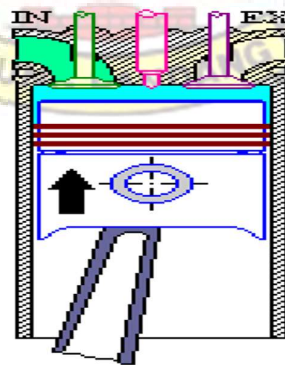
atmosphere yang masuk ke dalam silinder. Prinsip kerja mesin 4 langkah ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.2 Penghisapan
Sumber: Materi Diklat prajabatan PLN, 2015

a) Langkah Pengisian

- Katup Isap membuka
- Katup Buang menutup
- Torak bergerak dari TMA – TMB



Gambar 2.3 Kompresi
Sumber: Materi Diklat prajabatan PLN, 2015

b) Langkah Kompresi

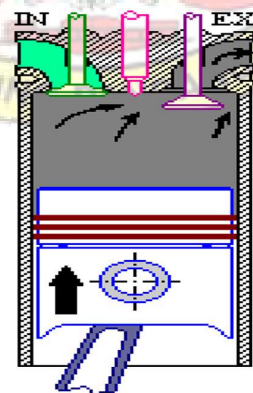
- Katup Isap menutup
- Katup Buang menutup
- Torak bergerak dari TMB – TMA



Gambar 2.4 Usaha
Sumber: Materi Diklat prajabatan PLN, 2015

c) Langkah Usaha

- Katup Isap menutup
- Katup Buang menutup
- Torak bergerak dari TMA – TMB



Gambar 2.5 Langkah Buang
Sumber: Materi Diklat prajabatan PLN, 2015

d) Langkah Buang

- Katup Isap menutup
- Katup Buang membuka
- Torak bergerak dari TMB – TMA

Tabel 2.1 Proses Kerja Mesin Diesel

Proses Kerja	Gerak Piston	Posisi Katup		Keterangan
		Katup Isap	Katup Buang	
Langkah isap	Dari TMA ke TMB	Buka	Tutup	Udara masuk kedalam silinder karena vakum dalam silinder dan di tekan turbo kedalam silinder
Langkah Kompresi	Dari TMB ke TMA	Tutup	Tutup	Udara dalam silinder di kompres
Injeksi dan pembakaran	Di sekitar TMA	Tutup	Tutup	Injection timing
Langkah usaha	Dari TMA ke TMB	Tutup	Tutup	Gas dengan tekanan tinggi menekan piston
Langkah buang	Dari TMB ke TMA	Tutup	Buka	Sisa gas bekas di tolak keluar silinder
Pembilasan	Di sekitar	Tutup	Buka	Sisa gas yang masih

	TMA			tersisa di bilas ke udara keluar silinder
--	-----	--	--	--

2.3.3 Diagram Proses Mesin Diesel

Berpedoman kepada proses kerja mesin Diesel 4 langkah, dengan adanya perubahan tekanan dan volume dalam silinder, maka proses kerja tersebut dapat kita jelaskan pada diagram PV dibawah ini.

a) Diagram PV – Ideal/teoritis

Diagram PV-teoritis dapat digunakan menjelaskan proses kerja mesin diesel 4 langkah secara ideal.

Diagram PV ini biasanya digunakan oleh perencana mesin dalam rangka perhitungan termodinamika untuk menentukan besarnya tenaga/daya mesin akan direncanakan – lihat diagram di bawah ini:

– Langkah 1-2

Pengisapan udara yaitu udara luar masuk kedalam silinder akibat perbedaan tekanan/vacum didalam silinder dan/atau udara ditekan masuk silinder oleh *turbo charger*.

– Langkah 2-3

Udara yang masuk kedalam silinder di kompres hingga timbul tekanan udara lebih tinggi dan udara tersebut menjadi panas.

– Proses 3-4

Pada akhir langkah kompresi, bahan bakar di semprotkan kedalam silinder melalui injektor dalam bentuk kabut agar

langsung terbakar, maka di dalam silinder terjadi gas pembakaran dengan tekanan sangat tinggi.

– Langkah 4-5

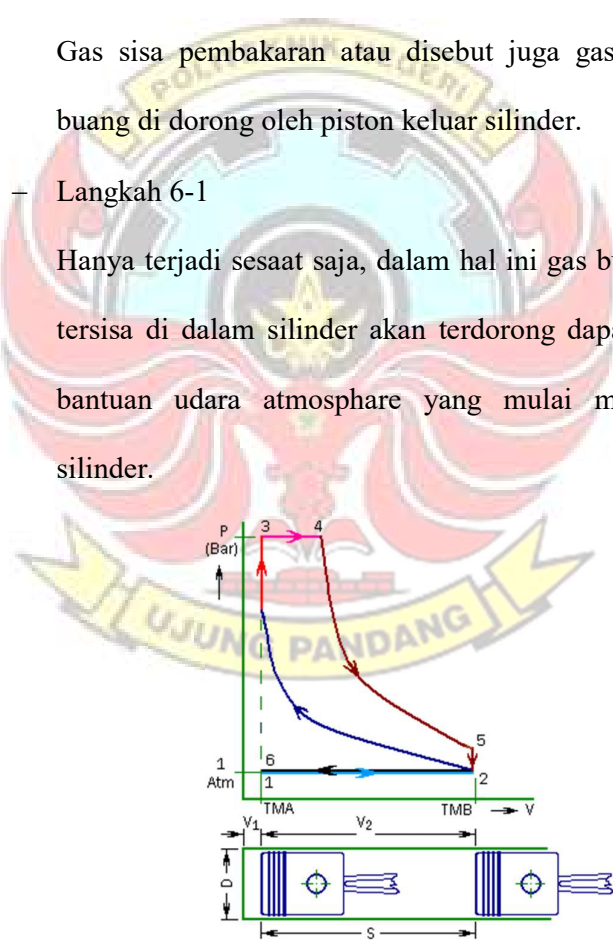
Gas pembakaran dengan tekanan yang sangat tinggi ini, akan mendorong piston ke bawah dan ini merupakan langkah usaha yaitu timbulnya tenaga putar pada *crank shaft*.

– Langkah 5-6

Gas sisa pembakaran atau disebut juga gas bekas atau gas buang di dorong oleh piston keluar silinder.

– Langkah 6-1

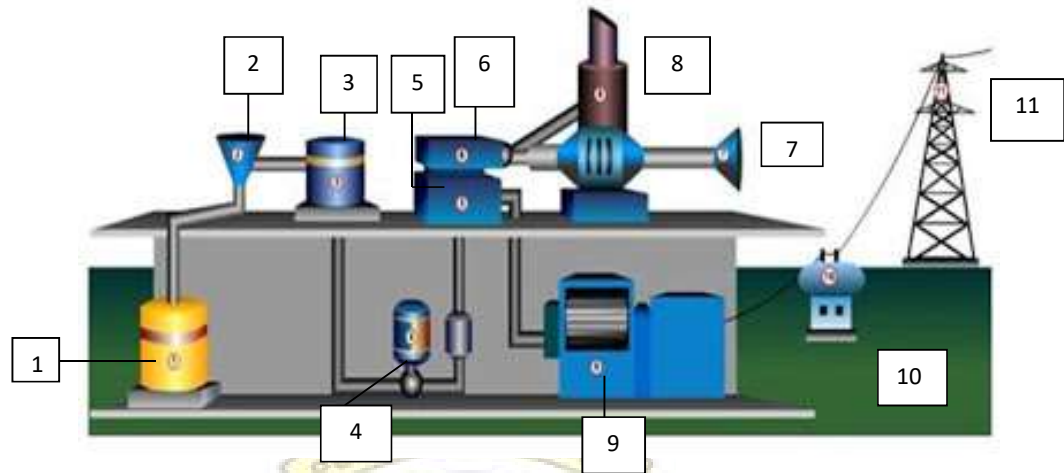
Hanya terjadi sesaat saja, dalam hal ini gas buang yang masih tersisa di dalam silinder akan terdorong dapat keluar dengan bantuan udara atmosphere yang mulai masuk ke dalam silinder.



Gambar 2.6 Diagram PV Mesin Diesel
Sumber: Materi Diklat prajabatan PLN, 2015

2.3.4 Prinsip Kerja PLTD

Skema sederhana suatu system PLTD ditunjukkan dalam gambarberikut ini.



Gambar 2.7 Skema PLTD

Dari gambar di atas dapat kita lihat bagian-bagian dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel, yaitu:

1. Tangki penyimpanan bahan bakar.
2. Penyaring bahan bakar.
3. Tangki penyimpanan bahan bakar sementara (bahan bakar yang disaring).
4. Pengabut.
5. Mesin diesel.
6. *Turbo charger*.
7. Penyaring gas pembuangan.
8. Tempat pembuangan gas (bahan bakar yang disaring).
9. *Generator*.
10. Trafo.
11. Saluran transmisi.

Proses kerja PLTD adalah sebagai berikut :

- a) Bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar dipompakan kedalam tangki penyimpanan sementara namun sebelumnya disaring terlebih dahulu. Kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan sementara (*daily tank*). Jika bahan bakar adalah bahan bakar minyak (BBM) maka bahan bakar dari *daily tank* dipompakan ke Pengabut (*nozzel*), di sini bahan bakar dinaikan temperaturnya hingga menjadi kabut.



Gambar2.8 Tangki Penyimpanan Bahan Bakar

- b) Menggunakan kompresor udara bersih dimasukan kedalam tangki udara start melalui saluran masuk (*intake manifold*) kemudian dialirkan ke *turbocharger*. Di dalam *turbocharger* tekanan dan temperature udara dinaikan terlebih dahulu. Udara yang dialirkan pada umumnya sebesar 500 psi dengan suhu mencapai $\pm 600^{\circ}\text{C}$.



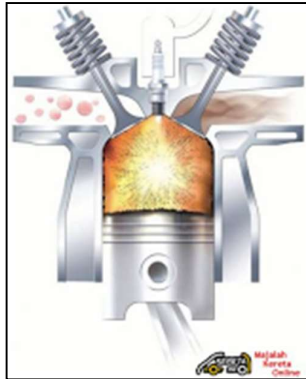
Gambar2.9 Kompresor

- c) Udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi dimasukkan kedalam ruang bakar (*combustion chamber*). Bahan *nozzle* kemudian diinjeksikan kedalam ruang bakar (*combustion chamber*).



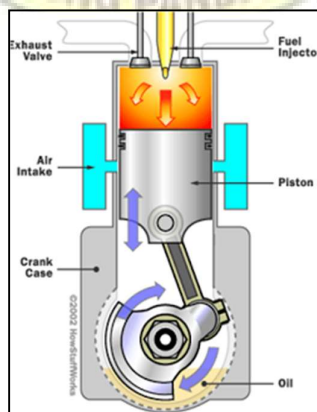
Gambar2.10 Pengabutan Bahan bakar

- d) Di dalam mesin diesel terjadi penyalan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimanfaatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi (35 – 50 atm), sehingga temperatur di dalam silinder naik. Dan pada saat itu bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga akan menyala secara otomatis yang menimbulkan ledakan bahan bakar.



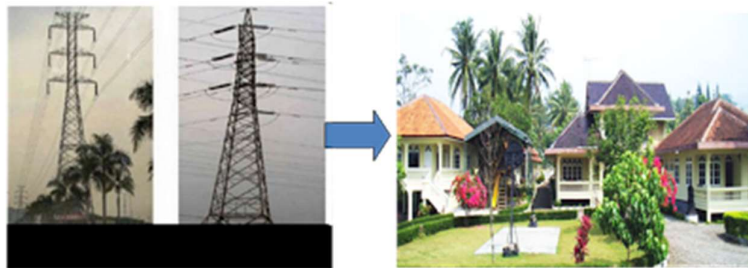
Gambar2.11 Ruang bakar

- e) Ledakan pada ruang bakar tersebut menggerak torak/piston yang kemudian pada poros engkol dirubah menjadi energy mekanis. 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.



Gambar2.12 Gerakan Piston

- f) Poros engkol mesin diesel digunakan untuk menggerakkan poros rotor generator. Oleh generator energy mekanis ini dirubah menjadi energy listrik sehingga terjadi gaya gerak listrik (ggl).
- g) Tegangan yang dihasilkan generator dinaikan tegangannya menggunakan trafo step up agar energy listrik yang dihasilkan sampai ke beban. Prinsip kerja trafo berdasarkan hukum ampere dan hukum faraday yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu sisi kumparan pada trafo dialiri arus bolak-balik maka timbul garis gaya magnet berubah-ubah pada kumparan terjadi induksi. Kumparan sekunder satu inti dengan kumparan primer akan menerima garis gaya magnet dari primer yang besarnya berubah-ubah pula, maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung kumparan terdapat beda tegangan.
- h) Menggunakan saluran transmisi energy listrik dihasilkan/dikirim ke beban. Di sisi beban tegangan listrik diturunkan kembali menggunakan trafo *step down* (jumlah lilitan sisi primer lebih banyak dari jumlah lilitan sisi sekunder).



Gambar 2.13 Saluran Transmisi dan Pelanggan

2.4 Biaya Pokok Produksi

Bastian Bustami, Nurlela (2010:49) menjelaskan bahwa biaya pokok produksi adalah kumpulan biaya produksi yang terdiri dari bahan baku langsung, tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik ditambah persediaan produk dalam proses awal dan dikurang persediaan produk dalam proses akhir. Harga pokok produksi terikat pada periode waktu tertentu. Harga pokok produksi akan sama dengan biaya produksi apabila tidak ada persediaan produk dalam proses awal dan akhir.

2.5 Kinerja PLTD

Kinerja perusahaan PLTD / SPD yang dimaksudkan disini adalah kinerja operasi, karena itu didefinisikan sebagai kemampuan operasi dalam memproduksi tenaga listrik (KWh) pada kurun waktu / periode tertentu. Kemampuan operasi suatu PLTD / SPD tergantung pada kondisi dan nilai-nilai yang ditentukan terhadap efisiensi dan keandalan. Sama halnya dengan kinerja pada aspek yang lain, untuk mengetahui tingkat mana kinerja yang dicapai pada pengoperasian / perusahaan PLTD/SPD haruslah dilakukan pengukuran/penilaian. Hasil pengukuran inilah yang dijadikan sebagai indikator kinerja. Indikator kinerja tersebut diperlukan dan dimonitor dalam pelaksanaan operasional sehari-hari, yang tujuan akhirnya adalah untuk mengetahui keefisienan dan keekonomisannya. Untuk menilai kinerja suatu PLTD / SPD apakah masih mempunyai nilai

ekonomis maupun teknis maka kita mengacu kepada standard PLN (SPLN 111 - 4: 1995). Indikator kinerja PLTD / SPD terdiri dari:

Faktor kapasitas (*capacity factor*)

Faktor kapasitas (*Capacity Factor* disingkat **CF**) adalah nilai atau angka hasil perbandingan atau pembagian antara tenaga listrik yang diproduksi bruto dengan kapasitas daya terpasang dan jumlah jam pada periode tertentu. Faktor kapasitas merupakan tolok ukur besarnya pemanfaatan unit pembangkit untuk memproduksi tenaga listrik secara keseluruhan dalam kurun waktu tertentu berdasarkan daya yang tersedia

$$CF = \frac{\text{Produksi bruto Energi Listrik per periode}}{\text{Kapasitas unit terpasang} \times \text{jam periode}} \times 100 \%$$

Keterangan : Jam periode untuk waktu 1 tahun = 8760 jam

Atau

$$CF = \frac{\text{Jumlah Produksi kWh Bruto}}{\text{Kapasitas terpasang SPD (kW)} \times 8760 \text{ jam}} \times 100 \%$$

Faktor kapasitas standard PLN untuk PLTD berkisar antara 55 - 65 %.

1) Faktor produktivitas (*out put factor*)

Faktor produktivitas adalah hasil perbandingan / pembagian antara produksi tenaga/energi listrik bruto (KWh) yang dibangkitkan generator dalam kurun waktu tertentu (perperiode) dengan, kapasitas

/ daya terpasang dan jam kerjanya. Jadi faktor produktivitas merupakan kemampuan memproduksi tenaga listrik dari suatu SPD dalam periode tertentu dengan daya yang tersedia. Data hasil produksi diambil dari catatan - catatan operasi atau dari laporan - laporan hasil operasi yang dihasilkan oleh generator dan dijumlah dalam periode tertentu. Faktor produktivitas secara normal antara 65 - 85 % dalam waktu operasi 1 tahun.

$$\text{Faktor Produktivitas} = \frac{kWh \text{ Produksi Bruto}}{\text{Kapasitas terpasang} \times \text{jam kerja}} \times 100 \%$$

Atau

Faktor Produktivitas

$$= \frac{\text{Jumlah MWh Bruto Dibangkitkan}}{\text{Daya Terpasang SPD (MW)} \times \text{Jam Pelayanan}} \times 100 \%$$

2) Faktor beban (*load factor*)

Faktor beban merupakan tolok ukur pemanfaatan daya pada saat beban tertinggi / beban puncak (*peak load*) dalam memproduksi tenaga listrik (KWh) semaksimal mungkin. Jadi faktor beban merupakan nilai atau angka perbandingan / pembagian antara produksi tenaga listrik (KWh) seluruh (*bruto*) dan beban tertinggi selama periode kali jam selama periode (1 tahun / 8760 jam).

$$\text{Load Factor} = \frac{kWh \text{ Produksi Bruto per Periode}}{\text{Beban tertinggi per periode} \times \text{jam periode}} \times 100 \%$$

Secara normal faktor beban antara 55 - 74 % dalam periode (1 tahun / 8760 jam).

3) Konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel oil consumption*)

Konsumsi / pemakaian bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan / memproduksi setiap satu satuan tenaga listrik (KWh). Pemakaian bahan bakar spesifik adalah untuk mengetahui tingkat pemakaian bahan bakar pada suatu unit pembangkit tenaga listrik/PLTD, apakah unit tersebut masih berada pada tingkat yang wajar sehingga menguntungkan atau sebaliknya. Sebagai tolok ukur (pedoman) besarnya nilai konsumsi bahan bakar spesifik mengacu pada standard PLN (SPLN. 79 : 1987). Pemakaian bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Oil Consumption*) ini disingkat **SFC**, dapat ditulis menjadi:

$$SFC = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar}}{\text{kWh Produksi bruto per periode}}$$

Pemakaian bahan bakar perlu mendapat perhatian serius, mengingat biaya operasi yang terbesar $\pm 60\%$ adalah pemakaian bahan bakar, maka bila suatu SPD angka pemakaian bahan bakar spesifik tersebut terlalu besar melebihi standard SPD tersebut perlu perbaikan / pemeliharaan khusus.

4) Faktor konsumsi minyak pelumas (*specific lub oil consumption*)

Pemakaian minyak pelumas spesifik prinsipnya sama dengan pemakaian bahan bakar spesifik yaitu pemakaian minyak pelumas

yang digunakan sebenarnya selama memproduksi setiap satuan tenaga listrik (KWh) yang dibangkitkan. Pemakaian minyak pelumas spesifik merupakan nilai perbandingan atau pembagian antara pemakaian minyak pelumas sebenarnya selama operasi dan hasil produksi tenaga listrik bruto secara keseluruhan yang dihasilkan oleh generator dalam satuan liter / KWh. Besarnya pemakaian minyak pelumas dapat kita lihat seperti pada SPL \ 79 : 1987. Pemakaian minyak pelumas spesifik (*Specific lube oil consumption*) atau disingkat **SLC** dapat ditulis menjadi:

$$SLC = \frac{\text{Pemakaian minyak pelumas per periode}}{\text{kWh Produksi Bruto per Periode}}$$

Pemakaian minyak pelumas spesifik penting untuk mengetahui tingkat efisiensi maupun kondisi pada bagian-bagian yang mendapatkan pelumasan terutama dengan adanya gangguan kebocoran, *clearance* (celah) pada bearing - bearing, keausan ring piston dll. Untuk memantau pemakaian minyak pelumas spesifik yang terlalu besar juga memperhatikan warna asap / gas buang, temperatur minyak pelumas, kebocoran pipa pipa penyaluran.

5) Efisiensi thermal (*thermal efficiency*)

Efisiensi thermal merupakan tolok ukur pemanfaatan energi yang diberikan oleh bahan bakar yang diproses pada mesin pembangkit (PLTD) menjadi energi yang dapat dihasilkan oleh generator dalam bentuk energi/tenaga listrik (KWh) bruto. Efisiensi thermal

merupakan perbandingan antara tenaga/energi listrik (KWh) yang dibangkitkan oleh generator secara keseluruhan per tahun / per periode terhadap jumlah energi panas yang di gunakan oleh PLTD dalam membangkitkan energi listrik tersebut per periode. Jumlah energi thermal/panas yang digunakan oleh PLTD dalam membangkitkan energi listrik merupakan jumlah pemakaian bahan bakar dan nilai kalor(panas) yang dikandung oleh bahan bakar tersebut. Nilai kalor yang dikandung oleh bahan bakar dinyatakan dalam satuan (KCal). Jadi jumlah energi panas diperoleh dari pemakaian bahan bakar sebenarnya kali nilai kalor jenis dari bahan bakarnya. Efisiensi thermal dinyatakan dalam prosentase dan dinotasikan dengan notasi :

$$\eta_{th} = \frac{kWh \text{ Produksi bruto per periode} \times 860}{\text{Pemakaian bahan bakar per periode} \times (KCal)} \times 100 \%$$

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang di gunakan adalah metode pengukuran dan analisa data.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Unit PLTD Selayar, yang beralamat di Jl. Poros Lembang Mate'ne, Dsn Tangkala, Ds. Parak, Kec. Bontomanai, Kab. Kep. Selayar. Dengan total daya mampu yang dihasilkan tiap hari adalah 5,5 MW, PLTD Selayar menjadi satu-satunya unit andalan system kelistrikan di Pulau Selayar yang memiliki jumlah penduduk lebih kurang 130.000 jiwa. Waktu pelaksanaan penelitian adalah tiga bulan, yaitu bulan Juni – September 2017. Berikut jadwal penelitian yang kami lakukan.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Waktu	Kegiatan	Keterangan
1	05 Juni 2017	Seminar Proposal	
2	12 Juni 2017	Perencanaan prosedur pengambilan data	
3	19 Juni 2017	Pengambilan data mesin unit 1	Juni 2016-Juni 2017
4	26 Juni 2017	Pengambilan data mesin unit 2	Juni 2016-Juni 2017
5	03 Juli 2017	Pengambilan data mesin unit 3	Juni 2016-Juni 2017

6	10 Juli 2017	Pengambilan data mesin unit 4	Juni 2016-Juni 2017
7	17 Juli 2017	Pengambilan data mesin unit 5	Juni 2016-Juni 2017
8	24 Juli 2017	Pengambilan data peralatan bantu	
9	07 Agustus 2017	Pengolahan data mesin keseluruhan	
10	28 Agustus 2017	Penyusunan Bab IV	

3.2 Alat dan Bahan

- Multimeter Digital



Gambar 3.1 Multimeter Digital

Alat tersebut digunakan untuk mengukur arus listrik (ampere) pada peralatan bantu di unit PLTD Selayar seperti motor pompa air pendingin, AC, lampu penerangan, dll.

Untuk spesifikasi mesin yang digunakan di PLTD Selayar adalah mesin diesel tipe i-Line buatan Deutz Jerman Tahun 1978 dengan spesifikasi :

a) Mesin :

1. Merk : Deutz
2. Type : BV 8M628
3. Daya (HP) : 1723
4. Rpm : 750 RPM
5. Tahun Pembuatan : 1987

b) Generator

1. Merk : Pindad
2. Type : 1FC7 636-8 B16
3. Voltage : 6300 Volt
4. KVA : 1530 KVA

c) Daya Terpasang : 1224 kW

3.3 Audit Energi Awal

3.3.1 Identitas Perusahaan

Nama Perusahaan : PT PLN (Persero) Sektor

Pembangkitan Tello Unit PLTD Selayar

Desa / Kelurahan : Jl. Poros Lembang Mate'ne Desa
Parak

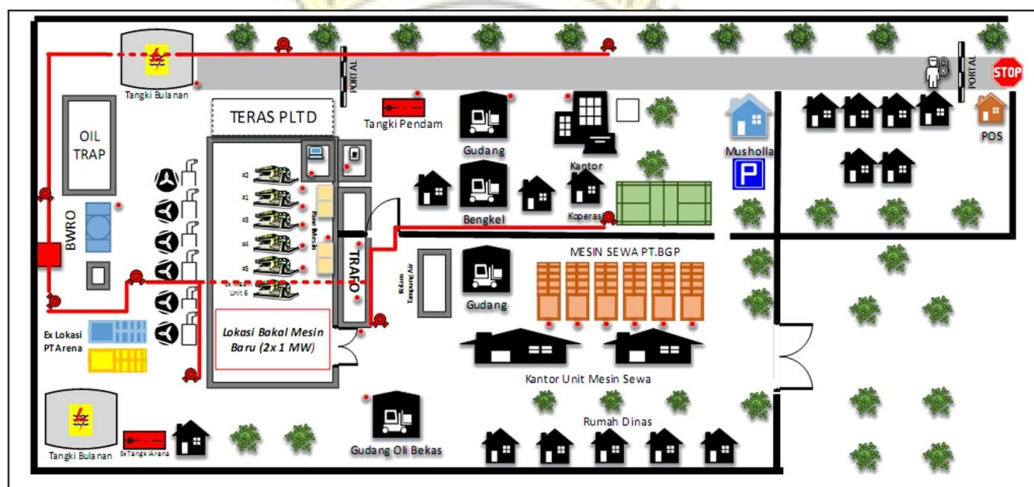
Kecamatan : Bontomanai

Kabupaten : Kepulauan Selayar

Propinsi : Sulawesi Selatan

Letak Lokasi : Di Kabupaten Selayar, terletak antara
 120°15'00"-122°30'00" BT dan 05°42'00" - 07°35'00" LS
 Nomor Telepon : (0414) 2316178
 Mulai Beroperasi : Tahun 2002
 Luas Lahan : 11.000 m²
 Kapasitas Terpasang : 9204 kW

3.3.2 Lay Out PLTD Selayar



Gambar 3.2 Lay Out PLTD Selayar

3.3.3 Pola Pengoperasian

Mesin pembangkit PLTD Selayar beroperasi 24 jam penuh dalam sehari.
 Karena kapasitas terpasangnya adalah 7844 kW lebih besar dari demand

pada sistem kelistrikan Pulau Selayar, maka tidak semua mesin beroperasi 24 jam dalam sehari. Selengkanya akan dibahas pada bab 4



3.4 Audit Energi Rinci

3.4.1 Data Operasi Pembangkit

Tabel 3.2 Data Operasi Pembangkit

NO	MESIN						GENERATOR						DAYA TERPASANG		DAYA	Kondisi	KET
	Merk	Type	No. Seri	HP	RPM	THN	Merek	Type	No Seri	VOLT	KVA	COS Q	MesinKw	GenoKw	Mampu Kw		
1	Deutz #1	BV 8M 628	7106459	1723	750	1986	Pindad	1FC7 636-8 B16	461060	6300	1530	0.8	1267	1224	700	Operasi	Ex Majene
2	Deutz #2	BV 8M 628	7208749	1723	750	1986	Pindad	1FC7 636-8 B16	461058	6300	1530	0.8	1267	1224	850	Operasi	Ex Majene
3	Deutz #3	BV 8M 628	7106458	1723	750	1986	Pindad	1FC7 636-8 B16	461061	6300	1530	0.8	1267	1224	900	Operasi	Ex Jenepono
4	Deutz #4	BV 8M 628	7300397	1723	750	1987	Pindad	1FC7 636-8 B16	461375	6300	1530	0.8	1267	1224	800	Operasi	Ex Mateko
5	Deutz #5	BV 8M 628	7300390	1723	750	1987	Pindad	1FC7 636-8 B16	461369	6300	1530	0.8	1267	1224	900	Coperasi	Ex Mateko

3.5 Pola Pengoperasian Mesin

Tabel 3.3 Pola Pengoperasian Mesin

Merk	DEUTZ BV.1			DEUTZ BV.2			DEUTZ BV.3			DEUTZ BV.4			DEUTZ BV.5		
	JK *	JSOT	JSMO	JK *	JSOT	JSMO	JK *	JSOT	JSMO	JK *	JSOT	JSMO	JK *	JSOT	JSMO
Bulan		12,574.2	27,374.6		5,325.1	5,325.1		13,904.6	27,975.6		5,471.6	5,471.6		14,102.5	30,976.5
Januari	445.7	13,019.9	27,820.3	499.4	5,824.5	5,824.5	550.6	14,455.2	28,526.2	386.1	5,857.7	5,857.7	447.2	14,549.7	31,423.7
Februari	414.8	13,434.7	28,235.1	415.0	6,239.5	6,239.5	484.1	14,939.3	29,010.3	308.3	6,166.0	6,166.0	325.5	14,875.2	31,749.2
Maret	506.5	13,941.2	28,741.6	572.5	6,812.0	6,812.0	466.3	15,405.6	29,476.6	473.5	6,639.5	6,639.5	374.0	15,249.2	32,123.2
April	434.5	14,375.7	29,176.1	488.0	7,300.0	7,300.0	565.2	15,970.8	30,041.8	487.4	7,126.9	7,126.9	238.1	238.1	238.1
Mei	9.5	14,385.2	29,185.6	439.2	7,739.2	7,739.2	522.2	16,493.0	30,564.0	478.4	7,605.3	7,605.3	559.5	797.6	797.6
Juni	0.0	14,385.2	29,185.6	0.0	7,739.2	7,739.2	0.0	16,493.0	30,564.0	0.0	7,605.3	7,605.3	0.0	797.6	797.6
Jlh Total	1,811.0			2,414.1			2,588.4			2,133.7			1,944.3		
JK Rt ² /th	150.9			201.2			215.7			177.8			162.0		
Realisasi	Bln/Thn	JSOT	JSMO	Bln/Thn	JSOT	JSMO	Bln/Thn	JSOT	JSMO	Bln/Thn	JSOT	JSMO	Bln/Thn	JSOT	JSMO
T O. I	11 / 2013	6,143.3	6,706.8	03 / 2012	826.7	9,285.5	02 / 2014	10,836.0	10,836.0	03 / 2012	7,049.6	6,852.2	10 / 2012	3,025.9	3,025.9
S O	02 / 2015	8,657.1	14,800.4	04 / 2013	7,332.6	13,802.8	01 / 2015	6,137.4	14,070.6	03 / 2013	5,346.3	13,941.0	10 / 2013	7,104.3	9,550.3
T O. II	07 / 2010	8,202.1	8,202.1	05 / 2014	7,925.9	21,705.8	03 / 2011	13,181.7	36,959.5	05 / 2014	6,848.1	20,782.7	02 / 2015	7,323.7	16,874.0
M O	12 / 2012	8,395.1	25,521.0	03 / 2016	11,237.3	32,942.5	10 / 2012	9,449.4	46,408.9	02 / 2016	11,240.8	32,024.0	04 / 2017	15,268.3	32,142.3

JSGO	03 / 2017	598.3	10 / 2016	303.7	03 / 2017	1,445.9	03 / 2017	436.7	04 / 2017	255.6
------	-----------	-------	-----------	-------	-----------	---------	-----------	-------	-----------	-------

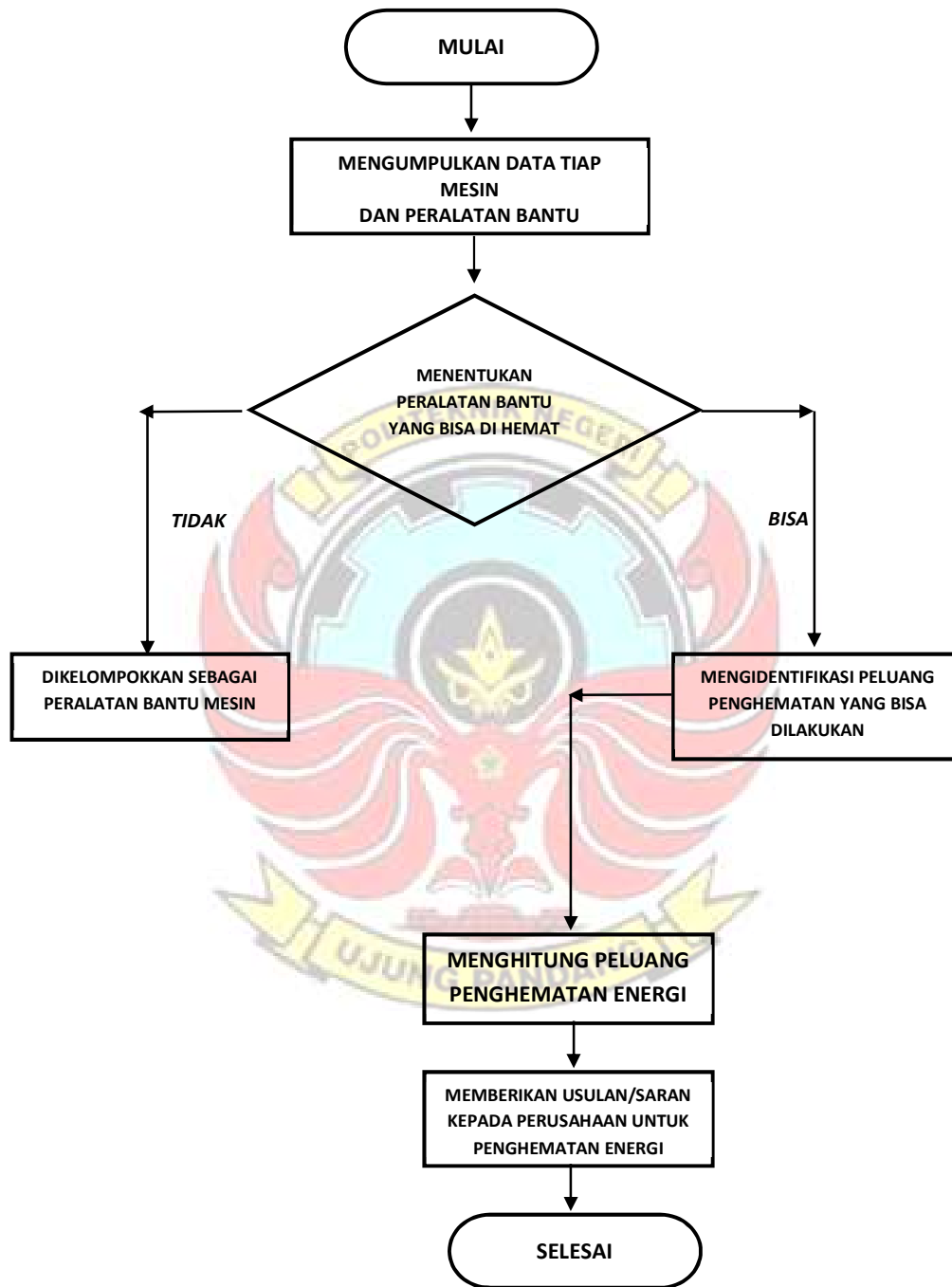
Keterangan

- | | | |
|--|--|---|
| 1. Unit No | | 3. **) = JSB Bulan yang bersangkutan |
| 2. JK = Jam kerja mesin perbulan | | 4. JSOT = Jam setelah Overhaul terakhir |
| *) = Dalam keadaan overhaul dapat ditulis dengan jenis pemeliharaan (TO, SO, MO) | | 5. = Jam Sejak Ganti Oli/Minyak |
| JSB = Jam kerja setelah / sejak operasi | | JSGO Pelumas |
| JSMO = Jam kerja seteleh major overhaul | | |
| Bln/Thn = Bulan dan tahun pelaksanaan | | |

Sumber: Data Seksi Operasi Tahun 2017



3.6 Teknik Analisa Data



Gambar 3.3 Flowchart Teknik Analisa Data

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Data Mesin Deutz Unit 1 Periode Juni 2016 – Juni 2017

Tabel 4.1 Data Mesin Deutz Unit 1

Bulan	ΣkWh Produksi	ΣkWh PS	ΣBBM (liter)	ΣSFC	ΣLube Oil
Jun-16	12,456.13	526.00	3452.60	0.25	26.40
Jul-16	15,509.03	608.13	4290.65	0.28	28.45
Aug-16	15,373.55	667.29	4221.23	0.27	27.94
Sep-16	15,425.81	633.90	4387.17	0.27	47.83
Oct-16	10,747.42	474.77	2962.07	0.28	48.42
Nov-16	8,633.87	447.32	2454.90	0.27	42.78
Dec-16	8,861.29	563.29	2468.61	0.28	37.53
Jan-17	7,526.45	441.39	2077.81	0.28	37.40
Feb-17	7,166.13	371.68	2185.93	0.25	34.40
Mar-17	9,032.26	432.77	2483.58	0.28	23.47
Apr-17	7,680.97	453.90	2113.65	0.27	31.00
May-17	161.94	20.10	44.74	0.02	31.00
Jun-17	7,083.23	546.68	2160.75	0.25	27.50
<i>Rata2 per hari dalam 1 tahun</i>	9,666.00	475.94	2,715.67	0.25	34.16

Efisiensi thermal Mesin Deutz Unit 1 adalah

$$\eta_{th} = \frac{9666 \times 860}{2715,67 \times 8800} \times 100 \%$$

$$= 30,85 \%$$

4.1.2. Data Mesin Deutz Unit 2 Periode Juni 2016 – Juni 2017

Tabel 4.2 Data Mesin Deutz Unit 2

Bulan	ΣkWh Produksi	ΣkWh PS	ΣBBM (liter)	ΣSFC	ΣLube Oil
Jun-16	12411.29	650.90	3414.43	0.26	15.40
Jul-16	11480.32	599.87	3136.55	0.28	13.74
Aug-16	11140.00	617.61	3080.81	0.28	14.13
Sep-16	13936.45	660.65	3962.20	0.27	35.54
Oct-16	10008.39	583.29	2770.06	0.27	34.57
Nov-16	8113.55	503.45	2307.48	0.27	43.08
Dec-16	4556.13	236.42	1257.65	0.15	27.50
Jan-17	8970.65	501.45	2468.97	0.28	26.13
Feb-17	7083.23	546.68	2160.75	0.25	27.50
Mar-17	10961.61	725.81	3012.84	0.27	32.27
Apr-17	9462.26	589.10	2601.71	0.25	36.14
May-17	8465.81	419.35	2336.39	0.27	38.00
Jun-17	9528.06	558.87	2718.10	0.27	29.70
<i>Rata2 per hari dalam 1 tahun</i>	9701.36	553.34	2709.84	0.26	28.75

Efisiensi thermal Mesin Deutz Unit 2 adalah

$$\eta_{th} = \frac{9701,36 \times 860}{2709,84 \times 8800} \times 100 \%$$

$$= 34,98 \%$$

4.1.3. Data Mesin Deutz Unit 3 Periode Juni 2016 – Juni 2017

Tabel 4.3 Data Mesin Deutz Unit 3

Bulan	ΣkWh Produksi	ΣkWh PS	ΣBBM (liter)	ΣSFC	ΣLube Oil
Jun-16	13796.13	536.45	3827.07	0.26	13.57
Jul-16	16575.81	576.13	4543.58	0.27	13.42
Aug-16	15661.29	550.16	4323.19	0.28	16.32
Sep-16	17478.06	582.26	4969.23	0.27	34.77
Oct-16	13681.61	531.26	3760.58	0.28	28.29
Nov-16	10951.29	468.97	3109.83	0.27	37.23
Dec-16	11407.10	503.55	3164.71	0.28	24.75
Jan-17	9998.06	469.81	2748.95	0.28	26.89
Feb-17	8012.90	506.58	2442.36	0.25	27.50
Mar-17	9075.48	586.81	2492.77	0.28	30.80
Apr-17	11384.52	552.61	3128.87	0.27	25.67
May-17	10497.74	443.29	2894.00	0.28	23.43
Jun-17	5217.10	237.61	1489.33	0.22	22.00
<i>Rata2 per hari dalam 1 tahun</i>	11825.93	503.50	3299.58	0.27	24.97

Efisiensi thermal Mesin Deutz Unit 3 adalah

$$\eta_{th} = \frac{11825.93 \times 860}{3299,58 \times 8800} \times 100 \%$$

$$= 35,02 \%$$

4.1.4. Data Mesin Deutz Unit 4 Periode Juni 2016 – Juni 2017

Tabel 4.4 Data Mesin Deutz Unit 4

Bulan	Σ kWh Produksi	Σ kWh PS	Σ BBM (liter)	Σ SFC	Σ Lube Oil
Jun-16	12601.94	505.32	3466.83	0.26	66.73
Jul-16	14247.74	530.23	3910.19	0.27	78.97
Aug-16	10382.90	447.97	2875.71	0.24	71.19
Sep-16	9524.84	511.45	2713.73	0.27	73.14
Oct-16	8104.52	408.19	2238.84	0.27	54.00
Nov-16	6267.74	349.23	1786.79	0.27	55.58
Dec-16	6624.19	346.90	1847.29	0.28	36.67
Jan-17	6644.52	342.00	1835.71	0.28	29.33
Feb-17	5490.65	279.90	1700.36	0.21	33.00
Mar-17	8783.55	491.61	2417.26	0.27	33.73
Apr-17	9504.19	565.39	2614.97	0.27	31.06
May-17	9291.61	597.00	2560.90	0.28	31.26
Jun-17	10302.26	633.87	2935.73	0.27	34.57
<i>Rata2 per hari dalam 1 tahun</i>	9059.28	462.24	2531.10	0.26	48.40

Efisiensi thermal Mesin Deutz Unit 4 adalah

$$\eta_{th} = \frac{9059,28 \times 860}{2531,10 \times 8800} \times 100 \%$$

$$= 34,97 \%$$

4.1.5. Data Mesin Deutz Unit 5 Periode Juni 2016 – Juni 2017

Tabel 4.5 Data Mesin Deutz Unit 5

Bulan	Σ kWh Produksi	Σ kWh PS	Σ BBM (liter)	Σ SFC	Σ Lube Oil
Jun-16	13121.94	548.52	3645.80	0.26	34.47
Jul-16	11321.94	596.10	3134.06	0.28	48.23
Aug-16	12555.16	499.81	3495.58	0.24	51.68
Sep-16	16758.39	551.16	4929.17	0.26	72.00
Oct-16	12823.87	476.10	3531.48	0.28	55.39
Nov-16	9542.58	426.74	2715.62	0.27	50.64
Dec-16	11117.42	489.90	3086.71	0.28	50.77
Jan-17	8566.45	405.58	2359.90	0.28	36.14
Feb-17	5848.39	300.19	1787.36	0.24	44.00
Mar-17	6425.81	346.23	1782.19	0.28	33.00
Apr-17	5039.68	247.77	1385.26	0.14	26.40
May-17	11283.55	499.29	3103.39	0.28	29.89
Jun-17	9529.03	438.84	2706.53	0.27	23.29
<i>Rata2 per hari dalam 1 tahun</i>	10367.10	448.95	2913.04	0.26	44.38

Efisiensi thermal Mesin Deutz Unit 5 adalah

$$\eta_{th} = \frac{10367,10 \times 860}{2913,04 \times 8800} \times 100 \% \\ = 34,77 \%$$

Untuk mesin diesel, efisiensi mesin berada dibawah 40 %, hal ini dikarenakan energy panas yang dibuang masih sangat besar. Dan kondisi di PLTD Selayar, rendahnya efisiensi dipengaruhi oleh factor usia teknologi mesin yang paling utama.



Gambar 4.1 Skema Energi Mesin PLTD

Gambar diatas menjelaskan skema energi yang digunakan oleh mesin PLTD, sebagai input energy adalah bahan bakar solar. Panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran tidak semuanya dapat terkonversi menjadi energy listrik, sehingga ada beberapa yang terbuang ke lingkungan, itulah rugi energy yang ditimbulkan.

Dari data tabel 4.5 tersebut, dapat diketahui bahwa efisiensi mesin tidak dipengaruhi secara langsung oleh kWh PS, namun apabila pemakaian sendiri dapat ditekan. Hal tersebut dapat menaikkan kWh produksi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi.

Berikut adalah besarnya rata – rata kWh Pemakaian Sendiri tiap unit mesin diesel di PLTD Selayar per harinya.

Tabel 4.6 Data Kwh PS dan Kwh dibangkit

No	Mesin Unit	kWh PS per Hari	kWh Produksi per Hari	Presentase kWh PS terhadap kWh Produksi
1	Deutz Unit 1	469,03	7.937,00	5,9 %
2	Deutz Unit 2	608,73	9777,67	6,2 %
3	Deutz Unit 3	571,03	11.764,00	4,9 %
4	Deutz Unit 4	584,23	9.821,00	5,9 %
5	Deutz Unit 5	256,03	5.207,67	4,9 %

Sumber: Data Operasi Bulan Juli 2017

Total daya listrik yang dibutuhkan untuk pemakaian sendiri per harinya ± 2400 kWh yang digunakan untuk peralatan bantu mesin, dan peralatan bantu umum di Unit PLTD Selayar.

4.1.6. Data Peralatan Bantu

Tabel 4.7 Peralatan Bantu Mesin

No	Peralatan Bantu Mesin	Lokasi	Daya	Lama Pemakaian Per hari (jam)	kWh Per Hari
1	Pompa Jacket Cooling Water	Deutz BV #1	5.50	15.00	82.50
	Pompa Intercooler Cooling Water		5.50	15.00	82.50
	Radiator		15.00	15.00	225.00
2	Pompa Jacket Cooling Water	Deutz BV #2	5.50	15.00	82.50
	Pompa Intercooler Cooling Water		5.50	15.00	82.50

	Radiator		15.00	15.00	225.00
3	Pompa Jacket Cooling Water	Deutz BV #3	5.50	15.00	82.50
	Pompa Intercooler Cooling Water		5.50	15.00	82.50
	Radiator		15.00	15.00	225.00
4	Pompa Jacket Cooling Water	Deutz BV #4	5.50	15.00	82.50
	Pompa Intercooler Cooling Water		5.50	15.00	82.50
	Radiator		15.00	15.00	225.00
5	Pompa Jacket Cooling Water	Deutz BV #5	5.50	15.00	82.50
	Pompa Intercooler Cooling Water		5.50	15.00	82.50
	Radiator		15.00	15.00	225.00
6	Pompa Transfer BBM Harian	Halaman Belakang	1.30	3.00	3.90
7	Pompa Transfer BBM Tiba	Tangki Pendam	4.00	3.00	12.00
8	Booster Pump	WTP	7.50	0.03	0.25
9	Feed Water Pump	WTP	0.50	0.03	0.02
10	Feed Water Pump	WTP	0.50	0.03	0.02

Tabel 4.8 Peralatan Bantu Umum

No	Peralatan Bantu Umum	Jumlah	Daya	Total	Rata2 pemakaian per hari (jam)	kWh per Hari
1	Gerinda Potong	1	2 kW	2.00	0.25	0.5
2	Gerinda Tangan	1	0,58 kW	0.58	0.25	0.145
3	Hand Drill	1	0,45 kW	0.45	0.25	0.1125
4	Inverter Las	1	1,5 kW	1.50	0.25	0.375
5	AC Stand 5 PK	2	4,8 kW	9.60	4.00	38.4

6	AC Split 2 PK	1	1,6 kW	1.60	4.00	6.4
7	AC Split 1 PK	1	1 kW	1.00	4.00	4
8	Pompa Shimizu	3	0,25 kW	0.75	2.00	1.5
9	Personal Computer	2	0,1 kW	0.20	24.00	4.8
10	Radio Rig Set	1	0,075 kW	0.08	24.00	1.8
11	Kipas Ruang Baterai	2	0,075 kW	0.15	24.00	3.6
12	Dispenser	1	0,39 kW	0.39	4.00	1.56
13	Magic Com	1	0,2 kW	0.20	0.50	0.1
14	Lampu Penerangan	25	0,052 kW	1.30	12.00	15.6
15	Lampu Penerangan	7	0,04 kW	0.28	12.00	3.36
16	Lampu Penerangan	4	0,023 kW	0.09	12.00	1.104
17	Lampu Sorot LED	1	0,05 kW	0.05	12.00	0.6

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1 Pola Penggunaan Energi di Unit PLTD Selayar

Mesin PLTD beroperasi menghasilkan energi listrik setiap harinya, rata-rata tiap unit mesin beroperasi selama 15 jam per hari secara bergantian.

Berikut adalah gambaran umum dari pola pengoperasian mesin PLTD Selayar.

Tabel 4.9 Pola Penggunaan Energi Mesin PLTD Selayar

No	Mesin	Unit	Input BBM		Output Energi Per Bulan (kWh)	Jam Operasi	Tipe Pengoperasian
			Liter	Kcal			
1	Mesin Deutz BV	#1	2715.7	Bio Solar	9666.0	1. 00.00 - 24.00	Base Load & Peak Load
				8800		2. Menyesuaikan	

	8M628					Kondisi	
2	Mesin	#2	2709.8	Bio Solar	9701.4	1. 00.00 - 24.00	Base Load & Peak Load
	Deutz BV 8M628					8800	
3	Mesin	#3	3299.6	Bio Solar	11825.9	1. 00.00 - 24.00	Base Load & Peak Load
	Deutz BV 8M628					8800	
4	Mesin	#4	2531.1	Bio Solar	9059.3	1. 00.00 - 24.00	Base Load & Peak Load
	Deutz BV 8M628					8800	
5	Mesin	#5	2913	Bio Solar	10367.1	1. 00.00 - 24.00	Base Load & Peak Load
	Deutz BV 8M628					8800	

Energi listrik yang dihasilkan oleh mesin PLTD tidak semuanya disalurkan ke pelanggan. Ada beberapa yang digunakan untuk mensuplai peralatan bantu mesin dan sistem pembangkit keseluruhan supaya mesin PLTD dapat beroperasi. Sistem PLTD Selayar menggunakan ± 2000 kWh energy listrik per harinya untuk pemakaian sendiri, yang digunakan untuk Peralatan Bantu Mesin, dan Peralatan Bantu Umum.

Peralatan bantu mesin beroperasi secara kontinyu selama mesin PLTD beroperasi, peralatan tersebut terdiri dari:

- Radiator

- Pompa Air pendingin mesin
- Pompa Transfer BBM
- Pompa Air Umpan
- Kipas *Ventilator*

Peralatan bantu umum adalah peralatan yang beroperasi sendiri dan tidak terikat dengan mesin PLTD. Peralatan tersebut adalah seperti; lampu penerangan, pendingin ruangan, pompa air, dll.

4.2.2 Peluang Penghematan Energi di Unit PLTD Selayar

Penghematan energi yang dimaksud disini adalah menekan jumlah energi PS, supaya energi listrik yang dijual ke pelanggan dapat maksimal sehingga menaikkan efisiensi pembangkit.

Peluang yang dapat di hemat dari energi pemakaian sendiri adalah dari Peralatan Bantu Umum. Dari penjelasan data tabel, terdapat beberapa peralatan yang bias di atur pola pengoperasiannya untuk menekan kebutuhan PS. Berikut adalah peluang penghematan energi dari hasil pengamatan kami di lapangan:

1. Penggantian lampu penerangan dari konvensional menjadi lampu LED
2. Mengurangi 1 buah AC dan memindahkan posisi AC yang lama supaya dapat menjangkau secara keseluruhan
3. Mensetting thermostat ke angka tertentu untuk mendapatkan penghematan pada suatu ruangan dengan AC

4. Melakukan sosialisasi terhadap operator, tentang pola pemanfaatan energi listrik.

4.2.3 Biaya Pokok Produksi

Biaya pokok produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- Beban Pemeliharaan (O&M)

Beban pemeliharaan disini mencakup biaya yang dikeluarkan untuk pembelian spare part, kontrak jasa pekerjaan, kepegawaian, dan administrasi.

Tabel 4.10 Realisasi Biaya Pemeliharaan (O&M) (Rupiah)

Tahun	Deutz 1	Deutz 2	Deutz 3	Deutz 4	Deutz 5
2017	1,132,675,221	997,011,234	1,286,168,466	1,212,133,489	1,511,224,059
2016	1,129,852,212	1,611,459,156	1,944,623,248	972,072,745	2,475,129,246
2015	1,240,677,150	2,104,940,832	2,818,254,416	3,088,115,306	1,808,056,235

Sumber: Data Seksi Operasi 2017

- Beban BBM & Pelumas

Beban BBM dan Pelumas adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian BBM dan Pelumas.

Tabel 4.11 Realisasi Beban BBM & Pelumas (Rupiah)

Tahun	Deutz 1	Deutz 2	Deutz 3	Deutz 4	Deutz 5
2017	545,268,108	3,486,135,319	9,434,018,292	10,471,344,487	8,308,265,917
2016	22,265,974	5,308,969,500	8,147,333,168	8,455,617,050	8,510,286,381
2015	943,956,091	6,514,127,121	6,497,595,201	5,830,139,892	7,474,266,390

Sumber: Data Seksi Operasi 2017

- Beban Penyusutan Aset

Suatu biaya yang dialokasikan untuk aset tetap selama suatu periode tertentu.

Tabel 4.12 Realisasi Penyusutan Aset (Rupiah)

Tahun	Deutz 1	Deutz 2	Deutz 3	Deutz 4	Deutz 5
2017	1,188,769,857	301,482,988	436,601,912	291,874,689	135,017,827
2016	1,188,769,857	301,482,987	436,601,912	271,443,414	135,017,827
2015	1,179,198,651	50,247,164	72,766,984	49,780,854	22,502,972

Sumber: Data Bagian Keuangan Sektor Tello 2017

- Realisasi Kwh Netto

Tabel 4.13 Realisasi Kwh Netto (kwh)

Tahun	Deutz 1	Deutz 2	Deutz 3	Deutz 4	Deutz 5
2017	737,703	1,205,500	3,290,171	3,591,707	2,855,829
2016	678,322	1,932,958	3,020,120	3,087,851	3,166,410
2015	1,033,118	3,099,462	3,190,769	2,814,083	3,842,159

Sumber: Data Seksi Operasi 2017

Untuk penentuan Biaya pokok produksi, menggunakan perhitungan:

$$BPP = \frac{\text{Beban OM} + \text{Beban BBM \& Pelumas} + \text{Beban Penyusutan}}{\text{Realisasi Kwh Netto}}$$

Tabel 4.14 Realisasi BPP (Rupiah/kwh)

Tahun	Deutz 1	Deutz 2	Deutz 3	Deutz 4	Deutz 5
2017	3.886	3.969	3.391	3.334	3.486
2016	3.451	3.736	3.486	3.141	3.512
2015	3.256	2.797	2.942	3.187	2.422

Sumber: Data Bagian Keuangan Sektor Tello 2017

Pada tahun 2017, mesin Deutz #1 dan #2 mengalami beberapa gangguan sehingga menyebabkan biaya pemeliharaan membengkak, hal ini yang membuat BPP pada mesin Deutz Unit #1 dan #2 lebih besar daripada unit #3, #4, dan #5. Biaya Pokok Produksi rata-rata setiap mesin di PLTD Selayar pada tahun 2017 adalah Rp 3.613/kWh.

4.2.4 Kerugian Yang Didapat Apabila Tidak Dilaksanakan Audit Energi

Audit energi pada dasarnya bertujuan untuk mengevaluasi pemakaian energi. Jadi apabila tidak dilaksanakan audit energi, perusahaan tidak dapat mengetahui apabila terjadi kebocoran pemakaian energi yang dapat menurunkan produksi dari perusahaan.

Untuk setiap kWh PS yang dapat ditekan, perusahaan mampu menambah penjualan kWh nya. Jadi apabila perusahaan mampu menekan kWh PS sebesar 100 kWh per hari, maka dapat mengkonversikan menjadi penjualan listrik sebesar:

$$Rp \frac{3.613}{kWh} \times 100 kWh = Rp 361.300$$

Dalam satu tahun jika terakumulasi menjadi:

$$Rp 361.300 \times 365 = Rp 131.874.500$$

Jadi apabila tidak dilaksanakan audit energi, perusahaan tidak akan tahu jika ada energi listrik yang seharusnya bisa terjual ke pelanggan, sehingga akan menurunkan efisiensi pembangkit. Maka dari itu, audit energi ini sangat penting sekali dilaksanakan di setiap perusahaan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Audit energi dilakukan di unit PLTD Selayar, mesin diesel beroperasi selama 15 jam per hari, dengan di dukung oleh peralatan bantu mesin dan umum yang mendapatkan suplai energi listrik ± 2000 kWh per harinya. Dari kondisi tersebut sangat tepat untuk dilakukan audit energi di unit PLTD Selayar.
2. Dari besarnya energi listrik untuk PS tersebut, dapat dilakukan penghematan untuk menekan besarnya energi listrik PS, diantaranya; Penggantian lampu, Pengaturan ulang sistem pendingin ruangan (AC), dan sosialisasi kepada operator tentang pola pemanfaat energi listrik
3. Apabila tidak dilaksanakan audit energi, maka akan ada banyak energi listrik yang tidak dapat tersalurkan ke pelanggan. Sehingga akan menurunkan efisiensi dari pembangkit

5.2 Saran

1. Dari penelitian kami tersebut, sebaiknya perusahaan segera menerapkan penghematan energi di unit pembangkitnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya terkait audit energi, sebaiknya membahas masalah tentang penghematan energi untuk bahan bakar dan potensi energi listrik yang tidak tersalurkan ke pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- Magdalena, M, 2009. **Menekan Konsumsi dengan Audit Energi.** (Online) <http://puspiptek.info/?q=id/node/35913>. Diakses 19 April 2017
- Mohamed, A K dan Kahn, M T E, 2008. **Contribution analysis of electrical energy management in the industrial and commercial sector: a challenge to the Tanzania utility industry,** Journal of Energy in Southern Africa, Vol 19, No 1, February 2008. Southern Africa
- Konservasi Energi, Peraturan Pemerintah No.70 Tahun 2009**
- Kepmen ESDM No.1772 K/20/MEM/2018 Tentang Besaran Biaya Pokok Pembangkitan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2017
- Jasa Pendidikan Dan Pelatihan, PT. PLN (Persero). 1997. **Kursus Pemeliharaan PLTD < 1 Mw (Dasar)**
- Sulistiyowati, 2012, **Audit Energi Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik,** Malang: Jurnal ELTEK, Vol 10 Nomor 01
- Bustami dan Nurlala, 2010. **Akutansi Biaya Edisi 4.** Jakarta. Mitra Wacana Media
- Pudjanarsa, Astu dan Nursuhud, Djati. 2012. **Mesin Konversi Energi.** Surabaya. Penerbit Andi
- Trimunandar, Catur dkk. 2015. **Audit Energi Untuk Efisiensi Listrik di Gedung B Universitas Dian Nuswantoro Semarang.** Semarang
- Suryadi, Andri & Hilal, Hamzah. 2009. **Audit Konsumsi Energi Listrik di Bank Bukopin.** Jakarta





UNIT INDUK PEMBANGKITAN DAN PENYALURAN SULAWESI
UNIT PELAKSANA PENGENDALIAN PEMBANGKITAN TELLO
UNIT LAYANAN PUSAT LISTRIK TENAGA DIESEL SELAYAR

PLN

Telp. : (0414) 2316178 Fax : (0414) 2316178 Email : pltd.selayar@gmail.com

SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KESEHATAN KERJA

STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PENGOPERASIAN MESIN DEUTZ BV 8M 628

Nomor :
Revisi : 01
Tanggal : 23 Oktober 2018

Dokumen Master :

Dokumen Terkendali :

Dokumen Tak Terkendali :

Nomor Distribusi :

**SOP
 PENGOPERASIAN MESIN
 DEUTZ BV 8M 628**

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 2 dari 8

SOP PENGOPERASIAN MESIN DEUTZ BV 8M 628

PERSONIL YANG TERKAIT

- o Supervisor Operasi
- o Junior Operasi
- o TBK Operasi

PERALATAN KERJA

- o Radio komunikasi (VHF)
- o Log Sheet
- o Buku Mutasi
- o Ball point
- o Senter
- o Kalkulator
- o Spesial tools kran indikator

PERLENGKAPAN K3

- o Pakaian Kerja
- o Safety Shoes
- o Ear Plug / Ear Protector
- o Helm pengaman
- o Sepatu tahan tegangan 20 KV
- o Kaos tangan tahan tegangan 20 KV

MATERIAL

- o Majun / Lap biru
- o Sabun / deterjen

SOP
PENGOPERASIAN MESIN
DEUTZ BV 8M 628

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 3 dari 8

ALAT UKUR

- o Infrared Thermometer

PROSEDURE KERJA MELIPUTI :

- I. Pemeriksaan sebelum start
- II. Urutan pelaksanaan start
- III. Urutan pelaksanaan paralel
- IV. Pengaturan dan pengamatan selama operasi
- V. Urutan pelaksanaan stop mesin
- VI. Laporan pengoperasian


I. PEMERIKSAAN SEBELUM START

Periksa di sekeliling mesin kemungkinan adanya potensi bahaya

1. Mencatat :

- o Stand awal kWh produksi & pemakaian sendiri (PS)
- o Stand awal jam jalan
- o Stand awal flowmeter BBM / isi BBM dalam tangki harian



	SOP PENGOPERASIAN MESIN DEUTZ BV 8M 628	No. Dokumen	:
		Revisi	: 0
		Tanggal	:
		Halaman	: 4 dari 8
<p>2. Memeriksa :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Level tangki harian minyak pelumas dalam carter o Level minyak pelumas governor o Level minyak pelumas kompressor o Level air pendingin mesin (Expansion Tank) o Level tangki harian BBM o Tekanan tabung udara start (≥ 30 bar) dan buang air kondensat o Tegangan DC supply o Posisi VCB Genertor (OFF) <p>3. Mempersiapkan :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Kunci panel control di ON kan (1) o Amati lampu-lampu indikator yang menyala (di reset) (2) o Posisikan saklar motor- motor alat bantu pada posisi Auto dan Manual (Jika ada info di panel) (3) o Reset kunci Lock out (S 315) dengan cara memutar kunci ke kiri (4) o Operasikan pompa pelumasan awal (priming pump) dengan cara memutar saklar motor pada panel alat bantu (5) o Buka katup/ kran indikator masing-masing silinder o Putar flywheel minimal 2x putaran o Tutup kran indikator masing-masing silinder o Posisikan speed setting governor sesuai settingnya (tercantum pada panel tiap-tiap mesin) untuk menghindari terjadinya overspeed (6) o Buka kran tabung udara start o Mesin siap distart 			

**SOP
 PENGOPERASIAN MESIN
 DEUTZ BV 8M 628**

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 5 dari 8



II. URUTAN PELAKSANAAN START

1. Jalankan mesin dengan menekan tombol engine start
2. Setelah mesin start / operasi atur putaran mesin 750 rpm
3. Amati tekanan dan suhu-suhu yang menunjuk pada panel kontrol mesin
4. Amati jendela lampu indikator apa saja yang menyala (direset)
5. Biarkan mesin berputar selama 5 menit untuk pemanasan
6. ON kan Eksitasi / medan penguat (S 401) / putar kekanan dan lampu de-eksitasi akan padam
7. Atur frekuensi dan tegangan generator (50 Hz dan 6 - 6,3 Kv)



**SOP
 PENGOPERASIAN MESIN
 DEUTZ BV 8M 628**

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 6 dari 8

III. URUTAN PARALEL MESIN

1. Putar kunci sinkron ke kanan (Posisi I) maka akan terlihat meter-meter pengukuran antara lain :
 - o **Double voltmeter**
 Jarum I menunjukkan tegangan bus-bar 6,3 Kv
 Jarum II menunjukkan tegangan Generator
 - o **Double frekuensi meter**
 Frekuensi I menunjukkan frekuensi bus-bar 6,3 Kv
 Frekuensi II menunjukkan frekuensi generator
 - o **Synronoscope**, jarum berputar searah/berlawanan dengan arah jarum jam bergantung pada kondisi frekuensi sistem dan generator
 - o **Lampu indikator**, bila keadaan sinkron lampu tersebut menyala paling terang.
2. Samakan tegangan dengan cara memutar slider tegangan pada panel generator
3. Samakan frekuensi dengan mengatur putaran mesin sambil mengamati jarum synronoscope
4. Atur putaran jarum synronoscope sehingga jarum sinkron berputar perlahan searah dengan jarum jam / kekanan
5. Bila tegangan dan frekuensi generator sama dengan bus-bar dan synronoscope berada pada posisi jam 12, maka segera tekan tombol ON pada panel generator untuk memasukkan VCB generator. Dengan sendirinya VCB generator akan masuk (ON) dan segera tambah kecepatan mesin untuk menarik beban sedikit, setelah itu putar kunci sinkron kekiri (posisi O)

**SOP
 PENGOPERASIAN MESIN
 DEUTZ BV 8M 628**

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 7 dari 8

IV. PENGATURAN BEBAN DAN PENGAMATAN SELAMA OPERASI

1. Menaikkan atau menurunkan beban dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan jalan mempertahankan frekuensi pada angka 50.00 Hz
2. Atur cos phi pada posisi lagging (induktif)/ 0.85 - 0.95 dengan cara memutar slider tegangan pada panel generator
3. Selama operasi lakukan pemantauan terhadap kondisi mesin (bunyi, ketukan, getaran, dan kebocoran) serta mencatat parameter - parameter yang ada pada Laporan Harian Kerja Satuan Pembangkit Diesel (Logsheet) Deutz.

V. URUTAN STOP MESIN

1. Kurangi beban pada generator yang akan di off kan (pindahkan beban generator ke generator lain dengan memutar kekiri pengatur kecepatan (S651), hingga sisa beban kurang lebih 6 % = 100 Kw
2. Bila beban sudah dikurangi hingga 100 kw maka VCB generator dapat di OFF kan
3. Normalkan putaran mesin dan biarkan berputar selama 5 menit untuk pendinginan
4. Buka kran indikator seluruh cylinder head
5. Tekan tombol Engine Stop (S 602)
6. Bila putaran telah mencapai ± 400 rpm, nyalakan pompa pelumasan awal (priming pump) pada panel alat bantu
7. Pastikan kondisi sekitar dalam keadaan aman
8. Elektromotor air pendingin jaket dan kipas ventilator akan tetap beroperasi selama ± 5 menit setelah engine distop
9. Matikan pompa pelumasan awal (priming pump)

**SOP
 PENGOPERASIAN MESIN
 DEUTZ BV 8M 628**

No. Dokumen	:
Revisi	: 0
Tanggal	:
Halaman	: 8 dari 8

VI. LAPORAN PENGOPERASIAN

Laporan pengoperasian unit dibuat sesuai dengan format yang telah ditetapkan

- Laporan harian beban mesin dan penyulang / feeder
- Laporan gangguan kalau ada
- Mengisi buku mutasi operasi.

Menyetujui:
 PLT. Manajer Unit

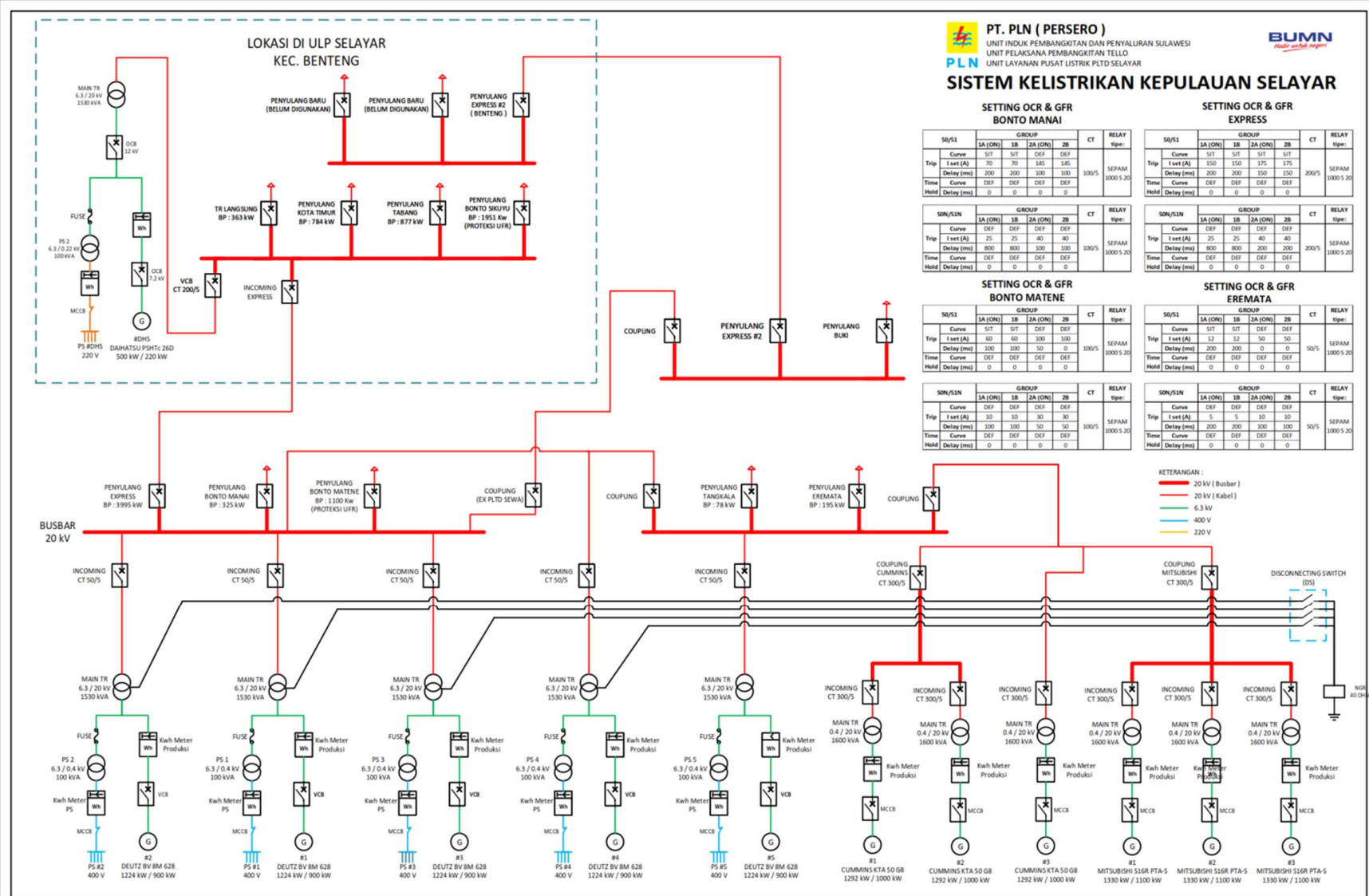


Mardi
MARDI PANDU MARDIKA

Selayar, 23 Oktober 2018
 Di buat
 PLT. Supervisor Operasi



FARID BURHANUDIN S.



PT. PLN (PERSERO)
 UNIT INDIK PEMBANGKITAN DAN PENYALURAN SULAWESI
 UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN TELLO
 UNIT LAYANAN PUSAT LISTRIK PLTD SELAYAR

PLN

BUMN
Hubungan yang tepat

SISTEM KELISTRIKAN KEPULAUAN SELAYAR

SETTING OCR & GFR BONTO MANAI

S0/S1	GROUP				CT	RELAY tipe:
	1A (ON)	1B	2A (ON)	2B		
Curve	SIT	SIT	DEF	DEF	100/5	SEPAAM 1000 S 20
Trip I set (A)	70	70	145	145		
Delay (ms)	200	200	330	330		
Time	Curve	DEF	DEF	DEF	100/5	SEPAAM 1000 S 20
Hold	0	0	0	0		

SETTING OCR & GFR BONTO MATENE

S0/S1	GROUP				CT	RELAY tipe:
	1A (ON)	1B	2A (ON)	2B		
Curve	SIT	SIT	DEF	DEF	100/5	SEPAAM 1000 S 20
Trip I set (A)	60	60	330	330		
Delay (ms)	200	200	50	50		
Time	Curve	DEF	DEF	DEF	100/5	SEPAAM 1000 S 20
Hold	0	0	0	0		

SETTING OCR & GFR EREMATA

S0/S1	GROUP				CT	RELAY tipe:
	1A (ON)	1B	2A (ON)	2B		
Curve	SIT	SIT	DEF	DEF	50/5	SEPAAM 1000 S 20
Trip I set (A)	12	12	50	50		
Delay (ms)	200	200	0	0		
Time	Curve	DEF	DEF	DEF	50/5	SEPAAM 1000 S 20
Hold	0	0	0	0		

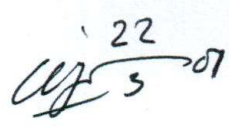
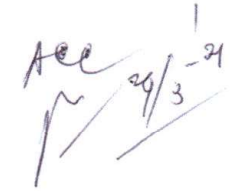
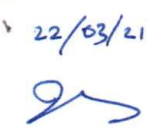
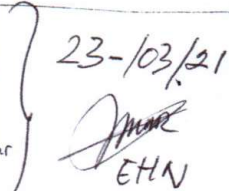
KETERANGAN :

- 20 kV (Busbar)
- 20 kV (Kabel)
- 6.3 kV
- 400 V
- 220 V

LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR

NAMA : ARTUNA PUTRA PRAYOGI
 STAMBUK : 44 215 036

Catatan Penguji :

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	DR. IR. MUHAMMAD ANSHAR, MSi	<ul style="list-style-type: none"> - Tujuan Penelitian & Pembaca - Rumusan Masalah - Cek Tabel 2.1 pada layout publikasian & Breg. - Sejalan sejulat hal. 21 table & letak dan Metode tipe & pindaian ke tujuan atau later Belakangan. hal. 20-22. - Metode Analisis Audit ditabellkan 	
2.	IR. SURYANTO, MSC, PhD	<ul style="list-style-type: none"> - Tujuan dikaitkan dengan penggunaan bahan bakar - Suplai Rp / kWh → sbg Acuan utk menentukan boms atau tidak. - Standar PTD utk brp % pnygunaan utk PS. 	
3.	A.M. SHIDDIQ YUNUS, PhD	<ul style="list-style-type: none"> - Pembaca Pembaca & bersalah - Flowchart & pembaca - Foto? Mesin DIESEL & PTD selajar - Hal. 21. Pembaca pembaca & pembaca 	
4.	IR. HERMAN NAWIR, MT	<ul style="list-style-type: none"> - Daftar Table & pembaca - Daftar Pustaka & type & satu daftar Pustaka & tujuan Pustaka. - Single line Diagram PTD selajar - Perbandingan Hasil Penelitian sbm & Sejalan Audit 	

Makassar,
 Ketua / Sekretaris Penguji Ujian Sidang,


 Herman N

NIP.

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasikan secukupnya ke bagian