

Analisa Unjuk Kerja Pltd Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada
Ulpltd Hative Kecil, Kota Ambon.



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma
empat (D-4) Program Studi Teknik Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Zabur Rante Pasak

442 18 070

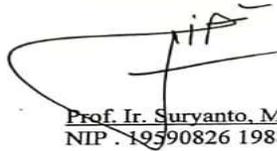
PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi dengan judul "Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon" oleh Zabur Rante Pasak NIM 442 18 070 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

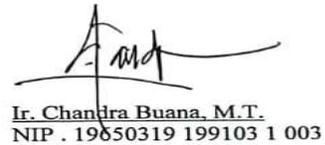
Makassar, 29 Agustus 2023

Pembimbing I,



Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.
NIP . 19590826 198803 1 002

Pembimbing II,



Ir. Chandra Buana, M.T.
NIP . 19650319 199103 1 003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D4 Teknik Pembangkit Energi

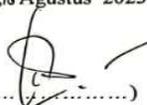
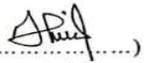
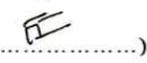
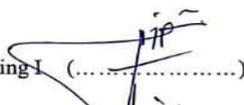


Ir. Chandra Buana, M.T.
NIP . 19650319 199103 1 003

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tim penguji seminar skripsi telah menerima hasil skripsi oleh mahasiswa Zabur Rante Pasak NIM 442 18 070 dengan judul "Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon"

Makassar, 18 Agustus 2023

| | | |
|-------------------------------------|---------------|---|
| 1. Ir. La Ode Musa, M.T. | Ketua | (..... ) |
| 2. Ir. Nur Hamzah, M.T., Ph.D. | Sekretaris | (..... ) |
| 3. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. | Anggota I | (..... ) |
| 4. Dr. Ir. Firman, M.T. | Anggota II | (..... ) |
| 5. Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. | Pembimbing I | (..... ) |
| 6. Ir. Chandra Buana, M.T. | Pembimbing II | (..... ) |

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya, penulis skripsi ini yang berjudul “Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ir. Chandra Bhuana, M.T. Selaku Ketua Program Studi D-4 Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. sebagai pembimbing I dan Ir. Chandra Bhuana, M.T. sebagai pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Pihak PT. PLN (Persero) UIW Maluku dan Maluku Utara UPK Maluku ULPLTD Poka dan ULPLTD Hative Kecil.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Seluruh Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang.

7. Kedua orang tua dan saudara yang tak kenal lelah memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil.
8. Teman-teman RPL D-4 Teknik Pembangkit Energi angkatan 2018.
9. Diri saya sendiri yang sudah berusaha untuk tidak menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini.

Tiada lain harapan penulis, semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala niat baik pada semua pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

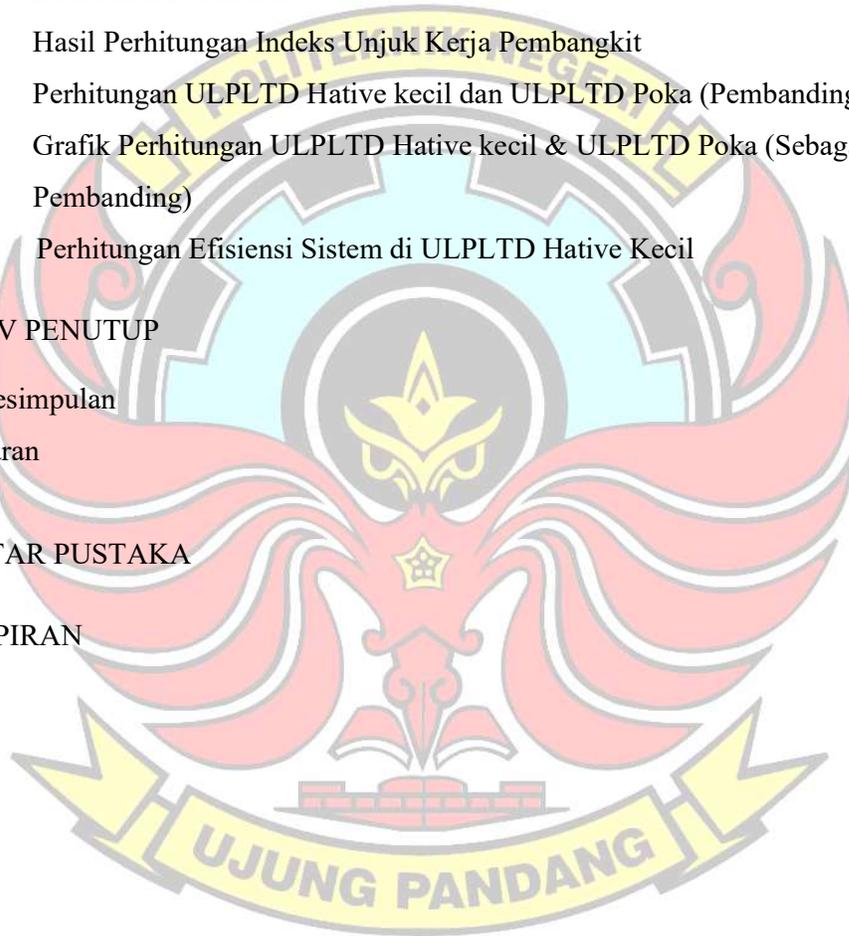
Makassar, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN PERSETUJUAN | i |
| HALAMAN PENERIMAAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| SURAT PERNYATAAN | x |
| RINGKASAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) | 5 |
| 2.2 Prinsip Kerja PLTD | 6 |
| 2.3 Pengertian Bahan Bakar B30 | 11 |
| 2.4 Mesin Diesel | 16 |
| 2.4.1 Bagian – Bagian Mesin Diesel | 19 |
| 2.4.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel | 29 |
| 2.5 Generator | 33 |
| 2.5.1 Bagian-Bagian Generator | 34 |
| 2.5.2 Prinsip Kerja Generator | 36 |
| 2.6 Unjuk Kerja Pembangkit | 37 |
| 2.6.1 Indikator Penilaian | 38 |
| 2.6.2 Rumus Perhitungan Indek Unjuk Kerja Pembangkit | 39 |

| | |
|---|----|
| BAB III METODE PENELITIAN | 41 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 41 |
| 3.2 Metode Pengambilan Data | 41 |
| 3.3 Metode Analisis Data | 42 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 43 |
| | |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 44 |
| 4.1 Data Hasil Penelitian | 44 |
| 4.2 Hasil Perhitungan Indeks Unjuk Kerja Pembangkit | 47 |
| 4.3 Perhitungan ULPLTD Hative kecil dan ULPLTD Poka (Pembanding) | 59 |
| 4.4 Grafik Perhitungan ULPLTD Hative kecil & ULPLTD Poka (Sebagai Pembanding) | 61 |
| 4.5 Perhitungan Efisiensi Sistem di ULPLTD Hative Kecil | 66 |
| | |
| BAB V PENUTUP | 70 |
| 4.1 Kesimpulan | 70 |
| 4.2 Saran | 71 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 72 |
| | |
| LAMPIRAN | 73 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Struktur Organisasi ULPLTD Hative Kecil | 10 |
| Gambar 2.1 Mesin Diesel | 10 |
| Gambar 2.2 Silinder Mesin | 11 |
| Gambar 2.3 Kepala Silinder | 12 |
| Gambar 2.4 Piston | 15 |
| Gambar 2.5 Batang Torak | 16 |
| Gambar 2.6 Poros Engkol | 17 |
| Gambar 2.7 Flywheel | 18 |
| Gambar 2.8 Poros Nok | 18 |
| Gambar 2.9 Tangki Bahan Bakar | 19 |
| Gambar 2.10 Pompa Bahan Bakar | 20 |
| Gambar 2.11 Saringan Bahan Bakar | 20 |
| Gambar 2.12 Pompa Injeksi | 21 |
| Gambar 2.13 Governor | 21 |
| Gambar 2.14 Injector | 22 |
| Gambar 2.15 Sistem Kerja Piston | 24 |

Gambar 2.16 Mesin Generator

27

Gambar 2.17 Bagian-bagian Generator

28

Gambar 2.18 Prinsip Kerja Generator

29



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 Data 2 Mesin SWD 6TM 410 di ULPLTD Hative Kecil | 44 |
| Tabel 4.2 Data 2 Mesin di ULPLTD Poka sebagai Perbandingan | 45 |
| Tabel 4.3 Hasil perhitungan di ULPLTD Hative Kecil | 59 |
| Tabel 4.4 Tabel hasil perhitungan di ULPLTD Poka (Sebagai Pembanding) | 60 |
| Tabel 4.5 Hasil perhitungan Efisiensi Sistem di ULPLTD Hative Kecil | 68 |



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zabur Rante Pasak

NIM : 442 18 070

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini, yang berjudul "Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon" merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, Agustus 2023



Zabur Rante Pasak
NIM 442 18 070

x

RINGKASAN

Dalam mengatasi kebutuhan pasokan energi listrik di kota Ambon didirikanlah ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon yang memiliki kapasitas 4,2 MW dan menggunakan bahan bakar biodiesel (B30), Jadi ULPLTD Hative Kecil itu dikendalikan secara administrasi dari ULPLTD Poka sehingga proses bisnisnya itu diatur dari ULPLTD Poka, di ULPLTD Hative Kecil ada 5 *Engine* tapi 3 *Engine* sudah *break down*, jadi tinggal 2 *Engine* yang beroperasi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukanlah analisis unjuk kerja PLTD Berbahan Bakar campuran biodiesel (B30) pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis unjuk kerja parameter seperti nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*), Faktor Produktivitas (*Output Factor*), Faktor Beban (*Load Factor*), Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*), Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Oil Comsumption*) dan Eff Sistem (*Eff Sistem*) dimana nanti menggunakan dua data sebagai pembanding.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian dengan cara menganalisis data histori dari ULPLTD Hative Kecil yang diambil secara perbulan dalam periode 1 tahun, menggunakan analisis numerik, setelah data didapat kemudian dihitunglah parameter nilai tersebut antara lain nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*), Faktor Produktivitas (*Output Factor*), Faktor Beban (*Load Factor*), Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*), Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Oil Comsumption*) dan Eff Sistem (*Eff Sistem*) dengan menggunakan persamaan yang ada.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

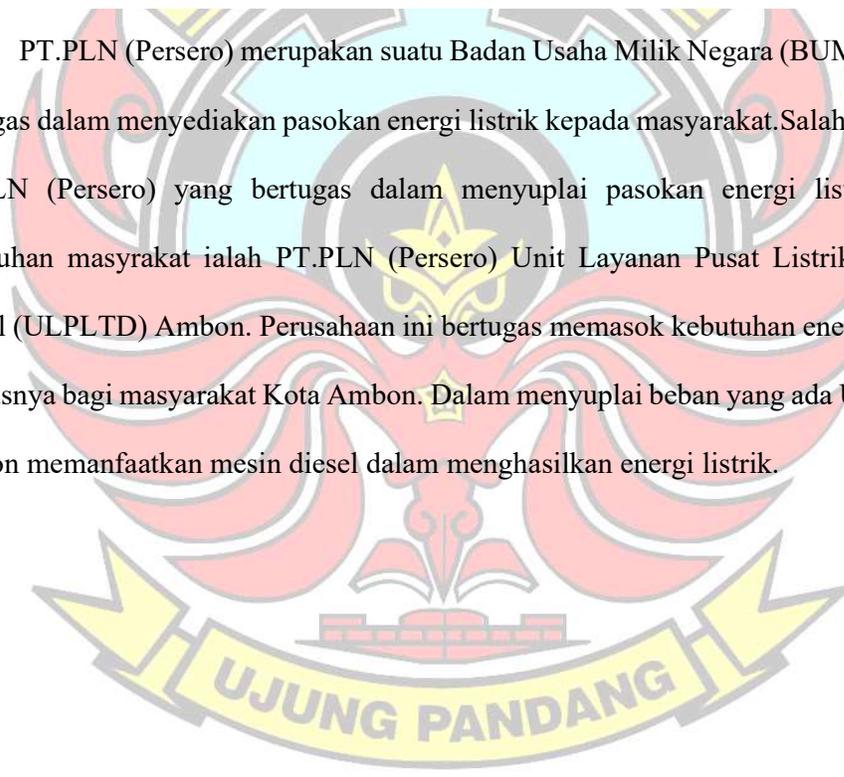
Mengingat kebutuhan masyarakat akan energi listrik yang cukup tinggi pada masa sekarang ini maka sangat dibutuhkan pusat-pusat tenaga listrik (*Power Plant*) untuk menyediakan energi listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pusat tenaga listrik tersebut dapat berupa Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), dan lain-lain.

Pada zaman modern ini listrik sudah menjadi hal yang sangat diutamakan atau dibutuhkan manusia tak bisa lepas dengan energi listrik. Listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan utama kehidupan sehari-hari.

Beberapa tahun belakangan ini pemerintah Indonesia telah berkomitmen menggunakan biodiesel sebagai salah satu alternatif bahan bakar minyak (BBM) ramah lingkungan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Program nyatanya adalah peresmian Biodiesel 30 Persen (B30) oleh Presiden Joko Widodo pada akhir 2019. Presiden Jokowi saat ini menegaskan bahwa kehadiran B30 untuk mengurangi impor migas dan menekan ketergantungan bahan bakar fosil dengan memanfaatkan kelapa sawit yang melimpah ruah di Indonesia. Kepala Badan Pengembangan SDM Energi

dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM Wiratmaja mengatakan, impor minyak Indonesia saat ini sekitar 800.000 barel per hari dari konsumsi total 1,5-1,6 juta barel “Jika program biodiesel ini berkembang, Indonesia bukan mengimpor BBM, namun dapat mengekspor biofuel karena termasuk jenis BBM bersih, ramah lingkungan, dan tentu ini dapat terus diperbarui,” sebutnya, dalam sebuah diskusi virtual yang diadakan Kementerian ESDM. B30 adalah BBM campuran 30% minyak kelapa sawit dan 70% solar untuk mesin diesel.

PT.PLN (Persero) merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bertugas dalam menyediakan pasokan energi listrik kepada masyarakat. Salah satu unit PT.PLN (Persero) yang bertugas dalam menyuplai pasokan energi listrik bagi kebutuhan masyarakat ialah PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Diesel (ULPLTD) Ambon. Perusahaan ini bertugas memasok kebutuhan energi listrik khususnya bagi masyarakat Kota Ambon. Dalam menyuplai beban yang ada ULPLTD Ambon memanfaatkan mesin diesel dalam menghasilkan energi listrik.



Permintaan kebutuhan energi listrik di Kota Ambon cenderung terus meningkat karena peningkatan jumlah penduduknya dan pertumbuhan ekonomi setiap tahunnya yang terus bertambah. Setiap sektor baik itu sektor residensial, komersial, publik maupun industri akan terus membutuhkan pertambahan pasokan energi listrik untuk kelangsungan aktivitasnya,. Maka untuk mengatasi hal tersebut didirikanlah ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon yang memiliki kapasitas 4,2 MW dan menggunakan bahan bakar biodiesel (B30). ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon menyuplai listrik ke beberapa tempat antara lain Wilayah Karang Panjang, Desa Ahuru, Tantai Atas dan Rijali. Jadi ULPLTD Hative Kecil itu dikendalikan secara administrasi dari ULPLTD Poka sehingga proses bisnisnya itu diatur dari ULPLTD Poka, di ULPLTD Hative Kecil ada 5 *Engine* tapi 3 *Engine* sudah *break down*, jadi tinggal 2 *Engine* yang beroperasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukanlah analisis unjuk kerja PLTD Berbahan Bakar campuran biodiesel (B30) pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Bagaimana analisis unjuk kerja ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon yang ditinjau dari nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*), Faktor Produktivitas (*Output Factor*), Faktor Beban (*Load Factor*), Faktor Ketersediaan (*Availability*

Factor), Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Spesific Fuel Oil Comsumption*) dan *Eff Sistem* ?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup adalah suatu batasan masalah yang akan dibahas. Adapun yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

Pengevaluasian analisis unjuk kerja pada PLTD Hative Kecil, Kota Ambon yang akan dilakukan ialah mengambil data :

Capacity Factor (CF), *Output Factor (OF)*, *Load Factor (LF)*, *Availability Factor (AF)*, *Specific Fuel Oil Consumption (SFC)* dan *Eff Sistem*.

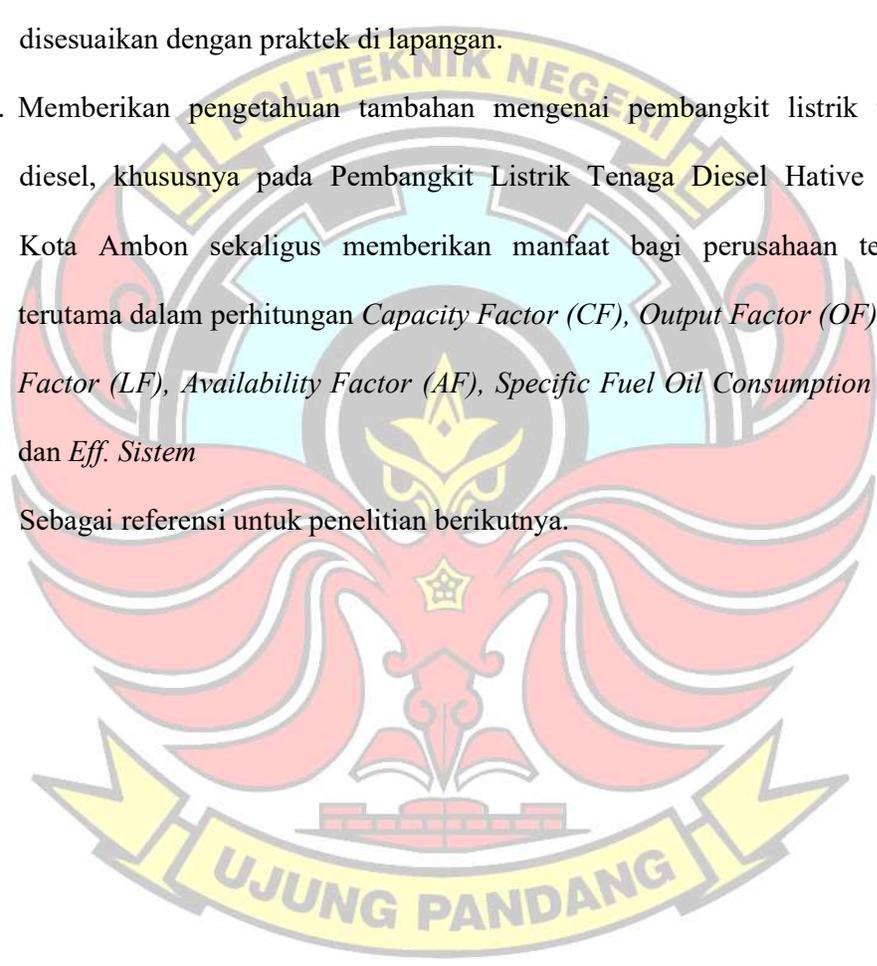
1.4 Tujuan Penelitian

Menimbang dari rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah: Mengetahui analisis unjuk kerja pada PLTD Hative Kecil, Kota Ambon berdasarkan parameter nilai dari *Capacity Factor (CF)*, *Output Factor (OF)*, *Load Factor (LF)*, *Availability Factor (AF)*, *Specific Fuel Oil Consumption (SFC)* dan *Eff Sistem*

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini penulis berharap dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan bagi mahasiswa mengenai teori analisis kinerja suatu pembangkit listrik tenaga diesel yang dipelajari selama ini yang kemudian disesuaikan dengan praktek di lapangan.
2. Memberikan pengetahuan tambahan mengenai pembangkit listrik tenaga diesel, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Kota Ambon sekaligus memberikan manfaat bagi perusahaan tersebut terutama dalam perhitungan *Capacity Factor (CF)*, *Output Factor (OF)*, *Load Factor (LF)*, *Availability Factor (AF)*, *Specific Fuel Oil Consumption (SFC)* dan *Eff. Sistem*
3. Sebagai referensi untuk penelitian berikutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ialah pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (*prime mover*). *Prime mover* merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Mesin diesel sebagai penggerak mula PLTD berfungsi menghasilkan tenaga mekanis yang dipergunakan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel energi bahan bakar diubah menjadi energi mekanik dengan proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri. Yang dimaksud dengan unit PLTD adalah kestuan peralatan-peralatan utama dan alat-alat bantu serta perlengkapannya yang tersusun dalam hubungan kerja, membentuk sistem yang mengubah energi yang terkandung di dalam bahan bakar minyak menjadi tenaga mekanis dengan menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utamanya dan seterusnya tenaga mekanis tersebut oleh generator diubah menjadi tenaga listrik. (Wijana, M., Triadi, A. A., & Anwar, L.S. 2016).

Unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel merupakan unit pembangkitan yang tersusun dalam sistem kerja untuk mengubah energi bahan bakar minyak menjadi energi mekanis dengan menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utamanya dan seterusnya, energi mekanis tersebut diubah oleh generator menjadi energi listrik. (Timotius. 2007).

Proses pembakaran pada mesin diesel tidak menghasilkan pembakaran yang sempurna. Efisiensi PLTD sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar, hal ini disebabkan biaya yang terbesar dalam pengoperasian PLTD adalah biaya bahan bakar ($\pm 70\%$ dari keseluruhan biaya operasional). Hal inilah yang menyebabkan efisiensi pembangkit jenis ini rendah, lebih kecil dari 50 %.

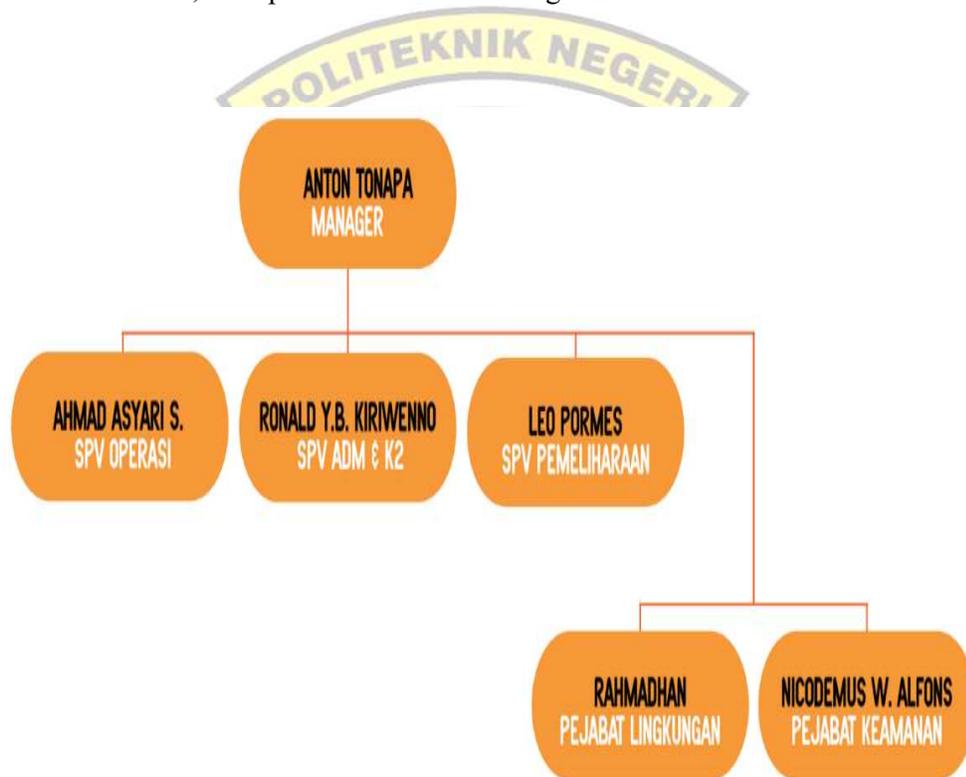
ULPLTD Hative Kecil berlokasi di Jalan Kapten Piere Tendean No. 4 Ambon. Berdiri tahun 1975 dan mulai operasi tahun 1977 dengan 2 unit mesin SWD 6 TM 410 RR dengan daya terpasang masing - masing 2.296 KW. Selanjutnya bertahap pada tahun 1983 dan 1987 dilakukan penambahan mesin yang terdiri dari mesin SWD 6 TM 410 RR yang mempunyai daya terpasang sebesar 3.280 KW dan mesin SWD 12 TM 410 RR dengan daya terpasang sebesar 6.560 KW. Kondisi saat ini mesin SWD dengan type 12 TM 410 telah masuk ke dalam usulan ATTB. Dalam memenuhi kebutuhan di sistem Ambon, kebutuhan daya dibantu oleh suplai daya dari Marine Vessel Power Plant (MVPP).

Wilayah Kerja

Total panjang jaringan yang dapat dilayani yaitu 132 Kms yang dibagi melalui tujuh (7) penyulang, meliputi :

- Tantai Atas; panjang jaringan 36 Kms dan beban sebesar 4.1 MW
- Karpan-1; memiliki panjang jaringan 33 Kms dan beban sebesar 5.9 MW
- Rijali; dengan panjang jaringan 17 Kms serta beban mencapai 5.5 MW
- Ekspres; panjang jaringan 20 Kms dan beban sebesar 5.9 MW
- Karpan-2; panjang jaringan 20 Kms dan beban sebesar 4.1 MW

- Lateri-1; dengan panjang jaringan 5 Kms serta beban sebesar 1 MW
- Maluku City Mall (MCM); panjang jaringan 1 Kms dengan beban 1.3 MW
- Lateri-2; merupakan interkoneksi dengan Gardu Induk Passo
- Lateri-3; merupakan interkoneksi dengan Gardu Induk Passo
- Manusela ; merupakan interkoneksi dengan Gardu Induk Manusela



1.1 Struktur Organisasi ULPLTD Hative Kecil.

2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

Bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar dipompakan ke dalam 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.

Sedangkan jika bahan bakar adalah bahan bakar gas (BBG) maka dari *daily tank* dipompakan ke *conversion kit* (pengatur tekanan gas) untuk diatur tekanannya. Menggunakan kompresor udara bersih dimasukan ke dalam tangki udara *start* melalui saluran masuk (*intake manifold*) kemudian dialirkan ke *turbocharger*. Di dalam *turbocharger* tekanan dan temperatur udara dinaikan terlebih dahulu. Udara yang dialirkan pada umumnya sebesar 500 psi dengan suhu mencapai $\pm 600^{\circ}\text{C}$.

Udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi dimasukan ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Bahan bakar dari *conversion kit* (untuk BBG) atau *nozzel* (untuk BBM) kemudian diinjeksikan ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*).

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.

Ledakan pada ruang bakar tersebut menggerak torak/piston yang kemudian pada poros engkol dirubah menjadi energi 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.

Poros engkol mesin diesel digunakan untuk menggerakkan poros rotor generator. Oleh generator energi mekanis ini dirubah menjadi energi listrik sehingga terjadi gaya gerak listrik (ggl). Gaya gerak listrik yang terbentuk di sini merupakan bentuk hukum Faraday yang terjadi di dunia nyata.

Adapun bunyi hukum *Faraday* adalah sebagai berikut:

Jika terdapat penghantar (konduktor) listrik berada di dalam medan magnet yang terus berubah serta memotong garis gaya magnetnya, maka konduktor akan diinduksi oleh gaya gerak listrik (GGL). Itulah Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).

2.3 Pengertian Bahan Bakar B (30)

Solar adalah salah satu jenis bahan bakar yang dibuat dengan mengolah fraksi minyak bumi, yang dihasilkan dengan cara memisahkan minyak bumi dari fraksinya melalui proses distilasi yang kemudian menghasilkan fraksi Solar dengan titik didih 250 derajat Celcius hingga 300 derajat Celcius. Adapun contoh dari Solar adalah seperti Solar Industri. Solar itu sendiri adalah bahan bakar yang

dikenal dan juga dianggap mudah terbakar, yang biasanya digunakan untuk menjalankan mesin diesel, di mana pada mesin diesel bahan bakar tidak ditiup oleh percikan api, tetapi oleh udara bertekanan panas di dalam silinder dinyalakan, melepaskan bahan bakar di bawah tekanan panas ke udara. Untuk contoh dari Solar itu sendiri bisa berupa Biosolar, di mana Biosolar itu bisa berupa Biosolar B30, kemudian mengenai bagaimana Biosolar B30 dibuat akan dibahas nantinya. Sebelum menjelaskan mengenai bagaimana Biosolar B30 dibuat, terlebih dahulu dijelaskan beberapa karakteristik secara umum mengenai Solar itu sendiri, antara lain seperti:

1. Tidak berwarna atau bisa juga berwarna kuning dan berbau,
2. Tidak dapat menguap pada suhu normal,
3. Kandungan belerangnya lebih tinggi dari bensin dan coroxin,
4. Titik aktual atau titik nyala sekitar 40 derajat Celcius hingga 100 derajat Celcius,
5. Dapat menyala sendiri pada suhu 300 derajat Celcius,
6. Dapat menghasilkan panas yang banyak, sekitar 10.500 kcal/kg.

Kemudian ada beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk menentukan kualitas Solar sendiri, yaitu:

1. Mudah terbakar,
2. Tidak mudah berubah bentuk menjadi membeku atau memadat meski dalam suhu dingin.
3. Dapat menjalankan mesin dengan lancar dan memiliki sifat anti ketukan,

4. Viskositasnya harus cukup untuk disemprotkan dengan alat-alat pada mesin,
5. Tetap stabil, mis. tidak mengalami perubahan struktur, bentuk, warna selama penyimpanan,
6. Memiliki kandungan sulfur yang sangat rendah, semakin rendah semakin baik, sehingga tidak akan berdampak buruk pada mesin diesel dan tidak akan menimbulkan banyak polusi.

Selain Solar, terdapat juga Biosolar. Meski demikian, terdapat beberapa perbedaan dari Solar dan Biosolar itu, di antaranya seperti:

1. Energi yang terkandung

Tercipta dari beberapa ragam bahan yang memang berbeda, mengakibatkan kandungan energi dari Solar dan Biosolar memiliki perbedaan di antara keduanya. Karena Biosolar tercipta dari tumbuhan, maka Biosolar memiliki kandungan energi yang lebih kecil di dalamnya bila dibandingkan dengan bahan bakar Solar. Dengan perbandingan sebesar 11 persen, maka bisa dipastikan bahwa kandungan energi yang ada di dalam Solar lebih banyak dari Biosolar. Meskipun begitu, tetap saja usaha untuk dapat menciptakan olahan Biosolar yang lebih baik masih akan terus dikembangkan untuk dapat meningkatkan kandungan energi di dalamnya.

2. Tingkat sulfur

Belerang atau juga sulfur adalah merupakan suatu unsur non-logam yang memiliki bentuk zat padat kristalin berwarna kuning yang tidak memiliki

rasa. Adapun sulfur itu sendiri merupakan unsur yang paling penting untuk dapat menciptakan proses pembakaran. Sulfur itu sendiri sangat banyak dipergunakan sebagai campuran di dalam penggunaan pada bubuk mesiu dan juga korek api.

Pada Biosolar, tingkat kandungan sulfur jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar sulfur yang ada pada Solar. Hal tersebut kemudian membuktikan dan juga sekaligus menjadikan bahwa Biosolar memiliki kandungan energi eksplosif yang lebih rendah bila dibandingkan dengan yang ada pada produk Solar.

Namun, karena adanya kandungan sulfur yang memang lebih rendah, maka Biosolar akan cenderung lebih ramah pada lingkungan karena tingkat kadar sulfur yang begitu rendah akan menghasilkan lebih sedikit karbondioksida. Berbeda dengan produk Solar di mana memiliki tingkat kadar sulfur yang sangat tinggi, maka Solar menghasilkan banyak karbondioksida. Oleh karena itu, Solar tergolong ke dalam salah satu dari penyebab terjadinya polusi udara.

3. Kekuatan dari proses oksidasi

Proses oksidasi itu sendiri adalah suatu proses dari lepasnya elektron yang ada di dalam sebuah molekul karena adanya pengikatan dengan oksigen. Pada saat pengolahan bahan bakar, proses oksidasi berperan dalam proses menciptakan sumber energi untuk dapat melakukan proses pembakaran.

Dikarenakan Biosolar itu sendiri memiliki kadar sulfur yang begitu jauh lebih rendah, maka proses dari oksidasi pada Biosolar pun cenderung lebih lemah. Bukan hanya itu, adanya proses oksidasi yang lemah juga akan cenderung dapat mengakibatkan penyumbatan pada beberapa bagian mesin.

Perlu diketahui bersama juga bahwa, Biosolar sebagai energi alternatif, tidak seratus persen sempurna yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar pokok. Oleh karena itu, Biosolar disebut juga sebagai sumber energi alternatif ataupun sumber energi cadangan ataupun pengganti. Dibalik dari kelebihan dan juga kekurangan yang dimiliki oleh Biosolar, sumber energi alternatif Biosolar memiliki beragam potensi yang sangat cukup kuat untuk dapat terus dikembangkan nantinya.

Di mana dalam beberapa tahun kedepan nantinya, kebutuhan manusia akan adanya minyak bumi akan semakin bertambah setiap waktunya, namun untuk ketersediaan dari minyak bumi itu sendiri semakin menipis seiring dengan berjalannya waktu. Oleh karena itu, proses pengembangan dan juga penggunaan Biosolar dinilai sangat penting, khususnya bagi kehidupan setiap manusia di masa yang akan datang.

Penjelasan paling sederhana untuk dapat menjelaskan perbedaan antara Solar dan Biosolar adalah dari bahan dasar pembuatannya. Solar atau di dalam bahasa Inggris disebut sebagai diesel, ialah terbuat dari bahan dasar fosil yaitu berupa minyak bumi. Sedangkan untuk Biosolar, yaitu terbuat dari bahan dasar yang terbentuk dari tumbuhan.

Adapun untuk Biosolar B30 itu adalah suatu jenis bahan bakar yang terdiri dari campuran Solar yaitu minyak solar dan juga Biodiesel dengan adanya perbandingan 70:30. Artinya, 30 persen dari campuran tersebut merupakan terdiri dari bahan bakar yang berasal dari sumber nabati atau organik, seperti dari minyak kelapa sawit, jarak, ataupun dari beragam bahan organik lainnya. Biosolar B30 ini diperkenalkan sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Keuntungan lain dari penggunaan Biosolar B30 adalah dari emisi gas buang yang lebih rendah, sehingga kemudian Biosolar B30 dapat membantu mengurangi polusi udara.

Nilai Kalor Bahan Bakar B (30) di ULPLTD Hative Kecil :

Attachment
To Report No. 18714/CNBPA
Date: December 20, 2022

Page 1 of 1

Phone/Fax: +62 21 88321176/021 88321166
Jl. Arteri Tol Cibitung No. 1, Cibitung Bekasi 17520, Indonesia
Email: cs.cbt@sucofindo.co.id

ISSUING OFFICE:
SUCOFINDO

REPORT OF ANALYSIS

| Parameters | Units | Results | Specifications B30 CN 48 ^{*)} | | Methods |
|--|--------------------|-----------------|--|----------------|----------------------|
| | | | Min | Max | |
| - Calculated Cetane Index | - | 50.3 | 45 | - | ASTM D4737-21 |
| - Density at 15 °C | kg/m ³ | 857.0 | 815 | 880 | ASTM D4052-22 |
| - Kinematic Viscosity at 40 °C | mm ² /s | 3.714 | 2 | 5 | ASTM D445-21e1 |
| - Sulfur Content | % wt | 0.073 | - | 0.2 | ASTM D4294-21 |
| - Distillation | | | | | |
| Temperature at 90% vol | °C | 340.8 | - | 370 | ASTM D86-20b (Auto) |
| - Flash Point PMcc | °C | 66.0 | 52 | - | ASTM D93-20 |
| - Pour Point | °C | +3 | - | 18 | ASTM D97-17b |
| - Carbon Residue | % wt | 0.01 | - | 0.1 | ASTM D4530-15 (2020) |
| - Water Content | mg/kg | 284 | - | 425 | ASTM D6304-20 |
| - FAME Content | % vol | 30.89 | 30 ^{**)} | - | ASTM D7371-14 |
| - Copper Strip Corrosion | Class | 1a | - | Class 1 | ASTM D130-19 |
| - Ash Content | % wt | 0.002 | - | 0.01 | ASTM D482-19 |
| - Sediment Content | % wt | 0 | - | 0.01 | ASTM D473-22 |
| - Strong Acid Number | mg KOH/g | 6 | - | 0 | ASTM D974-21 |
| - Total Acid Number | mg KOH/g | 0.15 | - | 0.6 | ASTM D664-18e2 |
| - Visual Appearance | - | Clear & Bright | Clear & Bright | Clear & Bright | Visual |
| - Color ASTM | No. ASTM | 2.5 | - | 3.0 | ASTM D1500-12 (2017) |
| - Oxidation Stability at 140 °C by RSSOT | Minutes | Greater than 60 | 45 | - | ASTM D7545-14 |
| - Calorific Value, Gross | kJ/kg | 43803 | - | - | ASTM D240-19 |
| - Calorific Value, Net | kJ/kg | 41541 | - | - | ASTM D240-19 |

*) SK. Dirjen Migas No. 146.K/10/DJM/2020
**) Permen ESDM No. 12/2015

Nilai kalor Bahan Bakar B(30) di ULPLTD Hative Kecil adalah **41.541 kJ/kg**

2.4 Mesin Diesel

Mesin diesel adalah motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan / dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran. Pembakaran

yang berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar. Tekanan ini mendorong piston ke bawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. Sesuai dengan gerakan piston untuk mendapatkan satu kali proses tersebut. (Samlawi, 2015).



Gambar 2.1 Mesin Diesel

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

2.4.1 Bagian – Bagian Mesin Diesel

Mesin diesel yang dimanfaatkan sebagai penggerak mula pada PLTD terdiri atas beberapa bagian yang memiliki fungsinya masing-masing. Menurut Maryono (2019:9) komponen mesin diesel secara garis besar dimana mesin diesel terdiri atas silinder mesin, kepala mesin, torak atau piston, batang torak, poros engkol, *flywheel*, poros nok, karter atau bak engkol, dan sistem bahan bakar.

1. Silinder Mesin

Silinder adalah, tempat dimana bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dalam silinder dibentuk dengan lapisan liner atau selongsong (sleeve). Diameter dalam silinder disebut lubang (bore) .



Gambar 2.2 Silinder Mesin

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

2. Kepala Silinder (*Cylinder Head*) dan *Cylinder Linier*

Cylinder head adalah komponen penutup blok silinder yang bertugas menutup rongga silinder, dimana ruang yang ditutup tersebut adalah ruang pembakaran. Sehingga, dengan adanya penutup ini maka pembakaran bisa terjadi. Apabila blok silinder disebut sebagai base engine part atau komponen basic mesin, maka cylinder head disebut second base karena komponen ini juga menjadi basis beberapa komponen yang ada pada mesin bagian atas (Hadi,2016).



Gambar 2.3 Kepala Silinder

Sumber: Foto ULPLTD Hative Kecil

3. Torak Mesin Diesel (Piston)

Torak (piston) dan ada juga yang menyebut “*seher*” adalah komponen mesin untuk mengubah atau mentransfer tekanan pembakaran yang menjadi gerak lurus (*sliding*) yang selanjutnya dengan perantara pena torak, batang torak dan poros engkol, gerak lurus dari torak tersebut diubah menjadi gerak berputar.

Fungsi dari torak adalah :

- Untuk menghisap udara
- Untuk memampatkan udara
- Untuk menerima dan meneruskan tenaga hasil pembakaran ke poros engkol melalui batang pemutar (*connecting rod*)
- Untuk membuang gas sisa pembakaran

Torak pada umumnya terbuat dari bahan baja aluminium tuang. Ukuran torak pada bagian atas lebih kecil dari pada bagian bawahnya. Hal ini dimaksudkan karena

bagian atas torak lebih banyak menerima panas dan apabila torak telah mencapai suhu kerja, maka bagian yang kecil tersebut akan memuai sehingga bagian atas serta bawah torak menjadi sama. Pada bagian tengah torak terdapat pena torak (piston pin) yang terbuat dari baja campuran dan berfungsi untuk menghubungkan torak dengan batang pemutar (*connecting rod*). Torak merupakan bagian (*parts*) dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima tekanan hasil pembakaran pada ruang bakar. Piston terhubung ke poros engkol (*crankshaft*) melalui batang piston (*connecting rod*). Material piston umumnya terbuat dari bahan yang ringan dan tahan tekanan, misal aluminium yang sudah dicampur bahan tertentu (*aluminium alloy*), atau bahan tempa yang kuat dan ringan. Dikarenakan bahan tersebut maka piston memiliki muai yang lebih besar dibandingkan dengan rumahnya (*cylinder blok*). Hal tersebut harus diantisipasi dengan clearance cylinder blok dan piston (selisih diameter piston dengan diameter *cylinder blok*). *Clearance* ini bervariasi untuk masing-masing piston. Banyak yang salah pengertian di antara pada mekanik bahwa piston harus sesak atau pas dengan *cylinder blok*. Hal ini mengakibatkan seringnya terjadi macet (*jammed*) pada saat mesin panas (*overheat*). Seharusnya piston longgar terhadap *cylinder blok*. Banyak orang mengira bentuk dari piston adalah bulat. Sesungguhnya bentuk piston adalah oval dengan bagian terkecil terletak didaerah lubang pin piston. Bagian atas dari piston (tempat ring piston) selalu lebih kecil dari bagian bawah piston (bagian ekor). Pada saat dimasukkan ke dalam *cylinder blok* (yang berbentuk bulat sempurna), bentuk oval dari piston ini akan mengakibatkan bagian yang lebih kecil terlihat lebih renggang. Piston di dalam silinder mesin akan selalu menerima temperatur dan tekanan yang tinggi. Piston terdorong

sebagai akibat dari ekspansi tekanan sebagai hasil dari pembakaran. Gerakan langkah yang dilakukan piston bisa mencapai 2400 kali atau pun bisa lebih setiap menitnya. Setiap temperatur yang diterima oleh piston berbeda-beda dan pengaruh panas juga berbeda dari setiap permukaan ke permukaan lainnya. Pada saat piston bekerja yang terjadi adalah pemuaiian udara panas sehingga tekanan tersebut mengandung tenaga yang sangat besar. Pergerakan yang terjadi pada piston yaitu dari TMA ke TMB sebagai gerak lurus, selanjutnya piston akan kembali ke TMA yang akan membuang gas bekas pembakaran. Pergerakan naik turun yang terjadi pada piston sangat cepat dalam melayani proses motor yang terdiri langkah pengisian, kompresi, usaha dan pembuangan gas bekas pembakaran.



Gambar 2.4 Piston

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

4. Batang Torak (*Connecting Rod*)

Batang Torak (*Connecting Rod*) berfungsi menghubungkan piston dengan poros engkol dan batang piston meneruskan gerakan piston ke poros engkol. Dimana gerak bolak-balik piston dalam ruang silinder diteruskan oleh batang piston menjadi gerak putaran (*rotary*) pada poros engkol. Ini berarti jika piston bergerak naik turun, poros engkol akan berputar. Ujung sebelah atas di mana ada pena piston dinamakan ujung kecil (*small end*) batang piston dan ujung bagian bawahnya disebut ujung besar (*big end*). Di ujung kecil batang piston ada yang dilengkapi dengan memakai bantalan peluru dan dilengkapi lagi dengan logam perunggu atau *bush bearing*. Ujung besarnya dihubungkan dengan penyeimbang poros engkol melalui king pin dan bantalan peluru. Pada umumnya panjang batang penggerak kira-kira sebesar dua kali langkah gerak torak. Batang torak dibuat dari bahan baja atau besi tuang. Pada *connecting rod* terdapat *oil hole* yang berfungsi untuk memercikkan oli untuk melumasi.



Gambar 2.5 Batang Torak

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

5. Poros Engkol (*Cranksahft*)

Poros engkol pada mesin diesel berfungsi untuk mengubah gerak bolak-balik torak menjadi gerak putar melalui batang torak. Poros engkol terdiri dari pena engkol, jurnal engkol dan lengan engkol yang ditempa dari baja karbon atau baja khusus. . Poros engkol terletak diantara blok silinder dan bak oli yang terhubung langsung dengan *flywheel*. Prinsip kerja komponen ini yaitu poros engkol berputar dan diteruskan ke *flywheel*. Konstruksi poros engkol ditentukan dengan oleh jumlah silinder dan urutan pengapian (*firing order*).



Gambar 2.6 Poros Engkol

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

6. *Flywheel*

flywheel merupakan bagian mesin diesel yang digunakan untuk menyimpan energi rotasi. Momen inersia yang dimiliki *flywheel* mampu menahan perubahan kecepatan rotasi. Prinsip kerja komponen ini adalah

menyimpan energi yang sebanding dengan kuadrat kecepatan rotasi. Energi tersebut disalurkan menggunakan torsi sehingga meningkatkan kecepatan rotasi. Namun demikian, ketika melepaskan energi yang disimpan dan melakukan torsi ke beban mekanis *flywheel* akan mengurangi kecepatan rotasi.



Gambar 2.7 Flywheel

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

7. Poros Nok (*Camshaft*)

Poros nok atau *camshaft* merupakan komponen yang berfungsi membuka dan menutup katup. Pada poros nok terdapat noken as yang digunakan untuk mengatur membuka dan menutup katup. Katup ini terdiri atas katup isap dan katup buang.



Gambar 2.8 Poros Nok
Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

8. Sistem Bahan Bakar

Bagian mesin diesel yang terpenting adalah sistem bahan bakar. Sistem ini mempengaruhi suplai bahan bakar yang bertekanan tinggi ke dalam silinder mesin diesel. Adapun komponen-komponen sistem bahan bakar mesin diesel adalah sebagai berikut.

a. Tangki Bahan Bakar

Komponen ini berfungsi sebagai penampung bahan bakar diesel. Tangki bahan bakar memiliki ukuran dan kapasitas bermacam-macam.



Gambar 2.9 Tangki Bahan Bakar
Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

b. Pompa Bahan Bakar

Pompa pengalir atau pompa bahan bakar berfungsi mengisap bahan bakar dari tangki dan menekannya melalui saringan bahan bakar. Selanjutnya bahan bakar ini dialirkan ke ruang pompa injeksi.



Gambar 2.10 Pompa Bahan Bakar
Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

c. Saringan Bahan Bakar

Bahan bakar mesin diesel seperti solar cenderung kurang higienis dari kotoran atau air. Air yang masuk pada komponen pompa menyebabkan korosi sehingga pengabutannya terganggu. Oleh karena itu, diperlukan penyaringan bahan bakar sampai bersih.



Gambar 2.11 Saringan Bahan Bakar
Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

d. Pompa Injeksi

Pompa injeksi berfungsi sebagai penekan bahan bakar dengan tekanan yang cukup melalui elemen pompa.



Gambar 2.12 Pompa Injeksi
Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

e. Governor

Governor merupakan komponen yang berfungsi mengatur perputaran mesin. Caranya dengan mengatur volume bahan bakar yang akan disemprotkan.



Gambar 2.13 Governor

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

f. Injektor

Injektor bahan bakar dikenal sebagai pengabut. Injektor menyemprotkan bahan bakar dengan pressure tinggi yang dipompakan oleh injection pump (Indonesia Learning Centre, 2016. *Basic Course Diesel Engine*, Malang).



Gambar 2.14 Injektor

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

2.4.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel

Menurut Achmad Kusairi Samlawi (2015:7), pembakaran yang berupa ledakan akan menghasilkan panas mendadak naik dan tekanan menjadi tinggi didalam ruang bakar .Tekanan ini mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. Sesuai dengan gerakan piston untuk mendapatkan satu kali proses tersebut maka mesin diesel tersebut dibagi dalam 2 macam :

- Mesin diesel 4 langkah ialah : Mesin diesel dimana setiap satu kali proses usaha terjadi 4 (empat) kali langkah piston atau 2 kali putaran poros engkol.
- Mesin diesel 2 langkah ialah : Mesin diesel dimana setiap satu kali proses usaha terjadi 2 (dua) kali langkah piston atau satu kali putaran poros engkol.

Adapun prinsip kerja mesin diesel empat langkah ialah sebagai berikut.

1. Langkah Isap

Langkah kerja pertama mesin diesel empat langkah adalah langkah isap yang dilakukan oleh piston.Piston atau torak bergerak ke bawah atau bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju ke titik mati bawah (TMB). Akibatnya, di dalam silinder terjadi proses pemvakuman udara. Oleh karena itu, udara akan masuk atau terisap ke ruang silinder. Pada proses ini katup isap membuka dan katup buang menutup.

2. Langkah Kompresi

Udara yang masuk di ruang silinder pada langkah kerja pertama ditekan oleh piston menuju titik mati atas (TMA).Kompresi ini

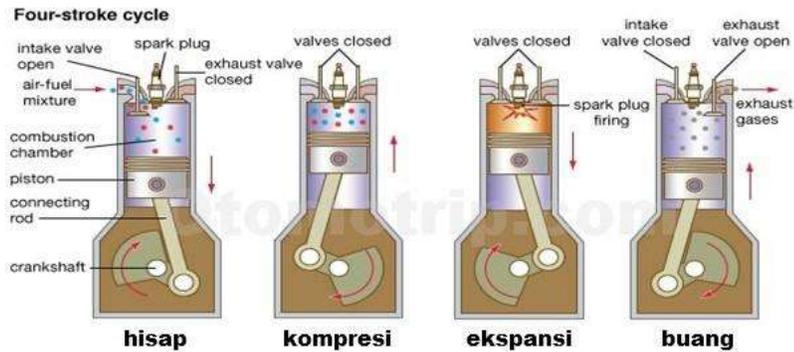
mengakibatkan suhu udara di ruang silinder naik. Pada proses kompresi katup isap dan katup buang akan tertutup.

3. Langkah Pembakaran

Setelah udara terkompresi, komponen *injector nozzle* akan menyemburkan bahan bakar dengan tekanan tinggi dalam bentuk kabut serta udara panas menuju ke ruang bakar akan bahan bakar akan terbakar. Pada langkah ini suhu dan tekanan dalam silinder akan meningkat dan menghasilkan tenaga. Tenaga ini diteruskan ke piston dengan piston bergerak ke titik mati bawah (TMB) dan tenaga pembakaran diubah menjadi tenaga mekanik.

4. Langkah Buang

Langkah buang pada mesin diesel dilakukan oleh piston yang bergerak menuju titik mati atas (TMA). Pergerakan tersebut menyebabkan sisa gas pembakaran atau gas buang terdorong melalui katup buang. Katup buang terbuka dan membuang gas sisa hasil pembakaran. Selanjutnya, langkah kerja dimulai lagi dari langkah awal (langkah isap) dan seterusnya.



Gambar 2.15 Sistem Kerja Piston

Sumber : (<https://alfiamesin16.blogspot.com/2017/11/contoh-makalah-sistem-kerja-piston.html>)

2.4.3 Proses Pembakaran Mesin Diesel

Menurut Soeroso (2016:28) proses pembakaran yang terjadi pada mesin diesel merupakan proses perubahan bahan bakar dari keadaan unsur padat maupun cair yang kemudian dimasukkan dalam ruang bakar agar terbakar untuk menghasilkan panas yang akan dirubah pada proses akhir menjadi gaya gerak (daya), kemudian dimanfaatkan sebagai tenaga pembangkit.

Proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar pada Mesin Diesel, terjadi secara bertahap dan berlangsung secara terus menerus sampai bahan bakar terbakar seluruhnya dalam waktu yang singkat. Akibat pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar, maka temperatur dan tekanan dalam ruang bakar naik lagi yang kemudian digunakan untuk mendorong torak selanjutnya menggerakkan poros engkol.

Semakin halus butir-butir bahan bakar yang dikabutkan dalam ruang bakar, proses penyalaan bahan bakar akan semakin lebih baik dan terjadi pada

waktu yang lebih singkat. Akibatnya tidak ada bahan bakar yang tersisa pada saat torak bergerak jauh dari TMA ke TMB.

Proses penyalaan bahan bakar dapat dipercepat, dengan jalan memusarkan udara yang masuk dalam ruang bakar untuk mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dengan udara. Sehingga bahan bakar motor Diesel mudah terbakar di dalam silinder hal ini terjadi jika perbandingan campuran udara dan bahan bakar mencapai campuran yang sebaik-baiknya untuk terbakar.

Dalam memperhitungkan kinerja mesin dapat ditinjau dari konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC*). Adapun *Specific fuel consumption (SFC)* merupakan perbandingan nilai laju konsumsi aliran massa bahan bakar yang digunakan terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Nilai *SFC* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$SFC = \frac{FC}{Q_s}$$

Dimana :

SFC : Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kWh)

Q_s : Daya Berguna (kW)

FC : Konsumsi Bahan Bakar (kg/Jam)

Untuk memperoleh nilai konsumsi bahan bakar mesin maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FC = (V_{bb2} - V_{bb1}) \times \rho_{bb}$$

Dimana :

FC : Konsumsi Bahan Bakar (Kg/Jam)

V_{bb1} : Volume Bahan Bakar Akhir (Liter)

V_{bb2} : Volume Bahan Bakar Awal (Liter)

ρ_{bb} : Massa Jenis Bahan Bakar (Kg/Liter)

2.5 Generator

Generator Menurut teori Idris, Mochammad Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik. Generator berhubungan erat dengan hukum *Faraday*. Berikut hasil dari Hukum *Faraday* “ bahwa apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik”. Bahwa generator Ditinjau dari konstruksinya dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

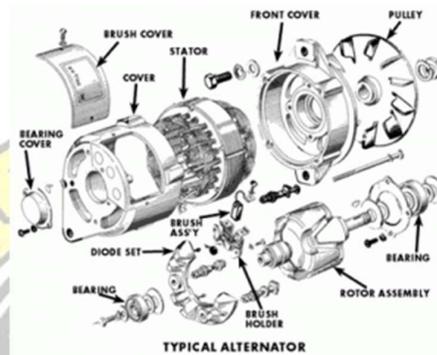


Gambar 2.16 Mesin Generator

Sumber : Foto ULPLTD Hative Kecil

2.5.1 Bagian – Bagian Generator

Pada generator AC terdapat beberapa komponen yang mendukung proses kerja generator dalam menghasilkan energi listrik.



Gambar 2.17 Bagian-Bagian Generator

Sumber : (www.magnapam.com)

Adapun komponen generator dalam menghasilkan energi listrik sebagai berikut.

1. Stator

Stator adalah bagian generator yang tidak bergerak (statis). Pada stator terdapat kumparan stator dan rumah generator dimana berfungsi untuk melindungi komponen yang ada di dalamnya, juga berfungsi sebagai tempat melekatnya inti dan belitan konduktor serta terminal daripada generator itu sendiri.

2. Rotor

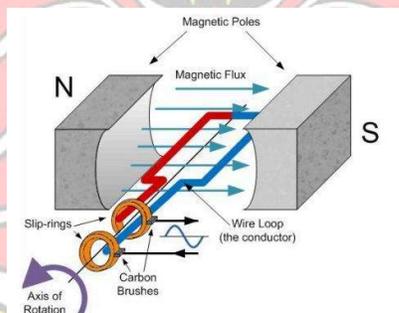
Rotor adalah bagian dari generator yang berputar. Pada rotor terdapat kumparan konduktor sebagai pembangkit medan magnet utama. Medan magnet ini timbul karena adanya arus yang mengalir pada kumparan

rotor. Jika rotor berputar, maka medan magnet akan memotong kumparan jangkar dalam stator, sehingga timbul gaya gerak listrik (GGL), yang kemudian disalurkan ke terminal generator.

3. Komponen Pendukung

Selain stator dan rotor sebagai bagian utama dari generator, masih ada beberapa komponen pendukung yang diperlukan agar generator dapat berfungsi secara optimal. Adapun komponen tersebut ialah cincin geser (*slip ring*), sikat arang, bantalan poros (*lager/bearing*), papan nama (*name plate*), kotak terminal sambungan, rangkaian diode penyearah, dan voltmeter.

2.5.2 Prinsip Kerja Generator



Gambar 2.18 Prinsip Kerja Generator

Sumber : (<https://www.info-elektro.com/>)

Prinsip kerja generator berdasarkan gambar di atas adalah jika sebuah kumparan diputar dengan kecepatan konstan pada medan magnet homogen, pada kumparan akan timbul gaya gerak listrik induksi atau tegangan listrik dengan bentuk gelombang sinusoida. Arus listrik berasal dari kumparan yang berputar

mangalir melauai cinicin geser (*slip ring*) pertama, kemudian menuju sikat arang terus ke galvanometer. Galvanometer menuju sikat arang yang satu dan terus ke cincin geser yang kedua dan kembali ke kumparan.

Medan magnet bisa didapatkan dari magnet tetap atau magnet permanen dan bisa juga didapatkan secara electromagnet, yaitu medan magnet yang dihasilkan dari inti besi dipasang pada kumparan penguat magnet yang dialiri arus searah (arus DC). Arus DC untuk penguat magnet biasanya didapatkan dari generator penguat medan (*exciter*), yaitu generator DC yang dipasang seporos dengan rotor generator utama.

2.6 Unjuk Kerja Pembangkit

Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga diesel yang dimaksudkan disini adalah kinerja operasi, karena itu didefinisikan sebagai kemampuan operasi dalam memproduksi tenaga listrik (kWh) yang diperlihatkan atau kemampuan kerja suatu peralatan pada kurun waktu / periode tertentu. Ada beberapa macam kelompok unjuk kerja yang ditetapkan pembangkit. Oleh manajemen untuk kerja itu dinilai dan penilaian unjuk kerja itu adalah *performance* (unjuk kerja) yang diukur dengan target yang telah ditentukan dan disepakati bersama. Kemampuan operasi PLTD Hative Kecil tergantung pada kondisi dan nilai-nilai yang ditentukan terhadap efisiensi.

2.6.1 Indikator Penilaian

Adapun beberapa indikator yang digunakan dalam melakukan penilaian terhadap kinerja suatu unit pembangkit berdasarkan sebagai berikut :

1. Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*)

Faktor Kapasitas merupakan tolak ukur besarnya pemanfaatan unit pembangkit untuk memproduksi tenaga listrik secara keseluruhan dalam kurun waktu tertentu berdasarkan daya yang tersedia.

2. Faktor Produktivitas (*Output Factor*)

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.

3. Faktor beban (*Load Factor*)

Faktor beban merupakan tolak ukur pemanfaatan daya pada saat beban tertinggi / beban puncak (*peak load*) dalam memproduksi tenaga listrik (KWh) semaksimal mungkin.

4. Faktor Ketersediaan

Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*) adalah perbandingan antara daya yang tersedia di unit pembangkit pada waktu tertentu dengan daya mampu netto unit pembangkit tersebut.

5. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Spesific Fuel Oil Comsumption*)

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk membangkitkan / memproduksi setiap satu satuan tenaga listrik (kWh).

2.6.2 Rumus Perhitungan Indeks Unjuk Kerja Pembangkit

Dengan mengetahui faktor-faktor yang digunakan dalam perhitungan indicator kinerja pembangkit berdasarkan maka dalam mencari nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*), Faktor Produktivitas (*Output Factor*), Faktor Beban (*Load Factor*), Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*), Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Spesific Fuel Oil Comsumption*), maka dapat menggunakan rumus seperti berikut :

1. Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*)

Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*) adalah nilai atau angka hasil perbandingan atau pembagian antara tenaga listrik 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.

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

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\% \quad (2-1)$$

Keterangan : Jam periode untuk waktu 1 tahun = 8760 jam

atau

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Juml Produksi KWH Bruto}}{\text{Kapasitas Terpasang SPD (Kw) x 8760 jam}} \times 100\% \quad (2-2)$$

2. Faktor Produktivitas (*Output Factor*)

Faktor Produktivitas adalah hasil perbandingan / pembagian antara produksi tenaga atau energi listrik bruto (KWh) yang dibangkitkan generator dalam kurun waktu tertentu (perperiode) dengan, kapasitas/daya terpasang dan jam kerjanya.

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.

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{\text{Produksi Bruto energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang x Jam Periode}} \times 100\% \quad (2-3)$$

3. Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor Beban adalah nilai atau angka perbandingan / pembagian antara produksi tenaga listrik (KWh) seluruh (bruto) dan beban tertinggi selama periode kali jam selama per periode (1 tahun / 8760 jam).

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

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode x Jam Periode}} \times 100\% \quad (2-4)$$

4. Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*)

Availability Factor adalah rasio antara jumlah jam unit pembangkit siap beroperasi terhadap jumlah jam dalam satu periode tertentu. Besaran ini menunjukkan presentase kesiapan suatu unit pembangkit untuk dioperasikan pada satu periode tertentu.

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{\text{Daya tersedia unit pembangkit}}{\text{DMN Unit Pembangkit MW}} \times 100\% \quad (2-5)$$

5. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Oil Consumption*)

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.

Pemakaian bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Oil Consumption*) ini disingkat SFC, dapat ditulis menjadi :

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}} \quad (2-6)$$

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.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan pengambilan data yang dilakukan pada Unit Layanan Pusat Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Kota Ambon.

3.2 Metode Pengambilan Data

Dalam pengambilan data yang akan digunakan dalam pengevaluasian kinerja pembangkit menggunakan beberapa metode :

1. Studi Dokumen

Penulis mengumpulkan dokumen-dokumen dengan membaca dan mempelajari terkait dengan bagian-bagian pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Kota Ambon. Metode ini dilaksanakan dengan meninjau langsung ke lapangan pada saat mesin dioperasikan.

2. Observasi Lapangan

Penelitian sekaligus pengambilan data dilakukan pada saat pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Kota Ambon

3. Wawancara

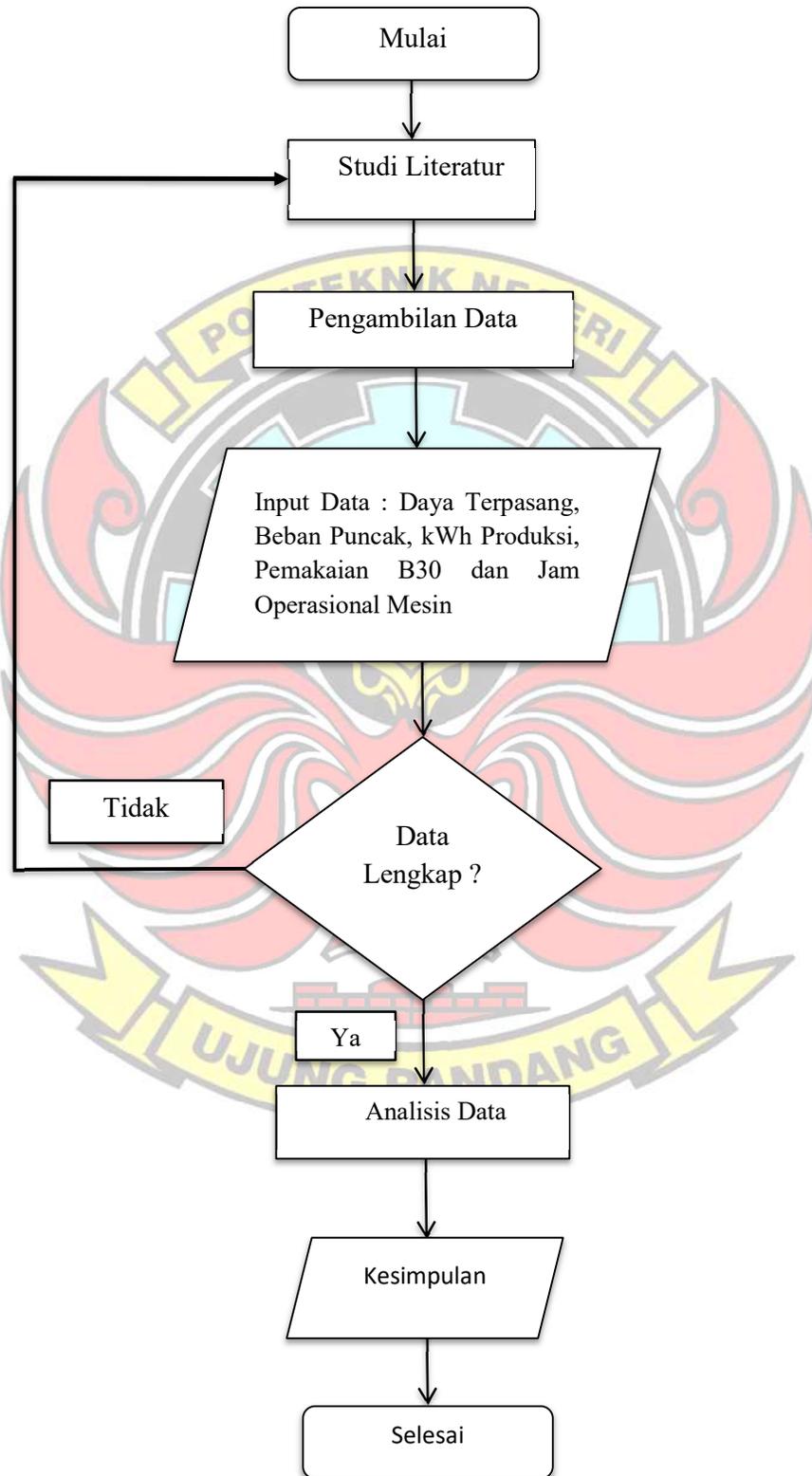
Mengumpulkan data yang dilakukan oleh peneliti dengan menanyakan langsung tentang hal-hal yang berkaitan dengan pembangkit listrik Tenaga Diesel.

3.3 Metode Analisis Data

Data yang telah diperoleh di Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Hative Kecil, Kota Ambon kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang menggunakan metode langsung yang nantinya memberikan penjelasan atau gambaran tentang keadaan dari pembangkit yang diteliti berupa faktor- faktor yang berpengaruh dan komsumsi bahan bakar pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon.



3.4 Prosedur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Tabel 4.1 Data 2 Mesin SWD 6TM 410 di ULPLTD Hative Kecil

| Bulan | Daya Terpasang (kW) | Beban Puncak (kW) | Daya Mampu (kW) | kWh Produksi B30 | Pemakaian B30 (Liter) |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| Jul 2022 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 834.142,8 | 246.893,1 |
| Aug 2022 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 373.729,6 | 110.567 |
| Sep 2022 | 5.576 | 4.100 | 4.100 | 362.344,1 | 107.315,6 |
| Oct 2022 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 105.4932,2 | 309.541,8 |
| Nov 2022 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 142.3902,1 | 416.465,5 |
| Dec 2022 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 633.085,6 | 191.500 |
| Jan 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 596.693,4 | 176.750,3 |
| Feb 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 348.206,6 | 103.766,1 |
| Mar 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 296.191,7 | 90.338,5 |
| Apr 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 118.754,6 | 38.267,8 |
| May 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 519.167,7 | 157.981 |
| Jun 2023 | 5.576 | 4.300 | 4.300 | 378.609 | 115.050 |
| Jumlah dalam periode 1 Tahun | | | | 6.939.769,5 | 2.064.437 |
| Rata – Rata dalam periode 1 Tahun | 5.576 | 4.283,3 | 4.283,3 | 535.099,3 | 172036,4 |

| Bulan | Jumlah Keja (Jam) Mesin | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|-------|
| | Mesin I | Mesin II | Total |
| Jul 2022 | 218 | 216 | 434 |
| Aug 2022 | 94 | 94 | 188 |
| Sep 2022 | 80 | 100 | 180 |
| Oct 2022 | 382 | 186 | 568 |
| Nov 2022 | 362 | 346 | 708 |
| Dec 2022 | 158 | 165 | 323 |
| Jan 2023 | 194 | 117 | 311 |
| Feb 2023 | 105 | 73 | 178 |
| Mar 2023 | 39 | 105 | 144 |
| Apr 2023 | 14 | 41 | 55 |
| May 2023 | 102 | 151 | 253 |
| Jun 2023 | 42 | 127 | 169 |
| Total dalam periode 1 Tahun | 1.790 | 1.721 | 3.511 |

Tabel 4.2 Data 2 Mesin di ULPLTD Poka sebagai Perbandingan

| Bulan | Daya Terpasang (kW) | Beban Puncak (kW) | Daya Mampu (kW) | kWh Produksi B30 | Pemakaian B30 (Liter) |
|----------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| Jul 2022 | 11.900 | 3.200 | 5.400 | 660.024 | 170.710 |
| Aug.2022 | 11.900 | 3.200 | 5.400 | 311.760 | 79.971 |
| Sep 2022 | 11.900 | 5.100 | 5.100 | 151.678 | 38.862 |
| Oct 2022 | 11.900 | 5.100 | 5.100 | 957.495 | 243.447 |
| Nov 2022 | 11.900 | 5.100 | 5.100 | 1.135.826 | 290.031 |
| Dec 2022 | 11.900 | 4.300 | 5.100 | 684.569 | 173.678 |
| Jan 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 744.529 | 188.800 |

| | | | | | |
|--|--------|---------|--------|-----------|-----------|
| Feb 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 392.527 | 99.619 |
| Mar 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 338.605 | 85.921 |
| Apr 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 189.280 | 48.305 |
| May 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 462.006 | 118.145 |
| Jun 2023 | 11.900 | 9.850 | 11.900 | 169.626 | 43.228 |
| Jumlah dalam periode 1 Tahun | | | | 6.197.925 | 1.580.717 |
| Rata – Rata dalam periode 1 Tahun | 11.900 | 6.339,2 | 8.550 | 516.493,7 | 131.726,4 |

| Bulan | Jumlah Keja (Jam) Mesin | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|
| | Mesin I | Mesin II | Total |
| Jul 2022 | 255 | 1 | 256 |
| Aug 2022 | 123 | 0 | 123 |
| Sep 2022 | 57 | 3 | 60 |
| Oct 2022 | 380 | 17 | 397 |
| Nov 2022 | 421 | 85 | 506 |
| Dec 2022 | 280 | 6 | 286 |
| Jan 2023 | 304 | 7 | 311 |
| Feb 2023 | 178 | 16 | 194 |
| Mar 2023 | 145 | 4 | 149 |
| Apr 2023 | 88 | 0 | 88 |
| May 2023 | 191 | 16 | 207 |
| Jun 2023 | 73 | 1 | 74 |
| Total dalam periode 1 Tahun | 2.495 | 156 | 2651 |

4.2 Hasil Perhitungan Indeks Unjuk Kerja Pembangkit

4.2.1 Perhitungan Nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*) di ULPLTD Hative Kecil

Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*) adalah nilai atau angka hasil perbandingan atau pembagian antara tenaga listrik 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.

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

Hasil Perhitungan Nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*) Perbulan dalam periode 1 Tahun :

Perhitungan di ULPLTD Hative Kecil :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Capacity Factor (CF)} = \frac{834.142,777000003}{5576 \times 434} \times 100\%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{83.414.277,7000003}{2.419.984} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \mathbf{34,46 \%$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Capacity Factor (CF)} = \frac{6.939.759,56}{5576 \times 3511} \times 100\%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{6.93.975.956}{5576 \times 3511} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{6.93.975.956}{19.577.336} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \mathbf{35,44 \%$$

Nilai dari *Capacity Factor (CF)* di ULPLTD Hative Kecil adalah 35,44 % atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-65 %

Perhitungan di ULPLTD Poka sebagai perbandingan :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Capacity Factor (CF)} = \frac{660.024}{11900 \times 256} \times 100\%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{66.002.400}{11900 \times 256} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{66.002.400}{3.046.400} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \mathbf{21,66 \%$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Capacity Factor (CF)} = \frac{6.197.925}{11.900 \times 2651} \times 100\%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{619.792.500}{11.900 \times 2651} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \frac{619.792.500}{31.546.900} \%$$

$$\text{Capacity Factor (CF)} = \mathbf{19,64 \%}$$

Nilai dari *Capacity Factor (CF)* di ULPLTD Poka adalah 19,64 % atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-65 %

4.2.2 Perhitungan Nilai Faktor Produktivitas (*Output Factor*) di ULPLTD Hative Kecil

Faktor Produktivitas adalah hasil perbandingan / pembagian antara produksi tenaga atau energi listrik bruto (KWh) yang dibangkitkan generator dalam kurun waktu tertentu (perperiode) dengan, kapasitas/daya terpasang dan jam kerjanya.

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.

Hasil Perhitungan Nilai Faktor Produktivitas (*Output Factor*) Perbulan dalam periode 1 Tahun :

Perhitungan di ULPLTD Hative Kecil :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang X Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Output Factor (OF)} = \frac{834.142,777000003}{5576 \times 434} \times 100\%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{83.414.277,7000003}{5576 \times 434} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{83.414.277,7000003}{2.419.984} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \mathbf{34,46} \%$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{\text{Produksi Bruto energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang x Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Output Factor (OF)} = \frac{6.939.759,56}{5576 \times 3511} \times 100\%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{6.93.975.956}{5576 \times 3511} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{6.93.975.956}{19.577.336} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \mathbf{35,44} \%$$

Nilai dari *Output Factor* (CF) di ULPLTD Hative Kecil adalah 35,44 %

atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-65 %.

Perhitungan di ULPLTD Poka sebagai perbandingan :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Output Factor (OF)} = \frac{660.024}{11900 \times 256} \times 100\%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{66.002.400}{11900 \times 256} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{66.002.400}{3.046.400} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \mathbf{21,66 \%}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Kapasitas Unit Terpasang} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Output Factor (OF)} = \frac{6.197.925}{11.900 \times 2651} \times 100\%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{619.792.500}{11.900 \times 2651} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \frac{619.792.500}{31.546.900} \%$$

$$\text{Output Factor (OF)} = \mathbf{19,64 \%}$$

Nilai dari *Output Factor (OF)* di ULPLTD Poka adalah 19,64 %

atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-65 %

4.2.3 Perhitungan Nilai Faktor Beban (*Load Factor*) di ULPLTD Hative Kecil

Faktor Beban adalah nilai atau angka perbandingan / pembagian antara produksi tenaga listrik (KWh) seluruh (bruto) dan beban tertinggi selama periode kali jam selama per periode (1 tahun / 8760 jam).

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

Hasil Perhitungan Nilai Faktor Beban (*Load Factor*) Perbulan dalam periode 1 Tahun :

Perhitungan di ULPLTD Hative Kecil :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Load Factor (LF)} = \frac{834.142,777000003}{4300 \times 434} \times 100\%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{83.414.277,7000003}{4300 \times 434} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{83.414.277,7000003}{1.866.200} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \mathbf{44,69} \%$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Load Factor (LF)} = \frac{6.939.769,56}{4.300 \times 3511} \times 100\%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{693.975.956}{4.300 \times 3511} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{693.975.956}{15.097.300} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{693.975.956}{15.097.300} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \mathbf{46,96\%}$$

Nilai dari *Output Factor* (OF) di ULPLTD Hative Kecil adalah 46,96 % atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-74 %

Perhitungan di ULPLTD Poka sebagai perbandingan :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Load Factor (LF)} = \frac{660.024}{3.200 \times 256} \times 100\%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{66.002.400}{3.200 \times 256} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{66.002.400}{819.200} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \mathbf{80,56\%}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{\text{Produksi Bruto Energi Listrik Per Periode}}{\text{Beban Tertinggi Per Periode} \times \text{Jam Periode}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Load Factor (LF)} = \frac{6.197.925}{9.850 \times 2.651} \times 100\%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{619.792.500}{9.850 \times 2.651} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \frac{619.792.500}{26.112.350} \%$$

$$\text{Load Factor (LF)} = \mathbf{23,73\%}$$

Nilai dari *Output Factor (OF)* di ULPLTD Poka adalah 23,73 %
atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-74 %

4.2.4 Perhitungan Nilai Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*) di ULPLTD Hative Kecil

Availability Factor adalah rasio antara jumlah jam unit pembangkit siap beroperasi terhadap jumlah jam dalam satu periode tertentu. Besaran ini menunjukkan presentase kesiapan suatu unit pembangkit untuk dioperasikan pada satu periode tertentu.

Hasil Perhitungan Nilai Faktor Beban (*Load Factor*) Perbulan dalam periode 1 Tahun :

Perhitungan di ULPLTD Hative Kecil :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{\text{Daya tersedia unit pembangkit}}{\text{DMN Unit Pembangkit MW}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Availability Factor (AF)} = \frac{834.142,777000003}{4300 \times 434} \times 100\%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{83.414.277,7000003}{4300 \times 434} \%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{83.414.277,7000003}{1.866.200} \%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \mathbf{44,69\%}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{\text{Daya tersedia unit pembangkit}}{\text{DMN Unit Pembangkit MW}} \times 100\%$$

$$\text{Jadi, Availability Factor (AF)} = \frac{6.939.769,56}{4300 \times 3511} \times 100\%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{693.975.956}{4300 \times 3511} \%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \frac{693.975.956}{15.097.300} \%$$

$$\text{Availability Factor (AF)} = \mathbf{45,96\%}$$

Perhitungan di ULPLTD Poka sebagai perbandingan :

Bulan Juli 2022 :

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{Daya\ tersedia\ unit\ pembangkit}{DMN\ Unit\ Pembangkit\ MW} \times 100\%$$

$$Jadi,\ Availability\ Factor\ (AF) = \frac{660.024}{3.200 \times 256} \times 100\%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{66.002.400}{3.200 \times 256} \%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{66.002.400}{819.200} \%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \mathbf{80,56\ \%}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{Daya\ tersedia\ unit\ pembangkit}{DMN\ Unit\ Pembangkit\ MW} \times 100\%$$

$$Jadi,\ Availability\ Factor\ (AF) = \frac{6.197.925}{11.900 \times 2.651} \times 100\%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{619.792.500}{11.900 \times 2.651} \%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \frac{619.792.500}{31.546.900} \%$$

$$Availability\ Factor\ (AF) = \mathbf{19,64\ \%}$$

Nilai dari *Availability Factor (AF)* di ULPLTD Poka adalah 19,64 %

atau masih dibawah standar PLN yang berkisar antara 55-74 %

4.2.5 Perhitungan Nilai Komsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Oil Consumption*) di ULPLTD Hative Kecil

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.

Pemakaian bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Oil Consumption*) ini disingkat SFC, dapat ditulis menjadi :

Perhitungan di ULPLTD Hative Kecil :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}}$$

$$\text{Jadi, Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{246.893,06}{834.142,777000003}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{246.893,06}{834.142,8}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \mathbf{0,2959 \text{ L/kWh}}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}}$$

$$\text{Jadi, Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{2.064.436,91}{6.939.769,56}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{2.06.443.691}{6.939.769,56}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \mathbf{0,2974 \text{ L/kWh}}$$

Atau sudah sesuai standar PLN yang berkisar antara 0,2-0,3

Perhitungan di ULPLTD Poka sebagai perbandingan :

Bulan Juli 2022 :

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}}$$

$$\text{Jadi, Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{170.710}{660.024}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{17.071.000}{660.024}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \mathbf{0,2586 \text{ L/kWh}}$$

Hasil Perhitungan dalam periode 1 Tahun :

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{\text{Pemakaian Bahan Bakar Sebenarnya Per Periode}}{\text{Kwh Produksi Bruto Per Periode}}$$

$$\text{Jadi, Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{1.580.717}{6.197.925}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \frac{158.071.700}{6.197.925}$$

$$\text{Specific Fuel Oil Consumption (SFC)} = \mathbf{0,255 \text{ L/kWh}}$$

atau Sudah sesuai standar PLN yang berkisar antara 0,2-0,3

4.3 Hasil Perhitungan Indikator Unjuk Kerja di ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka (Sebagai Pembanding)

Tabel 4.3 Hasil perhitungan di ULPLTD Hative Kecil

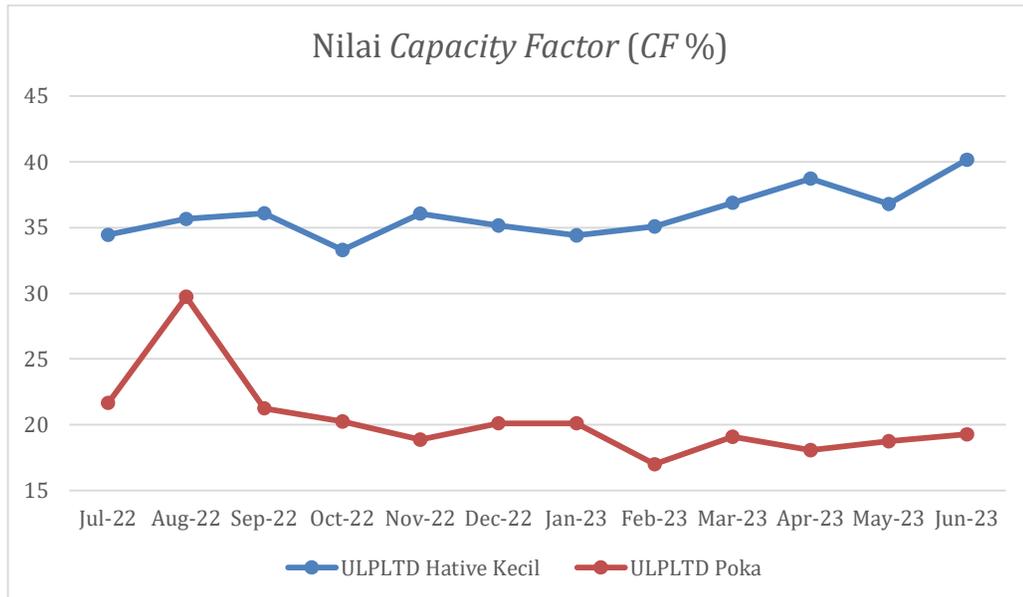
| Bulan | CF(%) | OF(%) | LF(%) | AF(%) | SFC (L/kWh) |
|----------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| Jul 2022 | 34,46 | 34,46 | 44,69 | 44,69 | 0,2929 |
| Aug 2022 | 35,65 | 35,65 | 46,23 | 46,23 | 0,2958 |
| Sep 2022 | 36,10 | 36,10 | 49,09 | 49,09 | 0,2961 |
| Oct 2022 | 33,30 | 33,30 | 43,19 | 43,19 | 0,2934 |
| Nov 2022 | 36,06 | 36,06 | 46,77 | 46,77 | 0,2924 |
| Dec 2022 | 35,15 | 35,15 | 45,58 | 45,58 | 0,3024 |
| Jan 2023 | 34,40 | 34,40 | 44,61 | 44,61 | 0,2962 |
| Feb 2023 | 35,08 | 35,08 | 45,49 | 45,49 | 0,2980 |
| Mar 2023 | 36,88 | 36,88 | 47,83 | 47,83 | 0,3050 |
| Apr 2023 | 38,72 | 38,72 | 50,21 | 50,21 | 0,1291 |
| May 2023 | 36,80 | 36,80 | 47,72 | 47,72 | 0,3042 |
| Jun 2023 | 40,17 | 40,17 | 52,09 | 52,09 | 0,3838 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Rata-rata dalam periode 1 Tahun | 35,44 | 35,44 | 46,14 | 46,14 | 0,2974 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|

Tabel 4.4 Tabel hasil perhitungan di ULPLTD Poka (Sebagai Pembanding)

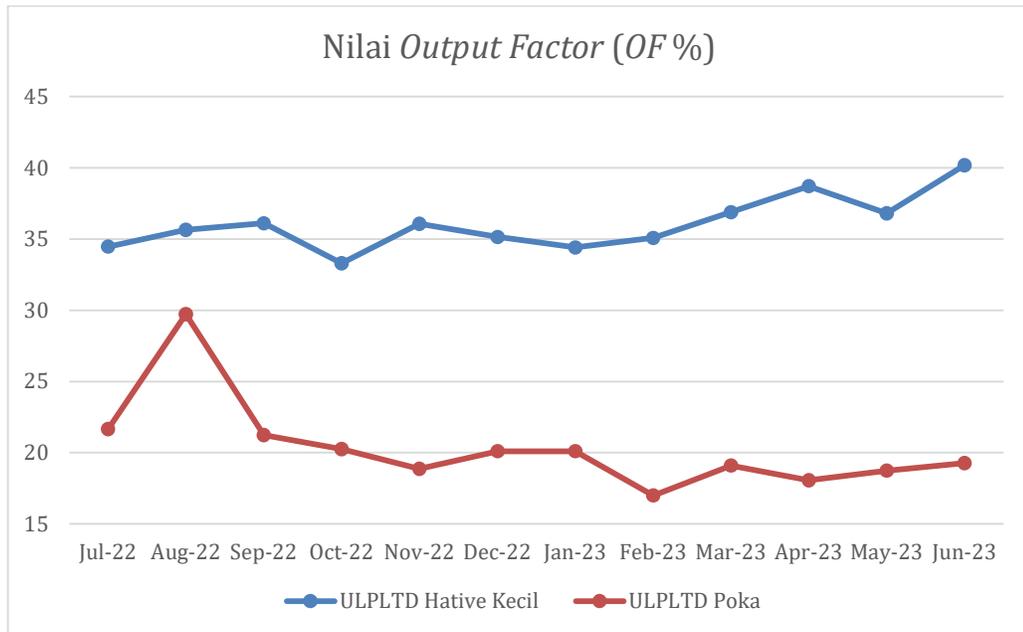
| Bulan | <i>CF (%)</i> | <i>OF (%)</i> | <i>LF (%)</i> | <i>AF (%)</i> | <i>SFC (L/kWh)</i> |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| Jul 2022 | 21,66 | 21,66 | 80,56 | 80,56 | 0,2586 |
| Aug 2022 | 29,73 | 29,73 | 79,20 | 79,20 | 0,2565 |
| Sep 2022 | 21,24 | 21,24 | 49,59 | 49,59 | 0,2562 |
| Oct 2022 | 20,26 | 20,26 | 47,29 | 47,29 | 0,2542 |
| Nov 2022 | 18,86 | 18,86 | 44,01 | 44,01 | 0,2553 |
| Dec 2022 | 20,11 | 20,11 | 55,66 | 55,66 | 0,2537 |
| Jan 2023 | 20,11 | 20,11 | 55,67 | 55,67 | 0,2535 |
| Feb 2023 | 17 | 17 | 20,54 | 20,54 | 0,2537 |
| Mar 2023 | 19,09 | 19,09 | 23,07 | 23,07 | 0,2537 |
| Apr 2023 | 18,07 | 18,07 | 21,83 | 21,83 | 0,2552 |
| May 2023 | 18,75 | 18,75 | 22,65 | 22,65 | 0,2557 |
| Jun 2023 | 19,26 | 19,26 | 23,27 | 23,27 | 0,2548 |
| Rata-rata dalam periode 1 Tahun | 19,64 | 19,64 | 36,88 | 36,88 | 0,2550 |

4.4 Grafik Hasil Perhitungan Indikator Unjuk Kerja di ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka (Sebagai Pembanding)



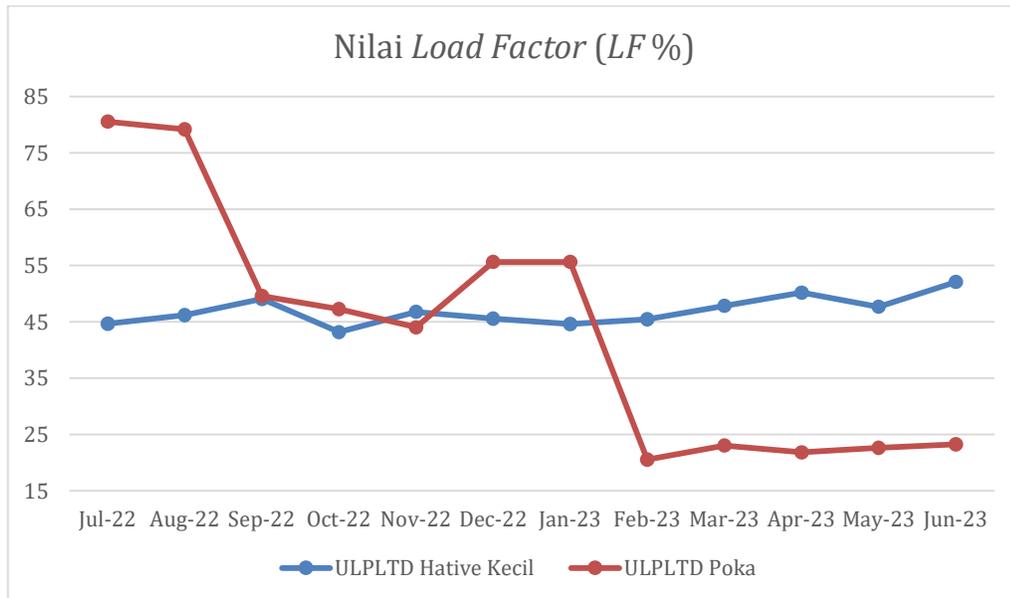
Grafik 4.1 Perbandingan Nilai *Capacity Factor (CF)* antara ULPLTD Hative Kecil dengan ULPLTD Poka.

Dari grafik 4.1 terlihat bahwa nilai *Capacity Factor (CF)* antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan presentasi yang cukup mencolok itu dapat terlihat dari kesemua bulan dalam satu periode, dimana di ULPLTD Hative Kecil mempunyai presentasi *CF* yang lebih besar dari presentasi *CF* di ULPLTD Poka, ini dikarenakan karena kedua pembangkit ini mempunyai jumlah kWh produksi, daya terpasang serta jam periodenya berbeda yang berpengaruh terhadap nilai Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*) di kedua pembangkit ini.



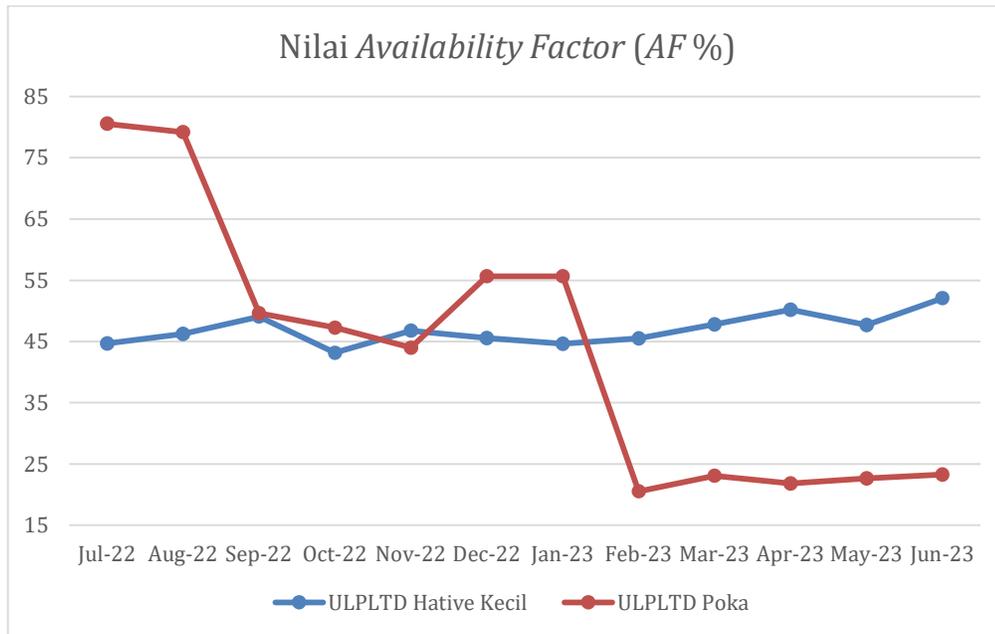
Grafik 4.2 Perbandingan Nilai *Output Factor (OF)* antara ULPLTD Hative Kecil dengan ULPLTD Poka.

Dari grafik 4.2 terlihat bahwa nilai *Output Factor (CF)* antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan presentasi yang cukup mencolok itu dapat terlihat dari kesemua bulan dalam satu periode, dimana di ULPLTD Hative Kecil mempunyai presentasi *OF* yang lebih besar dari presentasi *OF* di ULPLTD Poka, ini dikarenakan karena kedua pembangkit ini mempunyai jumlah kWh produksi, daya terpasang serta jam periodenya berbeda yang berpengaruh terhadap nilai Faktor Produktivitas (*Output Factor*) di kedua pembangkit ini.



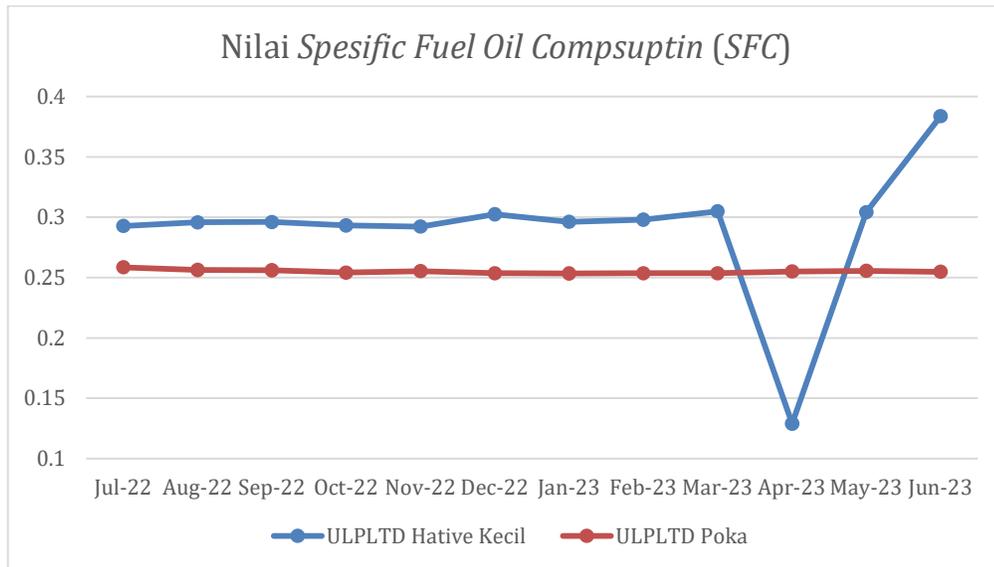
Grafik 4.3 Perbandingan Nilai *Load Factor* (*CF*) antara ULPLTD Hative Kecil dengan ULPLTD Poka.

Dari grafik 4.3 terlihat bahwa nilai *Load Factor* (*CF*) antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan presentasi yang berbeda-beda di setiap bulannya, dimulai dari bulan juli 2022 sampai bulan oktober 2022 dimana nilai *LF* ULPLTD Poka lebih besar dari ULPLTD Hative Kecil namun di bulan November nilai *LF* ULPLTD Hative Kecil lebih besar dari ULPLTD Poka, kemudian di bulan desember 2022 sampai januari 2023 nilai *LF* di ULPLTD Poka lebih besar dari ULPLTD Hative Kecil serta di bulan february 2023 sampai bulan juni 2023, nilai *LF* ULPLTD Poka lebih rendah dari nilai *LF* ULPLTD Hative Kecil, ini dikarenakan kWh produksi, beban tertinggi serta jam periode kerja kedua pembangkit mempunyai nilai perbedaan yang selalu berubah sehingga berpengaruh terhadap Faktor Beban (*Load Factor*) kedua unit pembangkit ini.



Grafik 4.4 Perbandingan Nilai *Availability Factor (AF)* antara ULPLTD Hative Kecil dengan ULPLTD Poka.

Dari grafik 4.4 terlihat bahwa nilai *Availability Factor (AF)* antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan presentasi yang berbeda-beda di setiap bulannya, dimulai dari bulan juli 2022 sampai bulan oktober 2022 dimana nilai *AF* ULPLTD Poka lebih besar dari ULPLTD Hative Kecil namun di bulan November nilai *AF* ULPLTD Hative Kecil lebih besar dari ULPLTD Poka, kemudian di bulan desember 2022 sampai januari 2023 nilai *AF* di ULPLTD Poka lebih besar dari ULPLTD Hative Kecil serta di bulan februari 2023 sampai bulan juni 2023, nilai *AF* ULPLTD Poka lebih rendah dari nilai *AF* ULPLTD Hative Kecil, ini dikarenakan kWh produksi, beban tertinggi serta jam periode kerja kedua pembangkit mempunyai nilai perbedaan yang selalu berubah sehingga berpengaruh terhadap Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*) kedua unit pembangkit ini.



Grafik 4.5 Perbandingan Nilai *Spesific Fuel Oil Compsuptin (SFC)* antara ULPLTD Hative Kecil dengan ULPLTD Poka.

Dari grafik 4.5 terlihat bahwa nilai *Spesific Fuel Oil Compsumption (SFC)* antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan di tiap bulannya dalam periode 1 tahun, dimana nilai *SFC* ULPLTD Hative kecil selalu lebih tinggi dibandi nilai *SFC* di ULPLTD Poka, kecuali di April 2023 dimana nilai *SFC* ULPLTD Hative Kecil lebih rendah dari nilai *SFC* ULPLTD Poka, ini dikarenakan perbedaan pemakaian bahan bakar B 30 dan kWh produksi di kedua pembangkit yang berpengaruh terhadap hasil omsumsi bahan bakar spesifik (*Spesific Fuel Oil Compsumption*) di kedua pembangkit ini.



Gambar 4.1 Nameplate Generator ULPLTD Hative Kecil

4.5 Perhitungan EFF. Sistem di ULPLTD Hative Kecil

Untuk menghitung nilai eff. Sistem dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

Data Mesin SWD 6TM 410RR (4200 kW)

- Generator :**

Merk : SMIT SLIKKERVEER

Type : DG 190 / 56

V : 6300 V

I : 263 A

Daya : 2.296 kVA

Cos Q : 0,8

Massa Jenis Kalor Bahan Bakar B 30 : 857 kg/m³

Nilai Kalor B 30 di ULPLTD Hative Kecil : 4.1541 kj/kg

Perhitungan nilai Eff Sistem Bulan Juli :

Ket :

$$1 \text{ Liter} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$246.893 \text{ L} = 246,9 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{input}} = \text{Konsumsi Bahan Bakar B 30 (dalam 1 Periode)} \times \text{Massa Jenis Kalor B 30} \\ \times \text{Nilai kalor B30}$$

$$= 246,9 \text{ m}^3 \times 857 \text{ kg/m}^3 \times 41.540 \text{ kJ/kg}$$

$$= 8.789.585.682 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{output}} = \text{kWh Produksi Bahan Bakar B 30}$$

$$= 834.142,8 \text{ kWh} \times 3.600$$

$$= 3.002.914.080 \text{ kJ}$$

Rumus Eff Sistem :

$$\text{Eff Sistem} = \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{3.002.914.080 \text{ kJ}}{8.789.585.682 \text{ kJ}} \times 100 \%$$

$$= 0,3416 \times 100 \%$$

$$= \mathbf{34,16 \%}$$

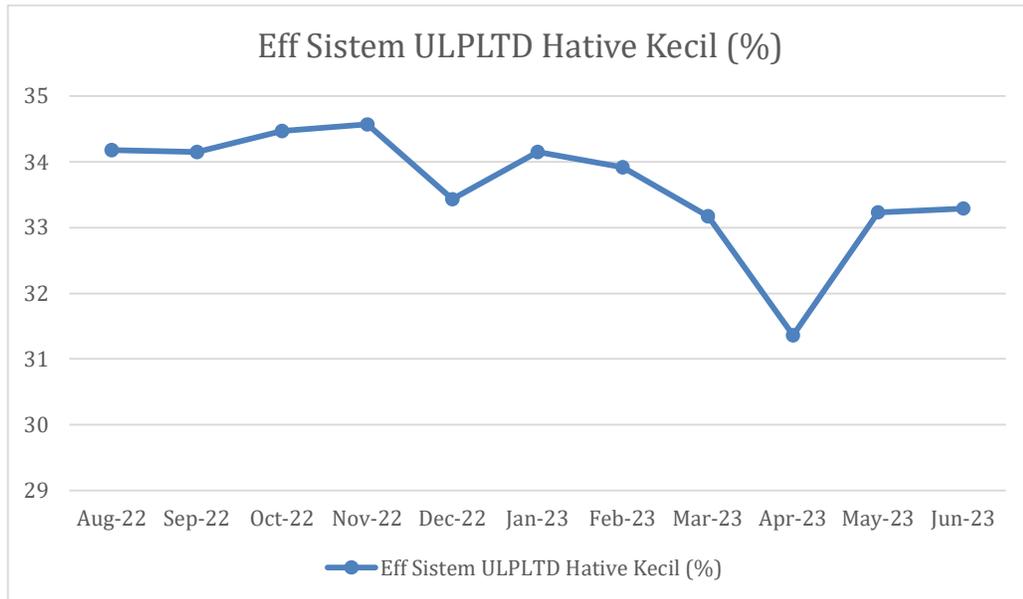
Untuk bulan Agustus sampai dengan Juni 2023 hasil perhitungan Eff Sistem dapat dilihat pada table 4.5, demikian juga dengan Eff. Sistem 1 tahun juga dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil perhitungan Efisiensi Sistem di ULPLTD Hative Kecil

| Bulan | Konsumsi Bahan Bakar B30 m ³ | Nilai Kalor B30 (Kj/Kg) | Massa Jenis Bahan Bakar B30 (Kg/m ³) | kWh Produksi Bahan Bakar B30 | Eff Sistem (%) |
|--------------------------|---|-------------------------|--|------------------------------|----------------|
| Jul-22 | 246,9 | 41540 | 857 | 834142,8 | 34,16 |
| Aug-22 | 110,57 | 41540 | 857 | 373729,6 | 34,18 |
| Sep-22 | 107,3 | 41540 | 857 | 362344,1 | 34,15 |
| Oct-22 | 309,5 | 41540 | 857 | 1054932,2 | 34,47 |
| Nov-22 | 416,5 | 41540 | 857 | 1423902,1 | 34,57 |
| Dec-22 | 191,5 | 41540 | 857 | 633085,6 | 33,43 |
| Jan-23 | 176,7 | 41540 | 857 | 596693,4 | 34,15 |
| Feb-23 | 103,8 | 41540 | 857 | 348206,6 | 33,92 |
| Mar-23 | 90,3 | 41540 | 857 | 296191,7 | 33,17 |
| Apr-23 | 38,3 | 41540 | 857 | 118754,6 | 31,36 |
| May-23 | 158 | 41540 | 857 | 519167,7 | 33,23 |
| Jun-23 | 115 | 41540 | 857 | 378609 | 33,29 |
| Jumlah 1 Tahun | 2064,37 | | | 6939759,4 | |
| Rata-rata 1 Tahun | | 41540 | 857 | | |
| Hasil Eff Sistem 1 Tahun | | | | | 33,99476641 |

PLTD memiliki tingkat efisiensi yang lebih rendah karena beberapa energi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar hilang dalam bentuk panas atau kebisingan. Efisiensi PLTD biasanya berkisar antara 30-40% tergantung pada teknologi dan kondisi operasionalnya.

4.6.1 Grafik hasil perhitungan Efisiensi Sistem di ULPLTD Hative Kecil.



Dari grafik 4.6.1 terlihat bahwa nilai presentasi nilai Eff Sistem ULPLTD Hative Kecil memiliki perbedaan di tiap bulannya dikarenakan dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain kWh produksi dalam 1 bulan, Komsumsi Bahan Bakar B30 tiap bulannya yang mempengaruhi hasil dari perhitungan Eff Sistem di ULPLTD Hative Kecil, tapi walaupun nilainya berbeda-beda tiap bulannya tapi nilai Eff Sistem di ULPLTD Hative Kecil masih berada di *range* yang normal yaitu 30-40 %, Nilai tertinggi dalam periode 1 tahun ini adalah di bulan November 2022 yaitu 35,57% sedangkan nilai terendahnya adalah di bulan April 2023 yaitu 31,36 %.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

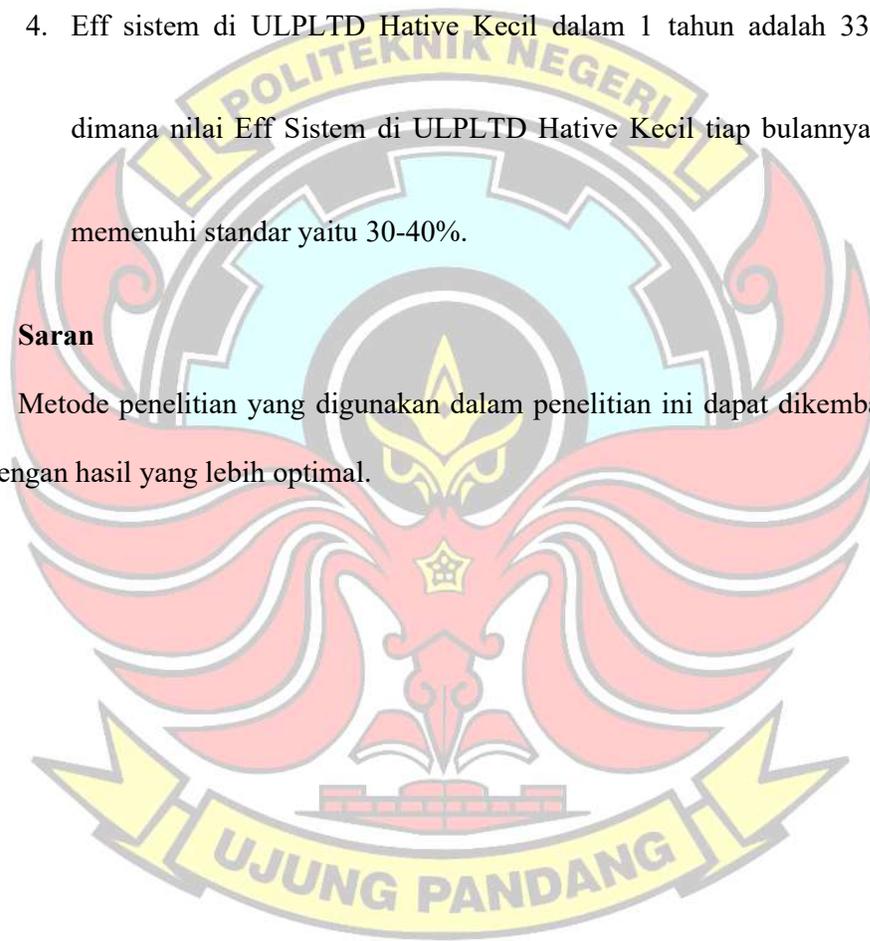
1. Nilai Perhitungan Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*), Faktor Produktivitas (*Output Factor*), Faktor Beban (*Load Factor*), Faktor Ketersediaan (*Availability Factor*) masih dibawah standar PLN sedangkan Nilai Spefisifik Fuel Oil Comsumption (SFC) Sudah sesuai standar walaupun nilainya masih terlalu besar kemuadian hasil perhitungan Eff Sistem sudah sesuai standar PLN.
2. Nilai Parameter seperti *CF*, *OF*, *LF* dan *AF* di bawah standar dikarenakan untuk sistem pembangkitan di ambon itu disuplai dari beberapa unit pembangkit antara lain ULPLTD Hative Kecil, ULPLTD Poka, dan PLTMG Waai, yang masing-masing ada persentasinya dibagi porsi sehingga tidak memungkinkan untuk di ULPLTD Hative Kecil ini di atas 55%, dan juga di ULPLTD Hative Kecil tidak beroperasi di 8760 jam per tahun.
3. Perbandingan nilai *CF*, *OF*, *AF*, *LF* dan *OF* antara ULPLTD Hative Kecil dan ULPLTD Poka mempunyai perbedaan di setiap bulannya dalam periode satu tahun, dimana dari bulan juni 2022 sampai bulan juli 2023,

ini dikarenakan kedua pembangkit ini memiliki perbedaan kWh produksi dan pemakaian bahan bakar B30 yang mempunyai perbedaan yang signifikan.

4. Eff sistem di ULPLTD Hative Kecil dalam 1 tahun adalah 33,93 %, dimana nilai Eff Sistem di ULPLTD Hative Kecil tiap bulannya masih memenuhi standar yaitu 30-40%.

5.2 **Saran**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan hasil yang lebih optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Alief Rakhman 2020. Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
<https://rakhman.net/power-plants-id/prinsip-kerja-pltd/>
- Faulina K. 2020. *Pengertian Mesi Diesel*/Jakarta.
- Gitatisna, Muhammad D. dan Agus Sutanto.2021. Analisis Ketersediaan Pasokan Listrik di PT PLN (Persero) UPK Teluk Sirih dengan Metode Lean Six Sigma. *Jurnal Sistem Mekanik dan Thermal*.
- Hidayat, A. (2018). Analisis pengaruh beban terhadap efisiensi generator PLTU PT. Lestari Banten Energi.
- Jasa Pendidikan Dan Pelatihan, PT. PLN (Persero). 1997. Kursus Pemeliharaan PLTD < 1 Mw (Dasar).
- Manajemen Pemeliharaan Pusat Listrik (SPLN 111-4 : 1995). Bagian 4 : Manajemen Pemeliharaan PLTD
- Penerimaan jenis bbm <http://ferryantooo.blogspot.com/2011/02/pengertian-penerimaan-jenis-Pengelolaan-bahan-bakar-minyak-jenis.html?>
- Pertamina. 2022. *Bagaimana Biosolar B30 Dibuat*. Jakarta. Penerbit PT. Pertamina (Persero).
- Pudjanarsa, Astu dan Nursuhud, Djati. 2012. *Mesin Konversi Energi*. Surabaya. Penerbit Andi.
- Samlawi, Achmad K. 2015. *Teori Dasar Motor Diesel*.Banjarbaru.
- Sindonews.com, 2020. *BBM Ramah Lingkungan B30 Energi Alami untuk Indonesia*.
- Wardoyo dkk. 2011. *Generator AC*. 1st ed. Klaten: Saka Mitra Kompetensi.

L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1 : Instruksi Kerja Pengoperasian Mesin di ULPLTD Hative Kecil

| | | |
|---|--|---|
|  | PT PLN (Persero) Wilayah Maluku dan Maluku Utara |  |
| INSTRUKSI KERJA PENGOPERASIAN MESIN SWD 6TM 410RR | No. Dokumen : IK-SPM-SMI-011-001 Revisi : 00 Tanggal : 15 September 2017 | |

1. PELAKSANA

Operator

2. ALAT KERJA DAN BAHAN

- a. Sarung tangan
- b. Helm
- c. Tutup telinga
- d. Sepatu safety
- e. Pakaian kerja
- f. Tools

3. LANGKAH KERJA

a. PERSIAPAN START

- 1) Cek level oli sump tank, level air pendingin, Ampere pompa raw water, kran raw water, cek tekanan botol angin.
- 2) Seluruh pompa-pompa bantu dijalankan (Lube Oil Pump dan Jacket Water).
- 3) Cek semua kran indicator pada cylinder head, harus pada posisi terbuka.
- 4) Engkol penutup rack diputar sampai terkunci (rack dikunci).
- 5) Mesin di hand set supaya operator mengecek apakah ada terdapat semburan air yang banyak keluar dari ruang bakar.
- 6) Selanjutnya kran indicator ditutup kembali.
- 7) Engkol penutup rack diputar kembali pada posisi semula (awal).



PT PLN (Persero) Wilayah Maluku dan Maluku Utara



| | |
|--|--|
| INSTRUKSI KERJA PENGOPERASIAN MESIN SWD 6TM 410RR | No. Dokumen : IK-SPM-SMI-011-001 Revisi : 00 Tanggal : 15 September 2017 |
|--|--|

b. STARTING ENGINE

- 1) Tekan tombol On Lube Oil Pump.
- 2) Buka kran by pass oli ke tangki gravitasi, bila oli sudah terlihat pada gelas penduga maka kran by pass ditutup kembali.
- 3) Tekan tombol On Jacket Water Pump.
- 4) Tekan tombol On Injector Cooling Water.
- 5) Tekan tombol On Pompa Transfer Fuel Oil sesuai mesin pada Panel O.E.
- 6) Tekan tombol On Fuel Oil Boster Pump.
- 7) Buka kran udara untuk start mesin (30 Bar).
- 8) Mesin siap start/ tutup kran udara.
- 9) Putaran Idle 250 rpm.
- 10) Naikkan putaran secara perlahan s/d putaran nominal.
- 11) Generator siap diparalel ke bus bar posisikan saklar dari local ke remote pada panel mesin.



| | |
|--|--|
| INSTRUKSI KERJA PENGOPERASIAN MESIN SWD 6TM 410RR | No. Dokumen : IK-SPM-SMI-011-001 Revisi : 00 Tanggal : 15 September 2017 |
|--|--|

c. SYNCKRONISASI DAN PEMBEBANAN

- 1) Putar kunci paralel manual ke posisi On (setelah On kunci dicabut).
- 2) Masukkan kunci tersebut pada Manual Safety Override dan putar ke posisi On.
- 3) Setelah persyaratan paralel dipenuhi masukkan CB Incoming.
- 4) Putar saklar paralel CB Incoming ke posisi Off dan kembalikan Manual Safety Override ke posisi Off.
- 5) Koordinasi pengaturan beban dengan Piket Pengatur Beban (Ambon 5).

b. MELEPAS BEBAN ENGINE

- 1) Koordinasi dengan Piket Pengatur Beban untuk melepas beban.
- 2) Kemudian beban mesin tersebut diturunkan perlahan-lahan, bersamaan dengan memperhatikan cos phi sampai mencapai batas di bawah 200 kW, CB dilepaskan, kemudian tegangan diturunkan lewat Main Voltage Control hingga mencapai titik nol, kemudian mesin siap untuk stop.

c. STOP ENGINE

- 1) Posisikan saklar dari remote ke local pada panel generator.
- 2) Putaran mesin diturunkan dari putaran nominal sampai putaran mencapai 250 rpm, kemudian tekan tombol stop mesin pada panel mesin dan menunggu sampai putaran mesin betul-betul stop.
- 3) Fuel Pump di-Off.
- 4) Kemudian 5 s/d 10 menit Pompa Jacket Water , Injector Cooling Water dan Lube Oil di-Off.

Lampiran 2 : Surat permohonan izin penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043
Laman : www.poliupg.ac.id/E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

Nomor : 2602/PL10/HM.02.02/2023
Hal : Permohonan Izin Penelitian

5 Juli 2023

Yth. Pimpinan PT. PLN (Persero) UIW Maluku dan Maluku Utara
UPK Maluku ULPLTD POKA
Ambon

Sehubungan dengan penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi mahasiswa pada Jurusan Teknik Mesin Program Studi D4-Teknik Pembangkit Energi, kami sangat mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu kiranya dapat memberikan izin Penelitian/Pengambilan Data pada Instansi/Perusahaan yang Bapak/Ibu pimpin.

Adapun nama-nama mahasiswa kami sebagai berikut:

| No. | Nama | Stambuk | Judul Tugas Akhir | Waktu Pelaksanaan |
|-----|-------------------|----------|--|---------------------------|
| 1. | Zabur Rante Pasak | 44218070 | Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon | 4 Juli s.d 4 Agustus 2023 |

Demikian permohonan kami, atas perhatian dan kerja sama yang baik, diucapkan terima kasih.

a.n. Direktur
Wakil Direktur I Bidang Akademik,
Kampus Mahasiswa dan Alumni,

Rusli Nur
NIP 197411062002121002

Tembusan:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Lampiran 2 : Dokumentasi Foto Penelitian









JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI D4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR 2023

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Judul Tugas Akhir : "Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon."

Nama/ Nim : Zabur Rante Pasak/ 442 18 070

Kelas : D4 RPL Teknik Pembangkit Energi

| No | Hari/Tanggal | Uraian Pembimbing | Paraf pembimbing |
|----|--------------|--|------------------|
| 1 | 25/07/2023 | Pengambilan data historis operasional mesin diesel objek | |
| 2 | 27/07/2023 | Hitung semua parameter pada bab 4, perbulan dan buat grafiknya | |
| 3 | 06/08/2023 | Bahas mengenai bahan bakar B30 secara komprehensif, hitung juga eff sistem | |
| 4 | 07/08/2023 | Perbaiki nama (lagur mesin sudah berganti) | |
| 5 | 09/08/2023 | Pembahasan harus lebih mendalam untuk itu bandingkan hasil saudara dengan hasil orang lain | |
| 6 | 11/08/2023 | Banyak baca jurnal atau referensi lain untuk mempertajam pembahasan pada bab 4 | |
| 7 | 14/08/2023 | di latar belakang belum ada sama sekali yang menyinggung B30, ada simbol di flow chart tidak cocok | |
| 8 | 16/08/2023 | Tambahkan ringkasan kemudian edit (urusan baik-baik apaman) | |

Makassar, Agustus 2023
Pembimbing I

Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19590826 198803 1 002



JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI D4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR 2023

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Judul Tugas Akhir : "Analisa Unjuk Kerja PLTD Berbahan Bakar Biodiesel (B30) Pada ULPLTD Hative Kecil, Kota Ambon."

Nama/ Nim : Zabur Rante Pasak/ 442 18 070

Kelas : D4 RPL Teknik Pembangkit Energi

| No | Hari/Tanggal | Uraian Pembimbing | Paraf pembimbing |
|----|--------------|--|------------------|
| 1 | 25/09/2023 | Pengambilan data histori operasional mesin diesel objek. | f |
| 2 | 29/09/2023 | Hitung semua parameter pada bab 4 perbulan dan buat grafiknya | f |
| 3 | 06/08/2023 | Bahas mengenai bahan bakar B30 secara komprehensif. hitung juga Eff sistem. | f |
| 4 | 07/08/2023 | Perbaiki nama (bagur mesin sudah berganti) | d |
| 5 | 09/08/2023 | Pembahasan harus lebih mendalam untuk itu bandingkan hasil saudara dengan hasil orang lain | f |
| 6 | 11/08/2023 | Banyak baca jurnal atau referensi lain untuk mempertajam pembahasan pada bab 4 | f |
| 7 | 14/08/2023 | di latar belakang belum ada membahas B30, tambahkan kesimpulan. | f |
| 8 | 15/8/23 | Ass yging skripsi | f |

Makassar, Agustus 2023
Pembimbing II

Ir. Chandra Buana, M.T.
NIP. 19650319 199103 1 003

LEMBAR REVISI JUDUL SKRIPSI

Nama Mahasiswa

: Zabur Rante Pasak

44218070

Catatan Daftar Revisi Penguji :

| No. | Nama | Uraian | Tanda Tangan |
|-----|------------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Ir. La Ode Musa, M.T. | <ul style="list-style-type: none"> > Hal 32, pers. SPC cek referensi > PC perlu dicek ulang. > hal 38 standar PLN sumbernya dari mana? > Daya terpasang & Produksi sangat berbeda > | |
| 2 | Ir. Nur Hamzah, M.T., Ph.D. | <ul style="list-style-type: none"> transmisi * Daftar Pertaloka. * hal. 78 gambar * No persamaan, tidak ada. * hal 61 - Satuan SFC. * Sama ke PLN keep CF tidak tercapai | |
| 3 | Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. | <ul style="list-style-type: none"> * transmisi 2.7 * Daya maupun * hal. 44 (kwh Produksi). * hal 53 Load factor * hal. 44 gambar. | <p>28/8/23</p> <p>anj:</p> |

| No. | Nama | Uraian | Tanda Tangan |
|-----|-------------------------------------|---|--|
| 4 | Dr. Ir. Firman, M.T. | <ul style="list-style-type: none"> * Hal. 16 - 17 Data Keon 1 2 2 * Perle lasipilean data duleug * SFC → tidak pakai 70 (hal. 32) * Daftar Pustaka perlu di perbaiki * |  28/8/23 |
| 5 | Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. | | |
| 6 | Ir. Chandra Bhuana, M.T. |  | 28/8/23  |

Makassar, Agustus 2023
Ketua/Sekretaris Panitia Ujian Skripsi,


Ir. La Ode Musa, M.T.
NIP

Catatan: Jika ada perubahan Judul Skripsi, konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik