



**ANALISA OPTIMASI GENERATOR PADA PT PLN SEKTOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)
LABUHAN ANGIN 2X115MW**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Pesyaratan Ujian Akhir Memproleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**N A M A : NURLAILA HASIBUAN
N P M : 1724210214
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2019

**ANALISA OPTIMASI GENERATOR PADA PT PLN SEKTOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)
LABUHAN ANGI 2X115 MW**

Nurlaila Hasibuan*
Rahmaniar, S.T., M.T**
Pristisal Wibowo, S.T., M.T**
Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin terdiri dari dengan kapasitas 2x115 MW bahan bakar yang digunakan adalah batubara lignite golongan low rank coal nilai klor yang direkomendasikan adalah 4.400 kka/kg. Dari hasil perhitungan akhir efisiensi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan Angin diperoleh nilai efisiensi maksimum dan minimum. Pada atgl 24 November 2019 Efisiensi tertinggi terjadi pada daya 39,95 mw dengan efisiensi 53,37% dan terendah terjadi pada daya 39,30 mw dengan efisiensi 51,945 %.Kemudian pada tgl 25 November 2019 Efisiensi tertinggi terjadi pada daya 39,77 mw dengan efisiensi 52,69% dan terendah terjadi pada daya 31,36 dengan efisiensi 51,99%.

Kata kunci: PLTU,Generator,Efisiensi

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

**ANALISA OPTIMASI GENERATOR PADA PT PLN SEKTOR
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)
LABUHAN ANGI 2X115 MW**

Nurlaila Hasibuan*

Rahmaniar, S.T., M.T**

Pristisal Wibowo, S.T., M.T**

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

PLTU Labuhan angin steam power plant consist of a capacity of twich a hundred and fifteen mw of fuel used is low rank coal lignite coal the recommended klaor value is four thosand four hunredkilo of calories per kilo gram. From the final calculation of the efficiency of the labuhan angin steam fower plant (PLTU) the maximum and minimum efficiency values are obtained. On two four november two thousand eighteen the higshest efficiency occured at Three nine,nine five mw with efficiency of Five three,three seven percent. and the lowes occured at Three nine,thirty mw with efficiency of five one,nine five percent. The on two five november two thousand eighteen . the highest efficiency occured at three nine,seven seven mw with efficiency o f five two,nine six percent. an the lowes occured three one, three six mw with an efficiency of five one ,nine nine percent.

Key words: PLTU,Generator,Eficiency

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

DAFTAR ISI

PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DATAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	I
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	6
2.2 Sislus Rankine.....	7
2.3 Bagian Utama PLTU	7
2.3.1 Boiler.....	7
2.3.2 Turbin.....	8
2.3.3 Generator.....	9
2.4 Komponen Komponen Utama PLTU.....	9
2.5 Sistem Udara Pembakaran.....	11
2.5.1 Primary Air Fan.....	12

2.5.2 Sekondari Air Fan.....	13
2.5.3 High Pressure Blower.....	13
2.5.4 Induce Draft Fan.....	14
2.6 Optimasi.....	14
2.7 Generator Listrik.....	14
2.8 Motor Listrik	17
2.8.1 Rotor.....	17
2.8.2 Stator.....	17
2.9 Pemeliharaan Generator.....	17
2.9.1 Pemeliharaan Rutin.....	18
2.9.2 Pemeliharaan Periodik.....	18
2.10. Teknik Membongkar Dan Memasang.....	23
2.11. Prosedur Pemsangan.....	25
2.12. Gambaran UmumPLTU.....	26

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat.....	30
3.2 Data Ynag Di Butuhkan.....	30
3.3 Langkah Langkah Penelitian.....	31
3.4 Flow Chat.....	32

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Perhitungan 24 November 2018	33
4.2. Data Perhitungan 25 November 2018.....	34
4.3 Analisa Data.....	35
4.4 Data Perhitungan Efisiensi Generator 24 Novemer.....	58
4.5 Data Perhitungan Efisiensi Generator 25 November.....	59
4.6 Grafik Efiseinsi Generator 24 November.....	60
4.7 Grafik Efisiensi Genertaor 25 November	61

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Perhitungan 24 November 2018..	33
Tabel 2.2 Data Perhitungan 24 November 2018.....	34
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan Efisiensi generator 24 November.....	58
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Efisiensi generator 25 November	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Kerja PLTU Labuhan Angin	6
Gambar 2.2	Skema Siklus Rankine	7
Gambar 2.3	Boiler	8
Gambar 2.4	Turbin	8
Gambar 2.5	Generator	9
Gambar 2.6	Air Pengisi Boiler	10
Gambar 2.7	Diagram Prinsip Sistem Eksitasi Statistik	20
Gambar 2.8	Eksitasi Dinamik	21
Gambar 2.9	Diagra Prinsip Dinamik Dengan Eksitasi Generator.....	21
Gambar 2.10	PLTU Labuhan Angin	26
Gambar 2.11	Boiler	27
Gambar 2.12	Steam Turbin	28
Gambar 2.13	Generator	39
Gambar 3.1	Flow Chat	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menjamin keberlangsungan produksi disuatu perusahaan diperlukan kepastian bahwa peralatan atau mesin yang digunakan dapat beroperasi dengan baik.

Untuk itu dibutuhkan suatu peralatan, peralaatan peralatan tersebut perlu dilihat keandalan dan ketersediannya serta penjadwalan.

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) terdapat banyak sekali peralatan mulai dari boiler, turbin, generator dan kondensor dengan jenis yang berbeda beda. Pada pembangkit tersebut sering mengalami kerusakan pada pipa boiler yang sering diakibatkan gesekan campuran pasir dan batu bara yang digunakan, akan tetapi generator juga sering mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan pengecekan.(Simanjuntak 2015)

Kebutuhan energi listrik yang meningkat menuntut PT PLN (Persero) untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik. Energi listrik dapat dihasilkan melalui pembangkit tenaga listrik. Pembangkit tenaga listrik terdiri dari beberapa jenis, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbasis batubara, gas alam atau bahan bakar minyak (BBM), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak turbin, Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) berbasis tenaga uap panas bumi dan

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang menggunakan bahan bakar BBM. Salah satu pembangkit listrik milik PT PLN (Persero) (Taufik, 2015).

PLTU merupakan unit pembangkitan listrik tentu harus memiliki sistem pengoperasian yang baik, yang menjadi salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi sistem kerja unit pembangkit tersebut adalah generator. Generator merupakan mesin yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik, generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik dan fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. (Armansyah Sudaryanto, 2016)

Maka dengan alasan tersebut, penulis akan membahas lebih spesifik mengenai “Analisa Optimasi Generator Pada PT PLN (Persero) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Labuhan Angin 2x115 MW

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang dilakukan dalam penelitian *maintenance* generator pada PLTU labuhan angin adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Perhitungan daya masuk dan daya keluaran pada generator PLTU labuhan angin.
2. Bagaimana mengetahui efisiensi pada generator PLTU labuhan angin.
3. Bagaimana pengaruh Optimasi terhadap efisiensi generator di PLTU labuhan angin.
4. Bagaimana cara membandingkan efisiensi SPLN dengan efisiensi PLTU angin.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang tidak dibahas didalam penelitian ini mengenai Optimasi generator pada PLTU adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas mengenai jaringan transmisi pada pembangkit listrik tenaga uap labuhan angin.
- 2 Tidak membahas perubahan kecepatan putar.
- 3 Tidak membahas masalah gangguan dan proteksinya.
- 4 Tidak membahas control generator.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian Optimasi generator pada PLTU labuhan angin adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui Perhitungan daya masuk dan daya keluaran pada generator PLTU labuhan angin
2. Untuk menegetahui efisiensi pada genertaor PLTU labuhan angin..
3. Untuk mengetahui pengaruh Optimasi terhadap efisiensi generator di PLTU labuhan angin.
4. Untuk mengetahui perbandingan efisiensi SPLN

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini di lakukan dalam Optimasi generator pada PLTU labuhan angin adalah sebagai berikut:

1. Bermanfaat terhadap penulis untuk menambah ilmu pengetahuan wawasan dan pengalaman tentang Optimasi generator.

2. Bermanfaat terhadap orang lain yang mempelajari materi Optimasi generator PT PLN (Persero) Sektor pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin
3. Sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan study Strata 1.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan penelitian, dan manfaat, penelitian dan sistematika penelitian.

Bab 2 Landasan Teori

Berisi tentang landasan teori, pembasan prinsip kerja PLTU, berisi tentang komponen komponen utama PLTU, dan membahas secara keseluruhan mengenai Optimasi genetaror .

Bab 3 Metode Penelitian

Pada bab ini penjelasan mengenai data data, adapun data data yang diperlukan daya aktif generator pada PLTU labuhan angin , nilai kalor bahan bakar pada PLTU labuhan angin, konsumsi bahan bakar pada PLTU labuhan angin.

Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang hasi dari pembahasan yaitu perhitungan daya masukan dan daya keluaran pada PLTU labuhan angin, mengetahui efisiensi generator pada PLTU labuhan angin.

Bab 5 Kesimpulan dan saran

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan generator pada PLTU labuhan angin ,
dan juga saran untuk Optimasi generator pada PLTU labuhan angina

Lampiran

Pada lampiran ini berisi tentang lampiran lampiran dari penelitian dalam data pengoperasionalan generator terhadap PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Labuhan Angin

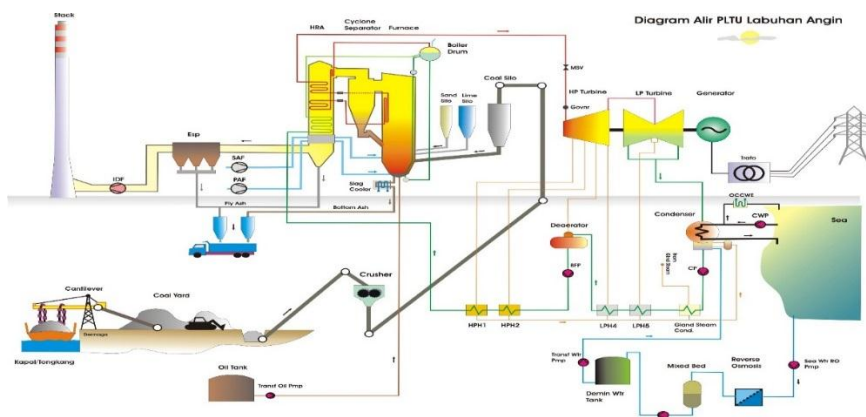
Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi tentang sumber sumber: Pembangkit tenaga listrik, Abdul karir, 2010. Motor Listrik , Indra gunawan, 2012, PT PLN pembangkit Labuhan angin, 2008. PT PLN Labuhan angin 2019. Simanjuntak 2015. Taufik 2015. Armansyah surdayanto 2016. Oloni Togu simanjuntak 2015.

BAB 2 DASAR TEORI

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU terdapat banyak sekali peralatan, mulai dari, boiler, turbin uap, generator, trafo, dan masih banyak lagi dengan jenis yang berbeda-beda. Pada pembangkit tersebut sering mengalami kerusakan pada pipa boiler yang sering diakibatkan gesekan campuran pasir dan batubara yang digunakan, akan tetapi generator dan trafo juga sering mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan pengecekan keandalan dari komponen-komponen tersebut. Pada keadaan ini generator dan trafo menjadi bahasan. PLTU Labuhan Angin menggunakan fluida kerja air uap dengan sirkulasi tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang untuk menghasilkan uap jenuh untuk memutar poros turbin. Siklus gambar labuhan angi dapat dilihat pada gambar. Sumber: (Oloni Togu simanjuntak, 2015).

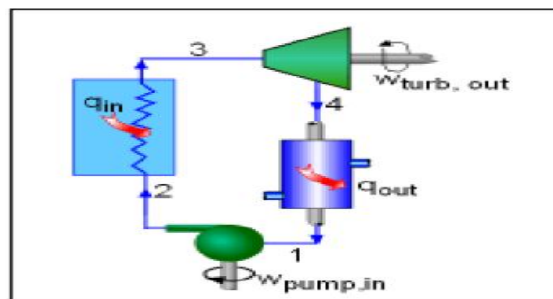


Gambar 2.1 Siklus kerja PLTU labuhan angin

Sumber: (PLN labuhan Angin,2019)

2.2. Siklus Rankine

Siklus *Rankine* adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja panas disuplai secara eksternal pada aliran. Siklus tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Siklus *rankine* ideal terdiri dari proses kompresi isentropik pada pompa, penambahan kalor pada tekanan konstan di boiler/ketel, ekspansi *isentropik* pada turbin, dan pelepasan kalor pada tekanan tetap di kondensor. Skema sistemnya adalah seperti berikut ini:



Gambar 2.2. Skema siklus rankine

Sumber: (Pendidikan dan pelatihan generator)

2.3. Bagian Utama PLTU

Bagian utama pada sebuah pembangkit listrik tenaga uap terdiri dai bagian adalah sebagai berikut:

2.3.1. Boiler

Boiler berfungsi untuk mengubah air (*feed water*) menjadi uap panas lanjut (*superheated steam*) Yang akan digunakan untuk memutar turbin.

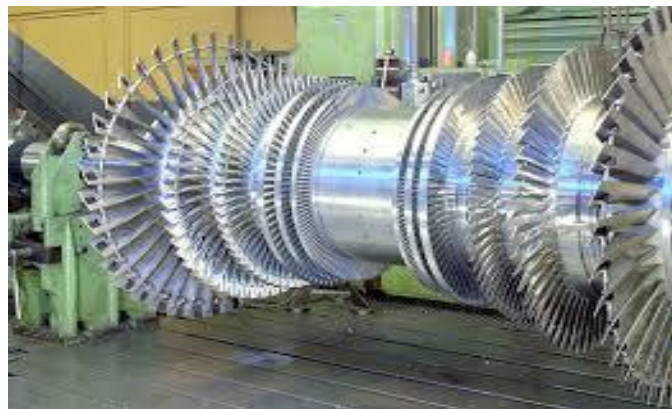


Gambar 2.3 Boiler

Sumber: (Penulis, 2019)

2.3.2 Turbin

Turbin Uap berfungsi untuk mengkonversi energi panas yang dikandung oleh uap menjadi energi putar atau (energi mekanik). Poros turbin dikopel dengan poros generator sehingga ketika turbin berputar generator juga ikut berputar.



Gambar 2.4 turbin

Sumber:(Penulis,2019)

2.3.3. Generator

Generator berfungsi untuk mengubah energi putar dari turbin menjadi energi listrik.



Gambar 2.5. generator

Sumber: (Penulis,2019)

2.4. Komponen Komponen Utama PLTU

Struktur dasar dan komponen-komponen utama sebuah pusat listrik tenaga uap (PLTU) sebuah boiler bekerja sebagai tungku, memindahkan panas berasal dari bahan bakar yang membakar kepada barisan barisan pipa air yang mengelilingi api. Air harus senantiasa berada dalam keadaan mengalir walaupun dilakukan dengan pompa. Sebuah drum berisi air dan uap bertekanan dan suhu tinggi menghasilkan uap yang dilakukan turbin. Drum ini juga menerima air pengisi yang diterima dari kondensor.

Uap mengalir ke turbin tekanan tinggi setelah melewati *superheater* guna meningkatkan suhu kira-kira 200°C. Dengan demikian uap juga menjadi kering dan efisiensi seluruh PLTU meningkat. Turbin tekanan tinggi mengubah energi termal

menjadi energi mekanikal dengan mengembangnya uap yang melewati sudu sudu turbin. Uap dengan demikian menurut baik tekanan maupun suhunya agar meningkatkan efisiensi termal dan menghindari terjadinya kondensasi terlampau dini, uap dilewatkan sebuah pemanas ulang, yang juga terdiri atas pipa barisan barisan yang dipansakan.



Gambar 2.6 Air Pengisi Boiler

Sumber: (Penulis,2019)

Bahan bakar yang dipakai biasanya terdiri atas batu bara, minyak bakar, atau gas bumi. Nilai bahan bakar yang dimiliki oleh PLTU labuhan angin adalah 4.400 kka/kg. Sebelum memasukkan ke pembakara boiler batu bara digiling terlebih dahulu. Demikian pula minyak bakar perlu dipanaskan, sebelum dapat dialirkan ke pembakar boiler. Sebuah kipas mengatur masuknya udara ke dalam boiler dalam jumlah besar sebagaimana diperlukan guna pembakaran. Dan sebuah kipas lain mengatur agar semua gas buang melewati berbagai alat pembersih sebelum dialirkan ke cerobong dan dilepas di udara bebas.

Selain komponen utama, sebuah PLTU masih memiliki ratusan lagi komponen dan alat lain guna menjalankan seluruh sistem, seperti katup uap,

sebuah kipas mengatur masuknya udara kedalam boiler dalam jumlah besar sebagaimana yang diperlukan. Dan sebuah kipas lain mengatur agar semua gas buang melewati berbagai alat pembersih sebelum dialirkan kecerobong dan dilepas diudara bebas.

Selain komponen utama, sebuah PLTU Masih memiliki ratusan lagi komponen dan alat lain juga menjalankan seluruh sistem seperti katup uap, pembersih air, pompa minyak pelumas dan sebagainya. Kemudian perlu juga disebut sistem air pendingin yang terdiri atas tempat air masuk dan kembali ke laut sungai atau danau. Kemungkinan adanya menara pendingin kemudian instalasi untuk membuat air bersih bagi boiler.

Dan bila mana pendingin generator dilakukan dengan hidrogen terdapat pula sebuah instalasi hidrogen. Sebuah PLTU batu bara juga perlu memiliki fasilitas penerimaan batu bara dari laut atau sungai, serta sebuah halaman batu bara dengan fasilitas penggilingan. Banyak PLTU batu bara juga dilengkapi dengan fasilitas untuk memanfaatkan abu terbangnya, guna dibuat batu bata untuk bangunan atau jalanan dan tidak kalah penting dengan adanya fasilitas untuk mengurangi pencemaran. Sumber: (Pembangkit tenaga listrik, Abdul kadir 2010)

2.5 Sistem Udara Pembakaran

Boiler pada PLTU Labuhan Angin unit 1 & 2 menggunakan dua aliran udara pembakaran utama yaitu $\pm 60\%$ aliran udara yang berasal dari *Primary Air Fan* (PAF) dan $\pm 36\%$ *Secondary Air Fan* (SAF). Ditambah $\pm 3\%$ udara berasal dari *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan* dan $\pm 1\%$ udara yang berasal dari

limestone dengan total *flow* udara pada beban 100 MW berkisar $\pm 285.985,40$ kg/h sementara untuk menghisap gas-gas hasil pembakaran (*flue gas*) dari ruang bakar menggunakan *Induce Draft Fan* (IDF).

Fungsi dari sistem udara pembakaran adalah untuk menyediakan udara yang cukup untuk kebutuhan proses pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar (*Furnace*). Bahan bakar yang digunakan adalah batu bara dengan nilai kalor yang diperoleh dalam PLTU adalah 4.400 kkal/kg. Karena proses pembakaran berlangsung terus selama boiler beroperasi, maka pasokan udara pembakaran pun harus dilakukan secara terus menerus serta produk gas hasil pembakaran juga harus dikeluarkan secara terus – menerus. Seperti telah diketahui bahwa energi masuk (P_{in}) pada PLTU adalah pemasukan sejumlah nilai bahan bakar (kg/s) x nilai kalor (kka/kg). Perbandingan antara daya keluaran (P_{out}) dan daya masukan (P_{in}) disebut efisiensi generator dan dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

P_{out} = daya keluaran

P_{in} = daya masukan

Sumber: (PT PLN Pembangkit Labuhan Angin Nova Hery Soni ojt angk. IV 2008)

2.5.1. *Primary Air Fan* (PAF)

Udara pembakaran disuplai dari dua *primary air fan*, di mana udara primer ini terbagi menjadi dua aliran udara yaitu aliran udara yang tidak melewati *tubular air heater* (*cold air primary*) dan aliran udara yang melewati *tubular air heater* (*hot air*

primary). Aliran udara *cold air primary* dengan temperatur $\pm 57^{\circ}c$ dan tekanan ± 3 kpa digunakan untuk menjaga aliran atau sebagai seal batubara agar batubara di dalam *coal feeder* tidak keluar dari *box feeder* dan digunakan untuk mendorong batubara pada pipa atau line yang menuju *furnace* dari *coal feeder*, sedangkan aliran udara *hot air primary* dengan temperatur $\pm 215^{\circ}c$ digunakan untuk mendorong dan memanaskan batubara sebelum masuk ke dalam *furnace*, selain itu fungsi utama *hot air primary* ini adalah sebagai udara pembakaran di dalam *furnace*.

2.5.2. Secondary Air Fan (SAF)

Selain menggunakan aliran udara primer udara pembakaran juga berasal dari udara sekunder. Udara sekunder ini sebelum masuk ke dalam *furnace* melewati tubular air *heater* sehingga aliran udara sekunder ini menjadi panas. Aliran udara sekunder ini masuk ke dalam *furnace* melalui damper-damper di bagian depan dan belakang *furnace* yang jumlahnya 12 damper. Selain itu udara sekunder ini juga digunakan untuk start – up *burners* dengan menggunakan HSD.

2.5.3 High Pressure Blower/High Pressure Air Fan

Selain dari aliran udara primer dan sekunder udara pembakaran *juga* dibantu oleh *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan*, jumlah *flow* dari udara *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan* ini pada beban 100 MW berkisar ± 10803.4 kg/h dengan temperature $\pm 88^{\circ}c$ dan *discharge pressure* $\pm 0,5$ kg/cm². *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan* ini berfungsi untuk membuat aliran udara yang berputar (*turbulen*) yang tujuannya untuk melindungi dinding *cyclone* pada bagian *expansion bellow*, agar batubara yang belum habis terbakar dan pasir yang

jatuh tidak mengenai atau menempel pada bagian *expansion bellow* pada dinding cyclone.

Batubara yang belum habis terbakar yang menempel pada bagian *expansion bellow* akan dapat merusak dan menghambat sirkulasi pada *cyclone*. Selain untuk melindungi *expansion bellow* pada dinding *cyclone* udara yang berasal dari *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan* ini juga digunakan untuk mendorong batubara yang belum habis terbakar masuk kedalam *furnace* pada *sealpot* yang letaknya dibawah *cyclone*. *Sealpot* digunakan sebagai penghambat laju aliran batubara yang belum habis terbakar sebelum masuk ke *furnace*. Udara dari *High Pressure Blower/High Pressure Air Fan* juga digunakan untuk mendorong *Inert Media Bed* (Pasir) pada saat pengisian ke *furnace*, serta sebagai pendorong agar batubara yang belum habis terbakar dapat masuk kembali ke dalam ruang bakar (*furnace*) dari *cyclone*.

2.5.4. Induce Draft Fan (IDF)

Induce draft fan digunakan untuk mengisap gas-gas hasil pembakaran dari *Furnace* dan mendorong ga-gas pembakaran tersebut menuju ke stack yang dibuang ke atmosfer. Sumber:(PLN Labuhan angin 2008)

2.6. Optimasi

Optimasi (Optimization) adalah aktivitas untuk mendapatkan hasil terbaik dibawah keadaan yang diberikan. Tujuan dari semua aktivitas tersebut adalah meminimumkan usaha (Effor) atau memaksimimkan manfaat (Benefit) yang diinginkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan, maka optimasi

dapat didefinisikan sebagai proses untuk menemukan kondisi yang memberikan nilai minimum atau maksimum dari sebuah fungsi. Optimasi dapat diartikan sebagai aktivitas untuk mendapatkan nilai maksimum suatu fungsi suatu dapat dilakukan dengan mencari minimum dari fungsi yang sama.

2.7. Generator Listrik

Peralatan listrik utama sebuah pusat tenaga listrik terdiri dari antara lain atas generator, transformator, pemutus daya, reaktansi eksternal, pengamanan, dan instrumentasi. Dalam bentuk yang sederhana sebuah generator listrik terdiri dari atas magnet dan kumparan. Bilamana suatu sederhana gerakan relatif antara kedua komponen garis gaya magnet memotong belitan belitan kumparan dan suatu gaya gerak listrik (ggl) akan dibangkitkan. Sebuah generator listrik atau alternator modern terdiri atas suatu sistem *elektromagnet* dan suatu *armatur* yang terdiri atas sejumlah kumparan dari konduktor berisolasi yang diletakkan dalam alur (*slot*) inti besi berlaminasi berdasarkan hukum induksi Faraday besar gaya gerak listrik yang di induksi adalah:

$$GGL = - \frac{d}{dt}$$

Dengan :

GGL = gaya gerak listrik (V)

Dt = Elemen waktu t, (s)

B = Induksi magnet

S = Permukaan S, (m) dan

- = Tanda selaku besaran vektor

Secara umum terdapat 2 tipe konstruksi. Pada salah satu tipe sistem magnet berada dalam keadaan *stasioner* yaitu tidak bergerak sedangkan armatur kumparan yang berputar di dalam medan magnet. Pada tipe kedua armatur kumparan yang tidak bergerak sedangkan magnet terpasang pada suatu roda yang bergerak mengelilingi kumparan. Kedua tipe mesin menghasilkan listrik arus bolak balik, atau arus tukar. Arus tukar dapat di konversikan menjadi arus searah dengan mempergunakan kontak kontak berputar dan sikat, berupa komutator yang terpasang pada poros generator listrik. Roda yang terpasang di tengah tengah dengan elektromagnetik pada tipenya dikenal sebagai rotor. Rotor yang diperlihatkan memiliki dua pasang *elektromagnet* yang menonjol. Karena yang dinamakan rotor kutup menonjol.

Jenis rotor lain adalah rotor silinder, dan kutub kutubnya tidak menonjol keluar. *Elektromagnet* yang terpasang pada rotor di isi dengan arus searah oleh sebuah genertaor kecil yang dinamakan dinamo penguat, yang biasanya terpasang pada poros generator. Tegangan arus searah diatur dengan mengendalikan sebuah *reostat*. Rotor terletak di dalam sebuah rumah dilengkapi dengan kumparan karena rumah ini merupakan bagian generator yang tidak bergerak atau statis, dinamakan stator. Bila mana poros rotot tersambung pada sebuah penggerak mula dan diputar, medan magnet yang turun berputar akan memotong kumparan kumparan stator. Didalam kumparan stator akan di induksikan gaya gerak listrik dan dibangkitkan energi listrik. Frekuensi energi listrik itu tergantung dari jumlah pasangan kutup dan kecepatan putar rotor berputar :

$$F = \frac{p \cdot n}{60}$$

Dengan:

F = Frekuensi (c/s)

P = Jumlah pasang kutub

N = putaran per menit(ppm)

Sumber: (Pembangkit tenaga listrik, abdul kadir, 2010)

Di dalam generator arus searah dikenal tiga macam daya yaitu daya masukan (Pin), daya pada jangkar (daya dalam Pa), dan daya keluaran (Pout). Daya masukan adalah daya yang digunakan untuk memutar rotor generator. Daya pada jangkar (daya dalam) adalah daya yang dihasilkan oleh lilitan jangkar sedangkan daya keluaran adalah daya yang dipakai oleh beban. Perbandingan antara daya keluaran P1 dengan daya masukan Pm disebut efisiensi generator dan dinyatakan dengan persamaan:

Sumber: (Nuraini priyaningsi.2017)

Keterangan:

$$\eta = \frac{P \text{ out}}{P \text{ in}} \times 100\%$$

Pout = daya keluaran

Pin = daya masukan

2.8 Motor Listrik

Motor listrik mempunyai dua komponen utama yaitu :

2.8.1. Rotor

Rotor adalah bagian motor listrik yang berputar. Rotor ini berbentuk silinder dan terbuat dari pelat pelat besi yang di pres atau dipadatkan. Seperti motor induksi yang lain, rotor pada motor pasa terpisah juga tidak berkumparan oleh karena itu, rotor ini jarang sekali rusak .

2.8.2. Stator

Stator adalah bagian motor listrik yang diam atau tidak berputar. Stator dibuat juga dengan menyusun dan mengepres pelat pelat besi menjadi bentuk utuh dan rapi sebagai tempat semua kumparan. Biasanya stator pada motor induksi (kecuali pada motor kutub bayangan) Sumber:(Motor listrik,indra gunawan,2012)

2.9 Pemeliharaan Generator

Tujuan pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya gangguan pada saat unit beroperasi, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar / fatal dan peralatan tersebut mempunyai masa pakai yang lebih lama, menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik serta tingkat keselamatan lebih terjamin. Pada umumnya pemeliharaan komponen generator di unit pembangkit termal dilakukan dalam 2 katagori, yaitu :

1. Pemeliharaan yang bersifat rutin.
2. Pemeliharaan yang bersifat periode

2.9.1 Pemeliharaan Rutin.

Pemeriksaan yang bersifat rutin ialah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang dengan periode waktu harian, mingguan dan bulanan dengan kondisi sedang beroperasi, yaitu meliputi :

1. Pemeriksaan temperatur belitan stator, *bearing*, air pendingin, dan sebagainya yang dilakukan setiap hari.
2. Pemeriksaan kebocoran pendingin minyak (khusus generator dengan pendingin hidrogen) dalam sekali sebulan.
3. Pemeriksaan vibrasi sekali sebulan.
4. Pemeriksaan tekanan hidrogen, seal oil pump.
5. Pemeriksaan *fuse rotating rectifier (Brushless excitation)* atau pemeriksaan sikat arang (*Static Excitation / DC Dinamic Excitation*). Sumber: (PT PLN Persero pemeliharaan generator)

2.9.2 Pemeliharaan Periodik.

Pemeriksaan yang bersifat periodik ialah pemeriksaan yang dilakukan berdasarkan lama operasi dari generator, yang diklasifikasikan :

1. Pemeriksaan sederhana, setiap 8.000 jam.
2. Pemeriksaan sedang, setiap 16.000 jam.
3. Pemeriksaan serius, setiap 32.000 jam.

Hal-hal yang perlu diperiksa bagian Rotor Generator, meliputi :

1. Periksa kebersihan dan perubahan bentuk kumparan serta kerusakan dan penggeseran dari blok isolasinya.
2. Periksa kekendoran beban penyeimbang (*balance weight*).
3. Cek ujung komponen dibawah cincin penahan.
4. Periksa kelonggaran rakitan penghantar radial.

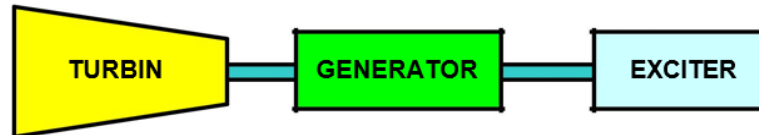
5. Periksa komponen-komponen rotor, seperti cincin penahan, pasok blower dan poros (komponen tersebut disarankan diperiksa dengan ultra sonic test atau penetrant test untuk mengetahui keretakan material-material tersebut).
6. Teliti kelonggaran dari tiap-tiap baut dan plat alas.
7. Kerusakan dari rotor dan kopling, diteliti, pasak-pasak rotor dan beban penyeimbangan diperiksa kelonggarannya.
8. Perapat penekan dan cincin perapat harus diperiksa celahnya, kerusakan perubahan bentuk. Cincin perapat harus diperiksa kelancaran gerakannya.
9. Tiap *labyrinth* harus diperiksa kerusakannya dan keadaan celahnya.
10. Periksa kerusakan bahan bantalan.

Sistem Eksitasi Penguatan medan atau disebut eksitasi adalah pemberian arus listrik untuk membuat kutub magnet pada generator. Dengan mengatur besar kecil arus listrik tersebut, kita dapat mengatur besar tahanan out put generator atau dapat juga mengatur besar daya reaktif yang diinginkan pada generator yang sedang paralel dengan sistem jaringan besar (*infinite bus*). Ada beberapa jenis sistem yaitu:

1. Sistem Eksitasi Statik
2. Sistem Eksitasi Dinamik

Sistem eksitasi statik adalah sistem eksitasi generator tersebut di suplai dari eksiter yang bukan mesin bergerak, yaitu dari sistem penyearah yang sumbernya di suplai dari output generator itu sendiri atau sumber lain dengan melalui transformator. Secara Prinsip dapat di gambarkan sebagai berikut.

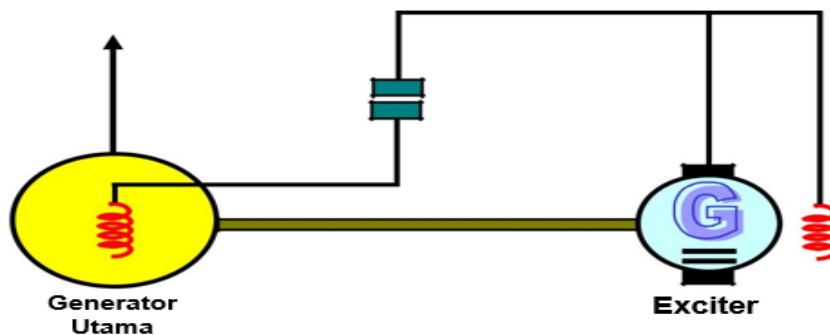
Sistem eksitasi dinamik adalah sistem eksitasi yang sumber suplai arus eksitasi diambil dari mesin yang bergerak, dan mesin yang bergerak tersebut disebut Eksiter. Biasanya eksiter tersebut sebagai tenaga penggeraknya di pasang satu poros dengan generator.



Gambar 2.8. Sistem Eksitasi Dinamik

Sumber: (pendidikan dan pelatihan pemeliharaan generator)

Seperti diketahui bahwa untuk arus eksitasi adalah arus searah, maka sebagai *eksiternya* adalah mesin arus searah (generator DC) atau dapat juga dengan mesin arus bolak balik (Generator AC) kemudian diserahkan dengan *rectifier*. Prinsip sistem eksitasi dengan menggunakan eksiter generator arus searah adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9. Diagram Prinsip Dinamik Dengan Eksiter Generator

Sumber: (pendidikan dan pelatihan pemeliharaan generator)

Komponen komponen yang perlu diperiksa pada sistem eksitasi dengan generator DC meliputi:

1. Periksa keadaan komutator , apakah ada yang cacat atau permukaan tidak rata
2. Periksa keadaan sikat arang dan tekanannya
3. Cek baut baut pengikat
4. Ukur tahan isolasi kumparan rotor dan stator generator DC Tes pendeteksi temperatur (RTD)
5. Cek sikat arang dan *slipring* pada sambungan ke eksitasi .

Komponen komponen yang perlu diperiksa pada sistem Eksitasi tanpa sikat

1. Periksa dioda penyearah putar (*rotaring dioda rectilifer*) dari kotoran atau bekas terjadi pemanasan lebih dan kerusakan
2. Periksa *zekering* , diganti bila ada yang putus
3. Cek baut baut terminal
4. Lakukan pengukuran tahanan isolasi
5. Periksa penghantar fleksibel dioda dari kerusakan dan kelonggaran
6. Bersihkan seluruh kumparan kumparan dari kotoran.

Fungsi utama perapat poros *alternator* adalah, mencegah gas hidrogen keluar ke atmosfer, karena tekanan gas hidrogen didalam *alternator* lebih tinggi dari tekanan udara luar. Sebagai media perapat digunakan minyak pelumas. Perapat tipe radial ini terbentuk dari dua pasang sirip perapat (*sealing fin*) dengan kelonggaran (*clearance*) yang kecil. Untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh gesekan, maka perapat tersebut ditekan oleh pegas yang lemas. Minyak perapat dengan tekanan sedikit lebih tinggi dari tekanan hidrogen dialirkan ketengah perapat dan

memberi perapatan dengan mengalir kedua arah yang berlawanan, satu ke arah sisi hidrogen dan yang lain ke arah sisi udara. Untuk mencegah minyak masuk ke dalam *casing alternator*, dipasang ring penghapus minyak.

Minyak ini selanjutnya dialirkan ke tangki vakum dan gas hidrogen dipisahkan dari minyak untuk dikembalikan ke alternator. Sedang minyak yang ke sisi udara dikumpulkan dalam tangki detraining. Minyak perapat dipasok dengan menggunakan pompa yang digerakan oleh motor listrik. Tekanan minyak perapat dipertahankan sedikit lebih (sekitar 0,5 bar) tinggi dari tekanan hidrogen dengan menggunakan katup pengatur.

2.10 Teknik Membongkar Dan Memasang

Sebelum pekerjaan mengeluarkan rotor dimulai maka bagian-bagian yang harus dilepas dahulu mempunyai urutan sebagai berikut :

1. Lepas kopling generator dan turbine.
2. Lepas kopling antara generator dan *excite*.
3. Lepas pipa-pipa yang berhubungan dengan generator *exciter* baik itu pipa minyak lumas, minyak perapat, pipa gas H₂ yang perlu saja serta alat-alat ukurnya.
4. Lepas *exciter* dari tempatnya.
5. Lepas *breaker* (selubung) bagian atas generator berikut bantalan bagian atas dan bawah dengan rmemasang suport untuk manahan poros.
6. Lepas pembatas antara kumparan dengan kipas penghembus (*blower shroud* dengan *blowernya*).

7. Pasang penyangga khusus (*remote support*) pada ujung sisi *exciter*.
8. Lepas atau turunkan *bracket* (selubung) bagian bawah dengan terlebih dahulu memasang penyangga (umumnya besi kanal H) untuk menahan rotor.

Yang penting untuk dicatat sebelum melepas peralatan diatas adalah :

1. Ukur kondisi penyebarisan (*alignment centering*) antara poros rotor generator dan poros rotor *exciter*.
2. Ukur celah (*clearance*) antara *labirinth oil seal* dengan poros generator dengan menggunakan *fuller gauge (thickness gauge)*.
3. Ukur celah (*clearance*) antara *bearing* dengan rotor generator menggunakan lead wire dan inside micro meter
4. Ukur celah antara cincin perapat minyak untuk gas hidrogen dengan fuller gauge.
5. Ukur celah antara *blower* (kipas penghisap debu).
6. Ukur celah antara rotor dengan stator dengan alat ukur *fuller gauge* yang agak besar / khusus.
7. Pengukuran ataupun pemanasan lainnya yang dianggap perlu untuk masa *assembling* kembali.

Hal - hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembongkaran :

1. Tutupi *Man-Hole*, ujung *bracket* dan sebagainya dengan lembaran plastik yang bersih, untuk mencegah masuknya benda - benda asing kedalam stator generator.

2. Untuk memudahkan waktu pemasangan kembali, beri tanda pada *manhole* dan ujung breaket saat sebelum dibuka.
3. Pastikan air pendingin H₂ sudah kosong.
4. Peralatan yang harus dibawa kedalam stator generator harus sesedikit mungkin, jangan rnernbawa benda-benda yang tak perlu.
5. Pada waktu memasuki stator generator, gunakan sepatu karet yang lunak untuk rnenghindari kerusakan isolasi.
6. Pergunakan peralatan khusus pada waktu rnengeluarkan rotor.
7. Jangan rnengikat dengan tali kawat (*sling*) langsung pada poros maupun badan rotor.
8. Pastikan bagian-bagian yang diambii sudah lepas dari pengikatnya, baut-bautnya sudah dilepas demikian pula pasoknya.
9. Pergunakan Baut mata (*eye bolt*) untuk mengangkat bantalan rotor

2.11. Prosedur Pemasangan.

Secara umum bahwa langkah-langkah pemasangan kembali komponen komponen generator adalah kebalikan dari prosedur pembongkaran / pelepasan. Adapun hal-hal yang perlu diketahui pada proses kegiatan pemasangan kembali, antara lain :

1. Pergunakan peralatan khusus pada waktu memasang kembali rotor dengan cara kebalikan pada saat mengeluarkan.
2. Pastikan tidak ada benda-benda lain yang ketinggalan dalam stator.
3. Jangan mengikat dengan tali langsung pada poros rotor maupun badan rotor.

4. Ganti semua gasket pada sambungan-sambungan dengan yang baru.
5. Pastikan dudukan bantalan dan perapat minyak telah bersih.
6. Pastikan semua baut tidak ada yang kendur.

2.12. Gambaran umum pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) labuhan angin



Gambar 2.10. PLTU Labuhan Angin

Sumber:(PLN labuhan angin,2019)

Adapun komponen yang paling penting dipembangkit listrik tenaga uap labuhan angin adalah sebagai berikut:

1. Boiler

Boiler merupakan bejana atau wadah yang di dalamnya berisi air atau fluida lain untuk dipanaskan. Boiler mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Manufaktur : Foster Wheler Co.
2. Type : Circulating Fluidized Bed (CFB)
3. Capacity : 423 ton/hour
4. Steam temp : 542 °C
5. Steam pressure : 10,32 Mpa

6. Fuel : Oil and Coal



Gambar 2.11. boiler
Sumber:(Penulis, 2019)

2. Steam Turbine

Steam Turbine merupakan penggerak utama yang mengubah energi panas dari penguapan langsung menjadi energi putaran mesin. Steam Turbine mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Manufaktur : Shanghai Turbine Co. LTD
2. Type : N115-9,32/537
3. Speed : 3000 RPM
4. No. extraction : 5
5. Rotation : Clock wise
6. Steam flow : 409,437 t/h
7. Heat Rate : 8991,7 kJ/kWh



Gambar 2.12.Turbin

Sumber: (Penulis ,2019)

3. Generator

Generator merupakan sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik . Genertor ini mempunyai spesifikasi:

1. Manufaktur : Shandong Jinan Power Machiner Equipment
2. Rated power : 115 MW
3. Rated voltage : 13,8 kV
4. Rated current : 6014 A
5. Power factor : 0,8
6. Frekuensi : 50 Hz
7. Rated power : 143,75 MVA
8. Exciting current : 1341,6 A

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2018. Penelitian ini dilaksanakan di PT PLN (Sektor) Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan Angin Desa Tapian Nauli 1, Tapanuli Tengah, Sumatera Utara. Identifikasi generator ini dilakukan di PT PLN (Sektor) Labuhan angin pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin.

3.2. Data Data Yang Di Butuhkan

Adapun data data yang dibutuhkan di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin seperti:

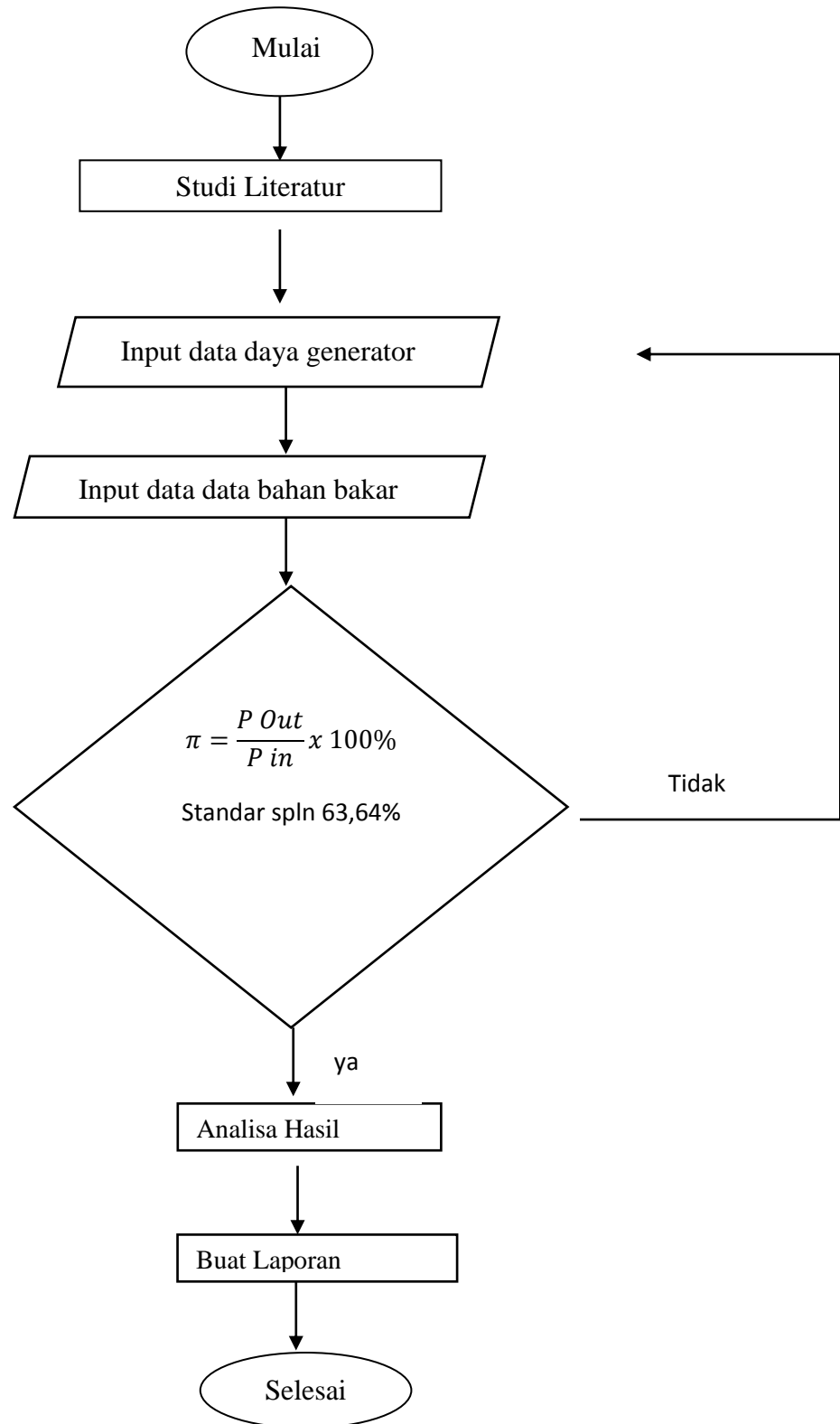
1. Daya aktif pada generator pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin
2. Nilai Kalor Bahan Bakar
3. Konsumsi Bahan Bakar

3.3. Langkah Langkah Penelitian

1. Mengidentifikasi masalah, yaitu menentukan tempat pengambilan data tugas akhir di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan Angin.
2. Pengambilan data, yaitu daya aktif (mw), yang di bangkitkan generator, Jumlah konsumsi bahan bakar (Liter/jam), dan nilai kalor bahan bakar (kka/jam).
3. Menganalisa data yang diperoleh untuk mendapatkan efisiensi kerja pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin

4. Memperhatikan hasil analisis berupa besarnya efisiensi kera pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan angin. Apakah benar atau tidak jika tidak kita akan mengambil data kembali sampai mendapatkan hasil efisiensi yang benar
5. Setelah data di dapat maka melakukan analisa dan pembahasan.

3.5 Flow Chat



Gambar 3.1 Flow Chat Pelaksanaan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa data dari PT PLN Labuhan angin maka data dapat diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Perhitungan (24 November 2018)

Waktu Jam	Daya Mw	Bahan Bakar Kg/s
00.00	39,57	14694
01.00	39,70	14714
02.00	39,43	14709
03.00	39,45	14732
04.00	39,43	14766
05.00	39,43	14766
06.00	39,28	14740
07.00	39,28	15725
08.00	39,41	14753
09.00	39,31	14714
10.00	39,61	14809
11.00	39,42	14596
12.00	39,40	14617
13.00	39,52	14676
14.00	39,43	14653
15.00	39,31	14622
16.00	39,38	14704
17.00	39,18	14645
18.00	39,95	14643
19.00	39,33	14725
20.00	39,27	14730
21.00	39,38	14722
22.00	39,30	14794
23.00	39,53	14763
Rata Rata	39,43	14709

Sumber: (PLN Sektor Labuhan Angin, 2018)

Berdasarkan analisa data dari PT PLN Labuhan angin maka data dapat diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Perhitungan Tanggal 25 November 2018

Waktu Jam	Daya Mw	Bahan Bakar Kg/s
00.00	39,44	14733
01.00	39,65	14776
02.00	39,68	14778
03.00	39,58	14837
04.00	39,71	14822
05.00	39,57	14799
06.00	39,36	14804
07.00	39,69	14799
08.00	39,64	14786
09.00	39,71	14771
10.00	39,59	14732
11.00	39,77	14840
12.00	39,64	15750
13.00	39,6	14704
14.00	39,77	14758
15.00	39,51	14709
16.00	39,66	14789
17.00	39,45	14784
18.00	39,34	14768
19.00	39,24	14745
20.00	39,13	14707
21.00	39,28	14717
22.00	39,49	14766
23.00	39,55	14760
Rata Rata	39.54	14678

Sumber: (PLN Sektor Labuhan Angin, 2018)

4.3 Analisa Data

Berikut ini hasil perhitungan Efisiensi Labuhan Angin terjadi perubahan beban disetiap jamnya.

Nilai Kalor Bahan Bakar = (4.400 kka/kg)

Nilai Bahan Bakar = (14694 kg/s)

1. Tanggal 24 November 2018 Jam 00.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (P out)} &= 39,57 \text{ MW} \\ &= 39.570.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14694 \text{ kg/s} \times 4400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.653.000 \text{ kka/s} \\ &= 270.510.662.400 \text{ joule/s} \\ &= 75.141.850.66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.570.000 / 75.141.850.66 \times 100\% \\ &= 52,66 \% \end{aligned}$$

2. Tanggal 24 November 2018 Jam 01.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,70 \text{ MW} \\ &= 39.700.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada (P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14714 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.741.600 \text{ kka/s} \\ &= 270.878.854.400 \text{ joule/s} \\ &= 75.244.126.22 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\
 &= 39.700.000 / 75.244.126.22 \times 100\% \\
 &= 52,76 \%
 \end{aligned}$$

3. Tanggal 24 November 2018 Jam 02.00

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,43 \text{ MW} \\
 &= 39.430.000 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{in}} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\
 &= 14709 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\
 &= 64.719.600 \text{ kka/s} \\
 &= 270.786.806.400 \text{ joule/s} \\
 &= 75.218.557,33 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\
 &= 39.430.000 / 75.218.557,33 \times 100 \% \\
 &= 52,42 \%
 \end{aligned}$$

4. Tanggal 24 November 2018 Jam 03.00

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,45 \text{ MW} \\
 &= 39.450.000 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{in}} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\
 &= 14732 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\
 &= 64.820.800 \text{ kka/s} \\
 &= 271.210.227.200 \text{ joule/s} \\
 &= 75.336.174,22 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\
 &= 39.450.000 / 75.336.174,22 \times 100 \\
 &= 52,36 \%
 \end{aligned}$$

5. Tanggal 24 November 2018 Jam 04.00

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Generator (} P_{\text{out}} \text{)} &= 39,43 \text{ MW} \\
 &= 39.430.000 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P_{in}) adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{in}} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\
 &= 14766 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\
 &= 64.970.400 \text{ kka/s} \\
 &= 271.836.153.600 \text{ joule/s} \\
 &= 75.510.042,66 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned}
 &= (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \\
 &= 39.430.000 / 75.510.042,66 \times 100 \% \\
 &= 52,21 \%
 \end{aligned}$$

6. Tanggal 24 November 2018 Jam 05.00

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Generator (} P_{\text{out}} \text{)} &= 39, 43\text{MW} \\
 &= 39.430.000 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P_{in}) adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{in}} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\
 &= 14766 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\
 &= 64.970.400 \text{ kka/s} \\
 &= 271.836.153.600 \text{ joule/s} \\
 &= 75.510.042,66 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\%$$

$$= 39.430.000 / 75.510.042,66 \times 100 \%$$

$$= 52,21 \%$$

7. Tanggal 24 November 2018 Jam 06.00

$$\text{Beban Generator (Pout) } = 39,28\text{MW}$$

$$= 39.280.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$P \text{ in } = \text{ nilai bahan bakar } \times \text{ nilai kalor}$$

$$= 14740 \text{ kg/s } \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.856.00 \text{ kka/s}$$

$$= 271.367.505.000 \text{ joule/s}$$

$$= 75.377.084,44 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\%$$

$$= 39.280.000 / 75.377.084,44 \times 100 \%$$

$$= 52,11 \%$$

8. Tanggal 24 November 2018 Jam 07.00

$$\text{Beban Generator (Pout) } = 39,28\text{MW}$$

$$= 39.280.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$P \text{ in } = \text{ nilai bahan bakar } \times \text{ nilai kalor}$$

$$= 14725 \text{ kg/s } \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.790.000 \text{ kka/s}$$

$$= 271.081.360.000 \text{ joule/s}$$

$$= 75.300.377,77 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\%$$

$$= 39.280.000 / 75.300.377,77 \times 100 \%$$

$$= 52,16 \%$$

9. Tanggal 24 November 2018 Jam 08.00

$$\text{Beban Generator (Pout) } = 39,41 \text{ MW}$$

$$= 39.410.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$P \text{ in } = \text{ nilai bahan bakar } \times \text{ nilai kalor}$$

$$= 14753 \text{ kg/s } \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.913.200 \text{ kka/s}$$

$$= 271.596.828.400 \text{ joule/s}$$

$$= 75.443.563,55 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\%$$

$$= 39.410.000 / 75.443.563,55 \times 100 \%$$

$$= 52,23 \%$$

10. Tanggal 24 November 2018 Jam 09.00

$$\text{Beban Generator (Pout) } = 39,31 \text{ MW}$$

$$= 39.310.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$P \text{ in } = \text{ nilai bahan bakar } \times \text{ nilai kalor}$$

$$= 14714 \text{ kg/s } \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.741.600 \text{ kka/s}$$

$$= 270.878.854.400 \text{ joule/s}$$

$$= 75.224.126,22 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\%$$

$$= 39.310.000 / 75.224.126,22 \times 100 \%$$

$$= 52,25 \%$$

11. Tanggal 24 November 2018 Jam 10.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,61 \text{ MW} \\ &= 39,610.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada (P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14809 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.159.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.627.766.400 \text{ joule/s} \\ &= 75.729.935,11 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39,600.000 / 75.729.935,11 \times 100 \% \\ &= 52,30 \% \end{aligned}$$

12. Tanggal 24 November 2018 Jam 11.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,42 \text{ MW} \\ &= 39.420.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14596 \text{ kg/s} \times 4. 400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.222.400 \text{ kka/s} \\ &= 268.706.521.600 \text{ joule/s} \\ &= 74.640.700,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.420.000 / 74.640.700,44 \times 100 \% \\ &= 52,81 \% \end{aligned}$$

13. Tanggal 24 November 2018 Jam 12.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,40 \text{ MW} \\ &= 39.400.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14617 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.314.800 \text{ kka/s} \\ &= 269.093.123.200 \text{ joule/s} \\ &= 74.748.089,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.400.000 / 74.748.089,77 \times 100 \% \\ &= 52,71 \% \end{aligned}$$

14. Tanggal 24 November 2018 Jam 13.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,52 \text{ MW} \\ &= 39.520.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14676 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.574.400 \text{ kka/s} \\ &= 270.179.289.600 \text{ joule/s} \\ &= 75.049.802.,66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.520.000 / 75.049.802.,66 \times 100 \% \\ &= 52,65 \% \end{aligned}$$

15. Tanggal 24 November 2108 Jam 14.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,43\text{MW} \\ &= 39.430.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{ nilai bahan bakar x nilai kalor} \\ &= 14653 \text{ kg/s x } 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.473.200 \text{ kka/s} \\ &= 269.755.868.800 \text{ joule/s} \\ &= 74.932.185,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.430.000 / 74.932.185,77 \times 100 \% \\ &= 52,62 \% \end{aligned}$$

16. Tanggal 24 November 2018 Jam 15.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,31 \text{ MW} \\ &= 39.310.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{ nilai bahan bakar x nilai kalor} \\ &= 14622 \text{ kg/s x } 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.336.800 \text{ kka/s} \\ &= 269.185.171.200 \text{ joule/s} \\ &= 74.773.658.66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.310.000 / 74.773.658.66 \times 100 \% \\ &= 52,57 \% \end{aligned}$$

17. Tanggal 24 November 2018 Jam 16.00

Beban Generator (Pout) = 39,38 MW

$$= 39.380.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

P in = nilai bahan bakar x nilai kalor

$$= 14704 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.697.600 \text{ kka/s}$$

$$= 270.694.758.400 \text{ joule/s}$$

$$= 75.192.988,44 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\%$$

$$= 39.380.000 / 75.192.988,44 \times 100 \%$$

$$= 52,37 \%$$

18. Tanggal 24 November 2018 Jam 17.00

Beban Generator (Pout) = 39,18 MW

$$= 39.180.000 \text{ W}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

P in = nilai bahan bakar x nilai kalor

$$= 14645 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg}$$

$$= 64.438.000 \text{ kka/s}$$

$$= 269.608592.00 \text{ joule/s}$$

$$= 74.891.275,55 \text{ Watt}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\%$$

$$= 39.180.000 / 74.891.275,55 \times 100 \%$$

$$= 52,31 \%$$

19. Tanggal 24 November 2018 Jam 18.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,95 \text{ MW} \\ &= 39.950.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14643 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.429.200 \text{ kka/s} \\ &= 269.571.772.800 \text{ joule/s} \\ &= 74.881,048 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.950.000 / 74.881,048 \times 100 \% \\ &= 53,35 \% \end{aligned}$$

20. Tanggal 24 November 2018 Jam 19.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,33 \text{ MW} \\ &= 39.330.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14725 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.790.000 \text{ kka/s} \\ &= 271.081.360.000 \text{ joule/s} \\ &= 73.300.377,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.330.000 / 73.300.377,77 \times 100 \% \\ &= 52,23 \% \end{aligned}$$

21. Tanggal 24 November 2018 Jam 20.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,27\text{MW} \\ &= 39.270.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14730 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.812.000 \text{ kka/s} \\ &= 271.173.408.000 \text{ joule/s} \\ &= 75.325.946,66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.270.000 / 75.325.946,66 \times 100 \% \\ &= 52,13\% \end{aligned}$$

22. Tanggal 24 November 2018 Jam 21.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,38\text{MW} \\ &= 39.380.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14722 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.776.800 \text{ kka/s} \\ &= 271.026.131.200 \text{ joule/s} \\ &= 75.285.036,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.380.000 / 75.285.036,44 \times 100 \% \\ &= 52,30 \% \end{aligned}$$

23. Tanggal 24 November 2018 Jam 22.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,30 \text{ MW} \\ &= 39.300.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14794 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.093.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.351.622.400 \text{ joule/s} \\ &= 75.653.228,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.300.000 / 75.653.228,44 \times 100 \% \\ &= 51,94 \% \end{aligned}$$

24. Tanggal 24 November 2018 Jam 23.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,53 \text{ MW} \\ &= 39.530.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14763 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.957.200 \text{ kka/s} \\ &= 271.780.924.800 \text{ joule/s} \\ &= 75.494.701,33 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.530.000 / 75.494.701,33 \times 100 \% \\ &= 52,37 \% \end{aligned}$$

25. Tanggal 25 November 2018 Jam 00.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (P out)} &= 39,44 \text{ MW} \\ &= 39.4400.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14733 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.825.200 \text{ kka/s} \\ &= 271.228.636.800 \text{ joule/jam} \\ &= 75.341.288 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.4400.000 / \times 75.341.288 \text{ } 100\% \\ &= 52,34 \text{ \%} \end{aligned}$$

26. Tanggal 25 November 2018 Jam 01.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,65 \text{ MW} \\ &= 39.650.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14776 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.014.400 \text{ kka/s} \\ &= 272.020.249.600 \text{ joule/jam} \\ &= 75.561.180,44 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.650.000 / 75.561.180,44 \times 100\% \\ &= 52,47 \text{ \%} \end{aligned}$$

27. Tanggal 25 November 2018 Jam 02.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,68\text{MW} \\ &= 39.680.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14778 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/g} \\ &= 65.023.200 \text{ kka/s} \\ &= 272.057.068.800 \text{ joule/jam} \\ &= 75.571.408 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.680.000 / 75.571.408 \times 100 \% \\ &= 52,50 \% \end{aligned}$$

28. Tanggal 15 November 2018 Jam 03.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,58 \text{ MW} \\ &= 39.580.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14837 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.282.800 \text{ kka/s} \\ &= 273.143.235.200 \text{ joule/jam} \\ &= 75.873.120,88 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.580.000 / 75.873.120,88 \times 100 \% \\ &= 52,16 \% \end{aligned}$$

29. Tanggal 25 November 2018 Jam 04.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,71\text{MW} \\ &= 39.710.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14822 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.216.800 \text{ kka/s} \\ &= 272.867.091.200 \text{ joule/jam} \\ &= 75.796.414,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.710.000 / 75.796.414,22 \times 100 \% \\ &= 52,39 \% \end{aligned}$$

30. Tanggal 25 November 2018 Jam 05.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,57 \text{ MW} \\ &= 39.570.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14799 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.115.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.443.670.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.678.797,33 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.570.000 / 75.678.797,33 \times 100 \% \\ &= 52,28 \% \end{aligned}$$

31. Tanggal 25 November 2018 Jam 06.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,36.\text{MW} \\ &= 39.360.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14804 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.137.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.535.718.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.704.366,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.360.000 / 75.704.366,22 \times 100 \% \\ &= 51,99 \% \end{aligned}$$

32. Tanggal 25 November 2018 Jam 07.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,69 \text{ MW} \\ &= 39.690.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14799 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.115.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.443.670.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.678.797,33 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.690.000 / 75.678.797,33 \times 100 \% \\ &= 52,44\% \end{aligned}$$

33. Tanggal 25 November 2018 Jam 08.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,64.\text{MW} \\ &= 39.640.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14786 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.058.400 \text{ kka/s} \\ &= 272.204.345.600 \text{ joule/jam} \\ &= 75.612.318,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.640.000 / 75.612.318,22 \times 100 \% \\ &= 52,42 \% \end{aligned}$$

34. Tanggal 25 November 2018 Jam 09.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,71.\text{MW} \\ &= 39.710.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 15771 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.992.400 \text{ kka/s} \\ &= 271.928.201.600 \text{ joule/jam} \\ &= 75.535.611,55 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.710.000 / 75.535.611,55 \times 100 \% \\ &= 52,57 \% \end{aligned}$$

35. Tanggal 25 November 2018 jam 10.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,59.\text{MW} \\ &= 39.590.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14732 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.820.800 \text{ kka/s} \\ &= 271.210.227.200 \text{ joule/jam} \\ &= 75.336.174,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.590.000 / 75.336.174,22 \times 100 \% \\ &= 52,55 \% \end{aligned}$$

36. Tanggal 25 November 2018 Jam 11.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,77\text{MW} \\ &= 39.770.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14840 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.296.00 \text{ kka/s} \\ &= 273.198.464.000 \text{ joule/jam} \\ &= 75.888.462,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.770.000 / 75.888.462,22 \times 100 \% \\ &= 52,40 \% \end{aligned}$$

37. Tanggal 25 November 2018 Jam 12.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,64 \text{ MW} \\ &= 39.640.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14750 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.900.000 \text{ kka/s} \\ &= 271.541.600.000 \text{ joule/jam} \\ &= 75.428.222,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.640.000 / 75.428.222,22 \times 100 \% \\ &= 52,55 \% \end{aligned}$$

38. Tanggal 25 November 2018 Jam 13.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,6 \text{ MW} \\ &= 39.600.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14704 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.697.600 \text{ kka/s} \\ &= 270.694.758.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.192.988,22 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.600.000 / 75.192.988,22 \times 100 \% \\ &= 52,66 \% \end{aligned}$$

39. Tanggal 25 November 2018 Jam 14.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,77 \text{ MW} \\ &= 39.770.000 \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14758 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.935.200 \text{ kka/s} \\ &= 271.688.876.800 \text{ joule/jam} \\ &= 75.469.132,44 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.770.000 / 75.469.132,44 \times 100 \% \\ &= 52,69 \% \end{aligned}$$

40. Tanggal 25 November 2018 Jam 15.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,51 \text{ MW} \\ &= 39.510.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14709 \text{ kg/s} \times 4. 400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.719.600 \text{ kka/s} \\ &= 270.786.806.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.218.557,33 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.510.000 / 75.218.557,33 \times 100 \% \\ &= 52,52 \% \end{aligned}$$

41. Tanggal 25 November 2018 Jam 16.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,66 \text{ MW} \\ &= 39.660.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P_{in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14789 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.071.600 \text{ kka// s} \\ &= 272.259.574.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.627.659,55 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= 39.660.000 / 75.627.659,55 \times 100 \% \\ &= 52,44 \% \end{aligned}$$

42. Tanggal 25 November 2018 jam 17.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,45 \text{ MW} \\ &= 39.450.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P_{in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14784 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.049.600 \text{ kka/s} \\ &= 272.167.526.400 \text{ joule/jam} \\ &= 75.602.090,66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= 39.450.000 / 75.602.090,66 \times 100 \% \\ &= 52,18 \% \end{aligned}$$

43. Tanggal 25 Novemebr 2018 Jam 18.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,34 \text{ MW} \\ &= 39.340.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14768 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64,979.200 \text{ kka/s} \\ &= 271.872.972.800 \text{ joule/jam} \\ &= 75.520.270,22 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.340.000 / 75.520.270,22 \times 100 \% \\ &= 52,09 \% \end{aligned}$$

44. Tanggal 25 Novemebr 2018 Jam 19.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout)} &= 39,24 \text{ MW} \\ &= 39.240.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14745 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.878.000 \text{ kka/s} \\ &= 271.449.552.000 \text{ joule/jam} \\ &= 75.402.653,33 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out} / P \text{ in}) \times 100\% \\ &= 39.240.000 / 75.402.653,33 \times 100 \% \\ &= 52,04 \% \end{aligned}$$

45. Tanggal 25 November 2018 Jam 20.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,13 \text{ MW} \\ &= 39.130.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{ nilai bahan bakar x nilai kalor} \\ &= 14707 \text{ kg/s x } 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.710.800 \text{ kka/s} \\ &= 270.749.987.200 \text{ joule/jam} \\ &= 75.208.329,77 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.130.000 / 75.208.329,77 \times 100 \% \\ &= 52,02 \% \end{aligned}$$

46. Tanggal 25 November 2018 Jam 21.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,28 \text{ MW} \\ &= 39.280.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P \text{ in } &= \text{ nilai bahan bakar x nilai kalor} \\ &= 14717 \text{ kg/s x } 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 65.754.800 \text{ kka/s} \\ &= 270.934.093.200 \text{ joule/jam} \\ &= 75.259.467,57 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P \text{ out } / P \text{ in }) \times 100\% \\ &= 39.280.000 / 75.259.467,57 \times 100 \% \\ &= 52,19 \% \end{aligned}$$

47. Tanggal 25 November 2018 Jam 22.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,49 \text{ MW} \\ &= 39.490.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P_{in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14766 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.970.400. \text{ kka/s} \\ &= 271.836.153.600 \text{ joule/jam} \\ &= 75.510.042.66 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= 39.490.000 / 75.510.042.66 \quad \times 100 \% \\ &= 52,29 \% \end{aligned}$$

48. Tanggal 25 November 2018 Jam 23.00

$$\begin{aligned} \text{Beban Generator (Pout) } &= 39,55 \text{ MW} \\ &= 39.550.000 \text{ W} \end{aligned}$$

Jumlah Masukan Boiler Pada(P in) adalah:

$$\begin{aligned} P_{in} &= \text{nilai bahan bakar} \times \text{nilai kalor} \\ &= 14760 \text{ kg/s} \times 4.400 \text{ kka/kg} \\ &= 64.944.000 \text{ kka/s} \\ &= 271.725.696.000 \text{ joule/jam} \\ &= 75.479 .360 \text{ W} \end{aligned}$$

Efisiensi Pembangkit Listrik adalah:

$$\begin{aligned} &= (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \\ &= 39.550.000 / 75.479 .360 \times 100 \% \\ &= 52,39 \text{ W} \end{aligned}$$

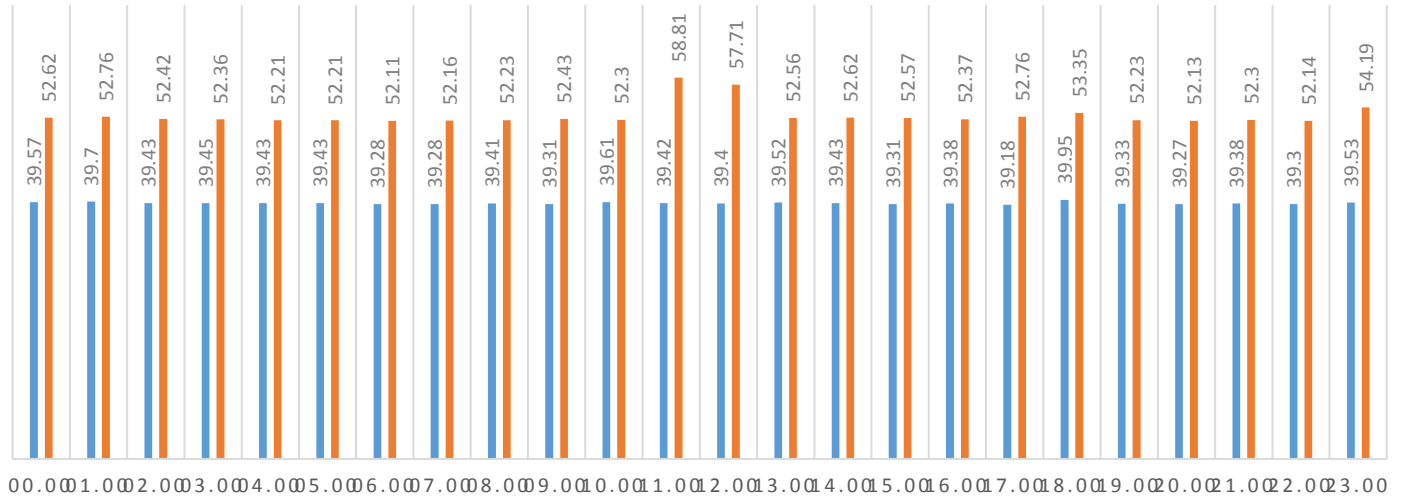
Waktu jam	Daya Mw	Bahan Bakar Liter	Beban	Pin Watt	Efisiensi %
00.00	39,57	14694	44,2	75.141.850,66	52,66
01.00	39,70	14714	45,7	75.244.126,22	52,76
02.00	39,43	14709	46,2	75.218.557,33	52,42
03.00	39,45	14732	46	75.336.174,22	52,36
04.00	39,43	14766	46	75.510.042,66	52,21
05.00	39,43	14766	49,4	75.510.042,66	52,21
06.00	39,28	14740	50,2	75.377.084,44	52,11
07.00	39,28	14725	51,2	75.300.377,77	52,16
08.00	39,41	14753	50,2	75.433.463,55	52,23
09.00	39,31	14714	50,2	75.244.126,22	52,25
10.00	39,61	14809	50,8	75.729.935,11	52,30
11.00	39,42	14596	50,1	74.640.700,44	52,81
12.00	39,40	14617	50,1	74.748.089,77	52,71
13.00	39,52	14676	50,6	75.049.802,66	52,65
14.00	39,43	14653	50,3	74.932.185,77	52,62
15.00	39,31	14622	50,6	74.773.658,66	52,57
16.00	39,38	14704	51,1	75.192.988,44	52,37
17.00	39,18	14645	49,6	74.246.895,55	52,31
18.00	39,95	14643	50,5	74.881.048	53,35
19.00	39,33	14725	50,1	753.300.377,77	52,23
20.00	39,27	14730	49,8	75.325.946,66	52,13
21.00	39,38	14722	50,3	75.285.036,44	52,30
22.00	39,30	14749	49,1	75.423.108,44	51,94
23.00	39,53	14263	50,3	72.937.812,44	52,37

Sumber: (Penulis,2019)

Waktu jam	Daya Mw	Bahan Bakar Liter	Beban	Pin Watt	Efisiensi %
00.00	39,44	14733	49,7	75.431.288	52,34
01.00	39,65	14766	50,5	75.561.180,44	52,47
02.00	39,68	14788	50,6	75.571.408	52,50
03.00	39,58	14837	49,8	75.873.120,88	52,36
04.00	39,71	14822	50,3	75.796.414,22	52,16
05.00	39,57	14799	50,3	75.678.797,33	52,39
06.00	39,36	14804	50,3	75.704.366,22	52,28
07.00	39,69	14799	50,3	75.678.797,33	51,99
08.00	39,64	14786	50,3	75.612.318,22	52,44
09.00	39,71	14771	49,6	75.535.611,55	52,42
10.00	39,59	14732	47,1	75.336.174,22	52,57
11.00	39,77	14840	49,5	75.888.862,22	52,55
12.00	39,64	15750	45,6	75.428.222,22	52,40
13.00	39,6	14704	46	75.192.988,44	52,55
14.00	39,77	14758	49,6	75.469.132,44	52,66
15.00	39,51	14709	47,7	75.218.557,33	52,69
16.00	39,66	14789	48,7	75.627.659,55	52,52
17.00	39,45	14784	49	75.602.090,66	52,44
18.00	39,34	14768	49,5	75.520.270,22	53,18
19.00	39,24	14745	49,9	75.402.653,33	52,09
20.00	39,13	14707	50	75.208.329,77	52,02
21.00	39,28	14717	50,5	75.259.467,57	52,19
22.00	39,49	14766	51,2	75.510.042,66	52,29
23.00	39,55	14760	51,5	75.479.360	52,39

Sumber: (Penulis 2019)

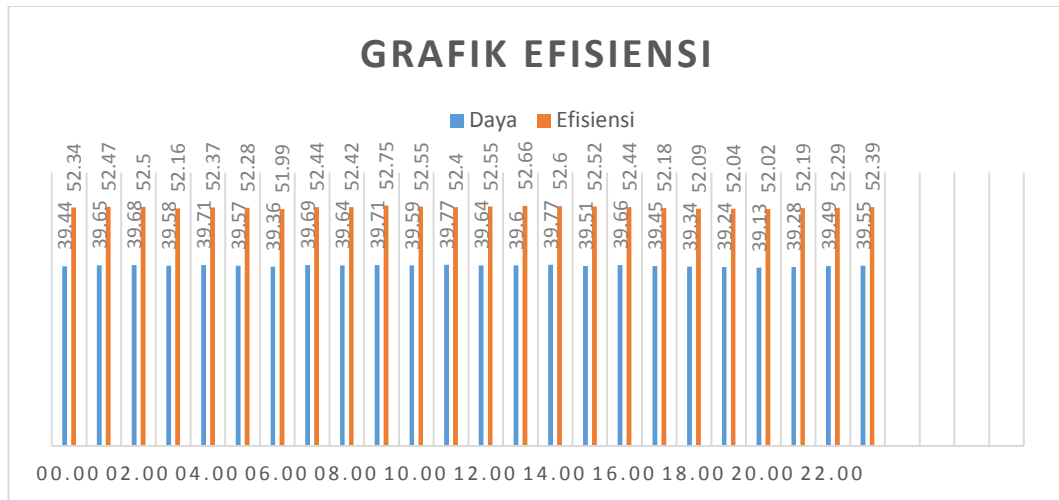
GRAFIK EFISIENSI



Keterangan 24 November 2018

(Garis biru) = Daya

(Garis merah) = Efisiensi



Keterangan 25 November 2018

Garis(biru) = Daya

Garis(merah) = Efisiensi

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari data yang sudah di dapat maka disimpulkan bahwa optimasi generator

1. Efisiensi tertinggi pada tgl 24 November 2018 terjadi pada daya 39,95 MW dengan efisiensi 53,37 % dan terendah terjadi pada daya 39,30 MW dengan efisiensi 51,94 %
2. Efisiensi tertinggi pada tgl 25 November 2018 terjadi pada daya 39,77 MW dengan efisiensi 52,69% dan terendah terjadi pada daya 31,36 MW dengan efisiensi 51,99 %
3. Daya optimal yang bekerja pada PLTU pada tgl 24 November adalah 39,43 MW, dan daya optimal yang bekerja pada tgl 25 November adalah 39,54 MW

5.2 Saran

Dari analisa yang telah dilakukan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Labuhan Angin maka ada beberapa saran yang ingin penulis sampaikan:

1. Untuk mendapatkan efisiensi nilai yang paling tinggi perlu dilakukan pengecekan dan memodifikasi PLTU Labuhan Angin.
2. Untuk mendapatkan nilai efisiensi yang lebih lengkap maka pengambilan data sebaiknya di lakukan pada lebih banyak posisi beban yaitu mulai beban ter rendah ,menengah sampai tertinggi .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir 2010, Pembangkit Tenaga Listrik Universitas Indonesia
Oloni Togu Simanjuntak Ir. Syamsul Amien, Ms Konsentrasi
Teknik Energi Listrik
- Armansyah Sudaryanto, 2016 Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron
Terhadap Tegangan Terminal, Program Study Teknik Elektro Pembangkit
tenaga listrik, Taufik 2015.
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy
sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research
and Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Jalan
Almamater Kampus USU Medan 2015 Indonesia
- Hendrawan, J., & Perwitasari, I. D. (2019). Aplikasi Pengenalan Pahlawan Nasional
dan Pahlawan Revolusi Berbasis Android. *JurTI (Jurnal Teknologi
Informasi)*, 3(1), 34-40
- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa
Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi
Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- Lubis, A., & Batubara, S. (2019, December). Sistem Informasi Suluk Berbasis
Cloud Computing Untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Dewan
Mursyidin Tarekat Naqsyabandiyah Al Kholidiyah Jalaliyah. In *Prosiding
SiManTap: Seminar Nasional Matematika dan Terapan (Vol. 1, pp. 717
723)*.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada
Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan
Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.
- Putra, Randi Rian. "implementasi metode backpropagation Jaringan saraf tiruan
dalam memprediksi pola Pengunjung terhadap transaksi." *JurTI (Jurnal
Teknologi Informasi)* 3.1 (2019): 16-20.
- Putri, N. A. (2018). Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa
Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Mendukung Pendekatan
Guru. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer
Science*, 1(1), 78-90.

PT PLN Persero (Sektor) Pembangkitan Labuhan Angin, Nova Hery OJT Angkatan IV 2008

PT PLN Persero (Sektor) Pembangkitan Labuhan Angin, 2018
Indra Gunawan 2013, Motor Listrik Yogyakarta

Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018).

Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).

Siahaan, A. P. U., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., Napitupulu, D., Wijaya, R. F., & Arisandi, D. (2018). Effect of matrix size in affecting noise reduction level of filtering.

Tasril, V., & Putri, R. E. (2019). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Biologi Materi Sistem Pencernaan Makanan Manusia Berbasis Macromedia Flash. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 7(1).

Utomo, R. B. (2019). Aplikasi Pembelajaran Manasik Haji dan Umroh berbasis Multimedia dengan Metode User Centered Design (UCD). *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), 68-79.

Wijaya, Rian Farta, et al. "Aplikasi Petani Pintar Dalam Monitoring Dan Pembelajaran Budidaya Padi Berbasis Android." *Rang Teknik Journal* 2.1 (2019).