

# *Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar pada PLTU dengan Menggunakan Metode Least Square*

Nurhalis Sabir<sup>1</sup>, Lisa Salsabila<sup>2</sup>, Suryani<sup>3</sup>, Andi Abd Halik Lateko<sup>4</sup>, Muniardi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar

<sup>5</sup> Jurusan Sistem Informasi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

email : [Nurhalissabir4@gmail.com](mailto:Nurhalissabir4@gmail.com)<sup>1</sup> , [Salsajhi75@gmail.com](mailto:Salsajhi75@gmail.com)<sup>2</sup> , [Suryanibasri@unismuh.ac.id](mailto:Suryanibasri@unismuh.ac.id)<sup>3</sup> ,  
[halik@unismuh.ac.id](mailto:halik@unismuh.ac.id)<sup>4</sup> , [muniardi@uin-alauddin.ac.id](mailto:muniardi@uin-alauddin.ac.id)<sup>5</sup>

*Abstract: The three pieces of the electric power outline are life, transmission and transport. Steam Power Plant (PLTU) is one kind of force plant. One variable that can impact how well the Steam Power Plant (PLTU) unit acts in gathering power supply needs is the idea of the coal. This study intends to work out and take a gander at the expenses of coal-terminated power age at PLTU Barru in Barru Rule as well as the impact of extra burden on unambiguous coal usage, heat rate, coal mass turn of events, speed and efficiency.*

*From the results of the conversation with respect to the most ideal way to decide the adequacy of fuel use in PLTU by utilizing the least squares technique, particularly in Steam Power Plants, the higher the stack power that is made, the less coal usage will be. The average value is calculated using the estimation results (SFC 0, 59 kg/ kWh and least squares 0, 59 kg/ kWh). This implies that the more prominent the power made, the lower the force level. The estimation results show a commonplace worth (HR Gross 2.667, 5 kCal/ kWh and least squares 2.667, 5 kCal/ kWh), (Net HR 2. 886 kCal/ kWh and least squares 2.871.8 kCal/ kWh) with an ordinary mass stream pace of coal from one month to another of 117,737 tons/hour and least squares 117,737 tons/hour. So the outrageous power made is 359 MW, the essential expense of making coal is IDR 397, 996 for each kWh and IDR 30, 15 billion yearly. For instance, with a pinnacle power plant of 350 MW, it is realized that the cost of SFC B is 0, 58 kg/ kWh and the cost of coal is IDR 686.19, so the essential creation cost is IDR 397, 996/ kWh.*

**Kata Kunci : Efisiensi Penggunaan Sumber Penggerak di PLTA**

**Abstrak:** Tiga bagian garis besar daya listrik diketahui bahwa kehidupan, transmisi dan transportasi. Sumber Listrik Daya Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis sumber daya listrik. Salah satu variabel yang dapat mempengaruhi seberapa baik kinerja unit Sumber Listrik Daya Uap (PLTU) dalam memenuhi kebutuhan pasokan listrik diketahui bahwa ketersediaan batubara. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan melihat harga-harga yang timbul akibat umur sumber listrik bersumber penggerak batubara pada PLTU Barru di Kabupaten Barru serta dampak beban tamsumber terhadap penggunaan batubara secara jelas, laju panas, pergantian massa batubara, kecepatan dan efisiensi. .

Dari hasil perbincangan mengenai cara paling ideal untuk menentukan kecukupan penggunaan sumber penggerak pada PLTA agar memanfaatkan teknik kuadrat terkecil khususnya pada Sumber Listrik Daya Uap, saat stack daya yang dibuat

bertambah maka penggunaan batubara akan menjadi sedikit. Scor rata-rata dihitung menggunakan hasil estimasi (SFC 0, 59 kg/ kWh dan kuadrat terkecil 0, 59 kg/ kWh). Hal ini berarti semakin besar kekuatan yang dihasilkan, maka semakin rendah pula tingkat kekuatannya. Hasil estimasi menunjukkan scor rata-rata ( HR Gross 2.667, 5 kCal/ kWh dan kuadrat terkecil 2.667, 5 kCal/ kWh ), (Net HR 2, 886 kCal/ kWh dan kuadrat terkecil 2, 871.8 kCal/ kWh) agar laju alur massa batubara biasa dari satu bulan hingga lainnya sebesar 117, 737 ton/jam dan kuadrat terkecil 117, 737 ton/jam. Jadi kapasitas besar yang dihasilkan diketahui bahwa 359 MW, harga pokok pembuatan batu bara diketahui bahwa Rp 377.776 per kWa dan Rp 39,05 miliar per periode. Misalnya saja agar sumber listrik puncak sebesar 359 MW, diketahui harga SFC B sebesar 0, 58 kg/ kWh dan harga batu bara sebesar Rp686, 19, sehingga harga penghasil pokok sebesar Rp397, 996/ kWh.

**Kata Kunci : Efisiensi, Sumber, Penggerak, PLTA**

## I. PENDAHULUAN

Secara umum, kemungkinan Sumber Listrik Daya Uap (PLTU) diketahui bahwa sumber listrik yang menggunakan energi mesin uap untuk menyalurkan energi listrik. Sumber penggerak yang digunakan untuk membuat uap merupakan sumber energi utama dalam kerangka kogenerasi, sedangkan uap merupakan sumber energi opsional. Untuk menghasilkan listrik pada sumber listrik daya batubara, batubara yang disimpan dalam tangki pembatas pertama-tama dialirkan ke penghancur batubara melalui tali penarik, kemudian dipecah menjadi potongan-potongan kecil [1].

Sumber penggerak memegang peranan penting dalam penggunaannya pada suatu PLTU karena setiap penamsumber beban menyebabkan peningkatan keseluruhan sumber penggerak per satuan waktu, sehingga dapat menyebabkan pemborosan dalam operasional sumber. Kinerja PLTU juga dipengaruhi oleh total konsumsi sumber penggerak. [2]

Pengaruh perbedaan besar dalam harga sumber penggerak setiap kilowatt jam listrik menciptakan harga kesepakatan (harga listrik) untuk klien. Hasilnya, hal ini sesuai untuk era listrik dan mengantisipasi scor kalor sumber penggerak untuk penggerak. SFC, atau Pemanfaatan Eksplisit, diketahui bahwa salah satu batasan yang digunakan dalam kerangka umur

sumber penggerak. Sumber penggerak yang diperlukan suatu unit PLTU agar menghasilkan satu kilowatt hour (kg\kWa) diketahui bahwa SFC. Scor SFC dipengaruhi oleh konsep sumber penggerak dan kondisi tangki yang harus dilayani oleh PLTU [3]

PLTA biasanya dimanfaatkan untuk menangani beban dasar karena waktu permulaannya sangat lama, sekitar 6-8 jam. Konsumsi sumber penggerak saat ini merupakan faktor harga pekerjaan yang paling signifikan. Besarnya harga pemanasan minyak juga meningkatkan harga penciptaan listrik. Daya ekspres sering kali digunakan untuk memberikan gambaran tentang kemampuan mesin. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana sumber penggerak digunakan.[4]

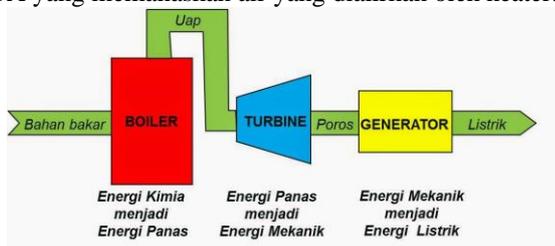
Dalam upaya terakhir ini, sistem pertunjukan mencakup metodologi kuadrat terkecil untuk pescorannya. Salah satu upaya yang dilakukan diketahui bahwa agar mengganti sumber penggerak utama genset. Berdasarkan temuan pengujian, peningkatan daya (beban) selanjutnya menghasilkan peningkatan produktivitas termal, penurunan konsumsi sumber penggerak, dan peningkatan alur massa. Jika dibandingkan batu bara, HSD memiliki alur massa paling kecil.

Alasan dilakukannya eksplorasi ini diketahui bahwa untuk menentukan efisiensi penggunaan sumber penggerak di PLTU agar menggunakan prosedur kuadrat terkecil

## II TINJAUAN TEORI

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU merupakan sumber yang menggantungkan daya utama uap untuk menyebarkan energi listrik, dan sistem masa sumberannya meliputi uap sebagai fluida yang mampu mengubah energi material menjadi daya listrik. Uap yang digunakan sebagai cairan berasal dari sumber penggerak yang ada di evaporator melalui reaksi senyawa sumber penggerak PLTA yang memanaskan air yang dialirkan oleh heater. [5]



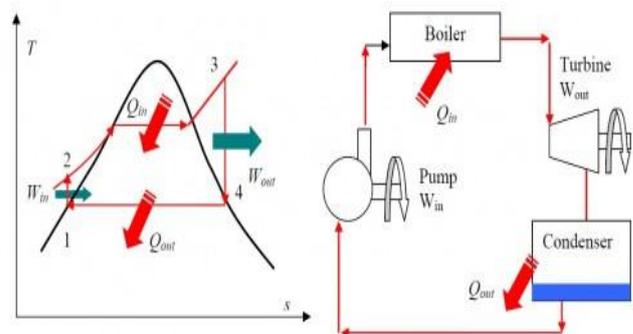
Gambar 1. Proses Konversi Energi PLTA

Berikut penjelasan Alur Perusumber Energi PLTA pada Gambar 0: Pertama, evaporator diisi air sehingga memenuhi seluruh permukaan force exchanger. Di sini radiator dihangatkan agar mengonsumsi sumber penggerak asap panas di udara, mengubahnya menjadi uap. Kedua, uap yang dialirkan oleh heater pada regangan dan suhu tertentu difasilitasi untuk memutar turbin agar memperoleh energi mekanik sebagai revolusi. Ke tiga, mesin yang dihubungkan secara langsung agar putaran turbin memperoleh energi listrik karena adanya medan tarik bolak-balik lingkaran, sehingga pada saat turbin

berputar, energi listrik dihasilkan pada titik leleh mesin. Ke empat, uap yang keluar dari turbin memasuki kondensor kemudian didinginkan oleh air pendingin, setelah itu diubah kembali menjadi air yang disebut kondensat. Kondensat yang timbul karena berkumpulnya uap kemudian dipakai kembali untuk air pengisi ketel. Akibatnya alur disini terjadi tiada henti dan lebih dari satu kali secara langsung berganagar agar turbin sehingga pada saat turbin berputar energi listrik dialirkan dari terminal hasil mesin.[6]

### B. Siklus Rankine

Alur Rankine merupakan alur yang mengubah energi panas menjadi energi kerja\pengembangan. Sistem intensitas alur Rankine diberikan dalam alur tertutup, yang biasanya mencakup air sebagai cairan yang bergerak. Cairan yang dimanfaatkan akan jalan tanpa henti. Alur fluida terjadi karena adanya masukan intensitas dari luar dan tentunya akan menyebabkan perusumber tegangan pada alur tersebut. Rankine empat bagian penting dari struktur Rankine . Setiap bagian dari kerangka ini memiliki kapasitas yang sangat penting dalam menyelesaikan tugas agar baik. (Gambar 7 memberikan klarifikasi.[7]



Gambar 2 . Skema dan Diagram T – S Alur Rankine

Rencana dan Grafik TS Enam bagian alur Rankine diketahui bahwa sebagai berikut: Pertama, air dihisap agar siphon sehingga mengalami perpanjangan suhu dan tegangan. Alur ini terjadi agar cara menyedot air pengisi yang disebut tegangan isentropik. Kedua, air yang telah dihisap kemudian dibiasakan hingga batasnya. LP Warmer, HP Radiator, dan Economizer semuanya memiliki interaksi ini. Ketiga, pada tahap ini terjadi proses penyebaran isotermik karena air berubah bentuk menjadi uap jenuh [8]. Alur ini terjadi di tempat yang lebih hangat, khususnya di tabung dinding. Keempat, uap juga dihangatkan hingga mencapai suhu yang berguna untuk menjadi asap super panas. Langkah ini terjadi pada superheater ketel agar alur isobarik. Kelima, steam bekerja agar tujuan agar tekanan dan suhu menurun. step ini merupakan step ekspansi isentropik dan terjadi di dalam turbin. 6, penyebaran daya uap yang lesu mengakibatkan air kondensat berubah. Langkah ini merupakan isoterm dan terjadi di dalam kondensor. Koneksi ini merupakan alur mendasar yang terjadi ketika air memanans.

Alur ini pada dasarnya identik agar kolaborasi yang terjadi pada evaporator pada unit sumber uap di PLTA.[9]

### C. Bahan Bakar

Bahan Bakar merupakan suatu sumber yang bisa dibakar sehingga menimbulkan panas (panas). Sistem pembakaran merupakan alur rekayasa antara sumber penggerak, udara, dan daya. Sistem penggerak pada ruang awal pemanasan pada umumnya akan mengubah tingkat air menjadi tingkat asap. Berbagai jenis sumber penggerak (seperti sumber penggerak cair, padat, dan asap) bergantung pada elemen yang berbeda termasuk harga, ketersediaan, kapasitas, dukungan, pengotoran, dan luas boiler, radiator, dan peralatan pengapian lainnya. Batubara dan cangkang sawit dimanfaatkan sebagai sumber penggerak pemanas sumber uap.[10]

Pengisian daya padat diketahui bahwa energi yang kuat dan sebagian besar merupakan sumber energi listrik. Misalnya kayu dan batu bara. Daya yang diperoleh selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk merubah air menjadi uap sehingga alat tersebut lebih efisien dan menghasilkan daya. Sumber penggerak cair diketahui bahwa sumber penggerak yang bidang kekuatannya tidak utama, bedanya agar energi padatnya, partikel-partikelnya dibiarkan bergerak.[10]

Mengingat SPLN urutan 89/0787, Resep Untuk mempertimbangkan pemanfaatan Secara eksplisit diketahui bahwa sebagai berikut:

Seimbangkan Sumber Penggerak Eksplisit Pemanfaatan (SFC)

$$SFC = q f \setminus kWh$$

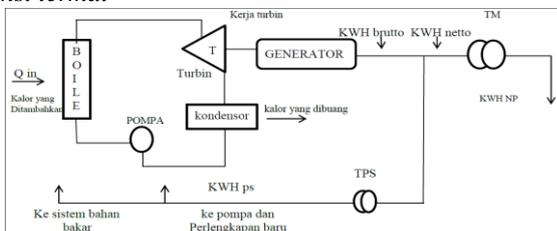
Di mana:

SFC = Sumber penggerak eksplisit pemanfaatan (kg/ kWh)

q f = Keseluruhan sumber penggerak yang digunakan (kg)

KWH = Informasi yang dibuat oleh Mesin (kWh)

### D. Perhitungan konsumsi Bahan Bakar, tata tata kalor dan efisiensi termal



Gambar 3 Grafik batas pengukuran

Ket:

Qin : Masukkan panas tambahan

kWh B : kiloWatt jam bruto (energi yang diperoleh pada terminal mesin) Nu

kWh Nu : net kiloWatt hour unit sumber (energi netto yang diperoleh pada terminal mesin perunit sumber)

kWh Ps : kiloWatt jam penggunaan saja

TM : Transformator Mesin (Transformator Mesin)

TPS : Trafo Penggunaan Sendiri ( Trafo Bantu Utama )

kWh Np : kiloWatt jam pusat .[11]

Menurut SPLN nomor 89 Periode 0787, persamaan yang dipakai agar dapat menentukan penggunaan sumber penggerak bersih diketahui bahwa seperti berikut:

1) Konsumsi sumber penggerak spesifik bruto (B SFC )

$$SFC_B = \frac{Qf}{kWh_B}$$

2) Konsumsi sumber penggerak bersih (SFCN)

$$SFC_N = \frac{Qf}{KWh_B - kWh_{ps}}$$

Di mana :

Qf : Keseluruhan bahan bakar yang dipakai (dalam liter)

LHV: Menurunkan scor kalor sumber penggerak yang dipakai (kJ/ kg atau kCal / kg).

HHV: Scor kalor sumber penggerak yang dipakai (kJ/ kg atau kkal/ kg).

kWh B : Keseluruhan kWh yang diperoleh mesin ( kWh).

kWh Ps : Keseluruhan kWh yang diperlukan untuk pemanfaatan sendiri (dalam kWh).

M f : Berat sumber penggerak pada saat pengujian ( kg).[11]

Sementara persamaan yang dipakai dalam menghitung laju intensitas diketahui bahwa sebagai berikut:

1) Scor kalor kotor (HRB)

$$SDM_B = \frac{Mf \times LHV}{kWh_B}$$

2) Scor kalor bersih (HRN)

$$HR_N = \frac{Mf \times LHV}{kWh_B - kWh_{ps}}$$

Dimana: Scor pemanasan unit kotor (HRB) diketahui bahwa keseluruhan panas sumber penggerak yang ditentukan berdasarkan scor pemanasan rendah (LHV) untuk menghasilkan setiap kWh kotor. Scor pemanasan unit bersih (HRN) diketahui bahwa berapa banyak panas sumber penggerak yang ditentukan berdasarkan scor pemanasan yang lebih rendah (LHV) untuk menghasilkan setiap kWh bersih. Produktivitas pemanas digambarkan oleh kebutuhan air yang mungkin muncul menjadi uap super panas seiring agar laju alur energi sumber penggerak.[11]

### E. Metode Least Square

Teknik kuadrat terkecil menyatakan bahwa "Keseluruhan kuadrat selisih antara scor sebenarnya dan scor yang diputuskan ditambah agar angka yang discor diketahui bahwa premisnya". Prosedur kuadrat terkecil diketahui bahwa suatu sistem untuk mensurvei batasan-batasan struktur, yang membatasi kemampuan untuk mengukur besarnya kesalahan kuadrat pesoran (rule of Least Squares). [12]

Strategi kuadrat terkecil digunakan untuk menentukan keadaan desain data yang dipisahkan menjadi dua kasus, yaitu contoh data genap dan contoh data ganap. Keuntungan dari prosedur kuadrat terkecil diketahui bahwa membuat kondisi pengeluaran cerdas berfungsi. Bobot sistem kuadrat terkecil, sekali lagi, diketahui bahwa masalah saat pemrosesan benar-benar digunakan. [13]

Persamaan Teknik Kuadrat Terkecil. kondisi pola yang Anda cari diketahui bahwa

$$Y' = a + b x$$

$$a = \frac{(\sum k y_k)}{n}$$

$$b = \frac{(\sum Y x) - \sum x_1}{\sum x_1^2 - n x_1^2}$$

Agar:

$Y'$  = data periodik (deret waktu) = perkiraan skor tren.

$A_0$  = skor tren periode dasar.

$b$  = pertumbuhan skor tren rata-rata per periode.

$x$  = variabel waktu (hari, minggu, bulan atau periode).

$N$  = Keseluruhan data

$x_1$  = Skor persamaan kuadrat

Skor tertentu untuk variabel waktu ( $x$ ) diperlukan Untuk Mengerjakan perhitungannya, sehingga skor total variabel waktu diketahui bahwa nol atau  $\sum x = \text{nol}$ .

ganjil  $n$ ,  $n = 2k + 1 \rightarrow \sum_{k=1}^n x_k = \text{nol}$

- Jarak antara dua waktu diketahui bahwa satu satuan.
- Tanda negatif bertekad di atas skor nol
- Di dalam lebih rendah Ini diketahui bahwa pertanda positif.

kamu untuk  $n$ , ganap,  $n = 2k \rightarrow \sum_{k=1}^n x_k = \frac{1}{2} [k + (k + 1)] = 0$

- Jarak antara dua waktu mempunyai skor dua satuan.
- Tanda negatif bertekad di atas skor nol
- Di dalam lebih rendah Ini diketahui bahwa pertanda positif. [14]

### III METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan tempat

##### 1) Waktu

Tugas akhir ini dilakukan pada bulan November 2022 sampai Januari 2013 sesuai agar timeline yang ada pada rencana penelitian.

##### 2) Tempat

Penelitian dilakukan di PLTA Barru Omu, Kabupaten Barru

#### B. Metode penelitian

Metode yang digunakan diketahui bahwa kuantitatif mengumpulkan informasi dari lapangan dan melakukan

analisis data agar dapat menarik kesimpulan pada penelitian ini.

#### C. Tahapan Belajar

Cara Pencipta untuk melakukan pemeriksaan ini diketahui bahwa sebagai berikut:

##### 1) Strategi Perpustakaan

Khususnya mengambil sumber penyusunan ujian ini dari para aset orang dan menuliskan pokok-pokok yang dibicarakan.

##### 2) Tinjauan Metode

Dilakukan kajian dan pengumpulan informasi PLTU Barru Kab.Barru, selanjutnya disertai hasil pembicaraan/penyelidikan dan hasil akhir pemeriksaan.

##### 3) Teknik Diskusi/Wawancara

Ini diketahui bahwa percakapan/ wawancara agar narasumber yang memahami materi yang kami teliti atau dengan pengelola sumber listrik barru kab barru.

#### D. Teknik pengumpulan data

Prosedur pengumpulan informasi untuk pemeriksaan ini diketahui bahwa:

##### 1) Belajar menulis

Metodologi ini merupakan prosedur yang digunakan dalam penelitian yang berarti melihat bagian-bagian yang diperlukan dalam penelitian yang dapat membantu pembuat dalam estimasi logis seperti penggunaan sumber penggerak (SFC).

##### 2) Pengamatan.

Persepsi diketahui bahwa suatu metodologi atau prosedur pengumpulan informasi agar memperhatikan latihan yang terus-menerus. Teknik ini mengharuskan pengamat untuk bersikap lugas atau tidak langsung terhadap objek penyelidikan.

##### 3) Diskusi

Data ini dikumpulkan melalui pertemuan langsung agar berbagai sumber yang mengetahui permasalahan seputar pembahasan rekomendasi ini.

### IV HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Gambaran Umum perusahaan Indonesia Power UJP PLTA Barru

PT. Indonesia Power ialah cabang perusahaan perusahaan PLN (Persero) yang dibentuk pada tanggal 03 Oktober 1995

bernama perusahaan PLN Sumberan Jawa Bali I (PT PJB I). Kemudian pada 08 Oktober 1999, perusahaan PJB I mengganti namanya menjadi Indonesia Power sebagai penegasan atas pengaturan Asosiasi yang berubah menjadi asosiasi masa daya listrik bebas agar landasan usaha yang tidak ternoda. Sumber Listrik Daya Uap (PLTA) Barru merupakan unit unggulan perusahaan. Indonesia Power agar batasan 1x59 MW yaitu sumber listrik yang energi listriknya diperoleh dari mesin yang diputar dengan turbin uap yang menggunakan tekanan uap yang timbul karena kekurangan air yang dihangatkan oleh sumber penggerak di evaporator.

Sumber Listrik Daya Uap (PLTA) Barru sendiri mulai dibangun pada periode 1998, yang secara geologi terletak pada S: 4° 17' 871" dan E: II9° 37' 753" atau lebih tepat terletak di Dusun Bawasalo, Kota Lampoko, Daerah. Balusu, Barru Rule sekitar 1KM dari jalan Trans Sulawesi Pare – Makassar. Sekitar 05KM dari pusat kota Barru Rule dan sekitar II0 KM dari Kota Makassar Sulawesi Selatan. Sumber listrik ini dibangun menggunakan batubara dengan kalori rendah, khususnya LHV: 3800-4100 kkal/kg yang diperkirakan mendekati + 564.999 ton batubara setiap periodenya yang diangkut melalui transportasi. Tongkang/tongkang menuju kawasan sumber listrik melalui dermaga sebagai tempat unik untuk menyimpan dan membuang batubara. Energi listrik selanjutnya dari PLTA akan dialirkan melalui SUTT (Pesawat Tegangan Tinggi) 059 Kv ke GI ( Gardu Gardu ) 059 Kv sepanjang +49KM pare dan GI Pangkep 059KV sekitar -+59KM.

Pemilik PLTA Barru diketahui bahwa perusahaan PLN ( Persero ) yang berlokasi di Jl. Trunojoyo Blok M I135, Kebayoran Baru, Jakarta 12160, Indonesia. PLTU Barru memakai sumber penggerak batubara kalori rendah (LHV: 3800- 4100 kkal/ Kg) yang membutuhkan 564, 01 muatan batubara secara konsisten dan dipindahkan agar tongkang menuju PLTU melewati tanggul sebagai pelabuhan khusus pengumpulan dan pembuangan batubara. Energi listrik yang disirkulasikan PLTU dialirkan menggunakan saluran bertegangan Tinggi Di Atas (SUTT) I59 kV ke Gardu Induk (GI) Esensial (GI) Pare 059 kV sepanjang ±40 km dan Gardu Induk Primer 059 kV Pangkep sejauh ±50km.

Seiring agar semakin berkembangnya minat terhadap energi listrik di negeri ini. Pihak kedyalistrikan kemudian memberikan metodologi khususnya pemajuan PLTU Barru yaitu salah satu program peningkatan kedyalistrikan masyarakat yang bergantung pada proyek peningkatan kecepatan PLTA 10.000 MW, sesuai Aturan Dinas Urutan 71 Periode 2006 tentang Tugas Kepada perusahaan.

## B. Hasil penelitian

### 1) Analisa Pengaruh Harga Tamsumber Terhadap Konsumsi Batubara Spesifik (SFC) dan Heat Rate

Menurut hasil perhitungan diperoleh perbandingan antara model kuadrat terkecil sebagai berikut:

Tabel I  
Perbandingan perhitungan SFC terhadap pendekatan linear less square (Setiap hari 20 Februari 23)

tgl	beban MW	SFC B Kg/kWh	Least square	Error (MAPE)	SFC N Kg/kWh	Least square	Error (MAPE)
1	276.58	0.5786231	0.5766231	0.345648143	0.6212845	0.6182845	0.482870569
2	296.85	0.5735058	0.5716797	0.318410032	0.6132805	0.6105414	0.446630865
3	287.83	0.5808898	0.5792377	0.284408506	0.6211698	0.6186915	0.398973034
4	294.79	0.5748077	0.5733295	0.257164266	0.6150714	0.6125675	0.407090949
5	259.83	0.5704144	0.56911	0.228675854	0.6101314	0.6081749	0.32666863
6	320.21	0.5536137	0.5524833	0.204185698	0.5890433	0.6128428	4.040365114
7	323.89	0.5409223	0.5399658	0.176827615	0.5757317	0.5742969	0.249213305
8	320.31	0.5985305	0.5977479	0.130753571	0.6373511	0.6361772	0.184184196
9	295.03	0.6156621	0.6150534	0.098869169	0.6585898	0.6576767	0.138644722
10	279.53	0.5851155	0.5846807	0.074310115	0.6271406	0.6264885	0.103979873
11	313.5	0.5776495	0.5773886	0.045165797	0.61587	0.6154787	0.063536136
12	309.98	0.5307328	0.5306459	0.106373588	0.566134	0.5660036	0.023033416
13	303.7	0.610768	0.6108549	0.014227988	0.6528528	0.6529832	0.019973875
14	274.01	0.6010681	0.601329	0.043406063	0.646272	0.6466633	0.060547262
15	263.3	0.6204349	0.6208696	0.070063757	0.6678584	0.6685106	0.097655431
16	271.15	0.6436064	0.6442151	0.094576437	0.6918436	0.6927566	0.131966242
17	280.94	0.6536374	0.65442	0.119729991	0.7010919	0.7022658	0.167438819
18	310.13	0.6147178	0.6156743	0.155599854	0.6560991	0.6575338	0.218671234
19	295.38	0.6314877	0.6326181	0.179005862	0.675794	0.6774896	0.250904862
20	311.68	0.5560417	0.5573461	0.234586723	0.5943155	0.596272	0.32920225
21	305.1	0.5302592	0.5317375	0.278788185	0.5663225	0.5685399	0.391543688
22	266.76	0.5807301	0.5823822	0.284486718	0.625551	0.6280293	0.396178729
23	300.6	0.5259724	0.5277985	0.347185518	0.5622966	0.5630357	0.487127256
24	319	0.5590436	0.5610436	0.35775385	0.5965128	0.5995128	0.502922988

Olahan data 2023

Catatan:

SFCB (Konsumsi Sumber Penggerak Eksplisit) = Pemanfaatan sumber penggerak eksplisit bruto

SFC N (Konsumsi Sumber Penggerak Eksplisit) = Pemanfaatan sumber penggerak eksplisit bersih

Least Squar = Strategi pescoran batasan kerangka kerja, yang membatasi kemampuan standar besarnya kuadrat kesalahan estimasi

Blunder MAPE (Mean Outright Rate Mistake) = ukuran kesalahan relatif

Persamaan MAPE =  $\frac{ABS((A_i - F_i) \setminus A_i)}{A_i} \times 099$  persen

Penggambaran:  $A_i$  = penghargaan informasi nyata

$F_i$  = scor data perkiraan

Dalam tabel tersebut, dapat dilihat bahwa ketika bertambah timbunannya atau daya yang dihasilkan pada mesin, maka penggunaan batubara tertentu akan berkurang baik bruto maupun bersih. Artinya, berapa banyak penggunaan batubara per kW h yang dipakai untuk beban yang sebagian besar kecil lebih diprioritaskan dibandingkan pada beban yang cukup tinggi. Klarifikasinya, PLTU yang bekerja baik pada beban rendah maupun beban tinggi mempunyai tipikal Kw h yang sangat sebanding untuk pemanfaatannya sendiri, yaitu 487,43 kW h untuk menjalankan mesin pembantu, misalnya motor siphon (radiator feed siphon, dll. Atau yang dibutuhkan listrik kantor seperti computer, penerangan, dll. Umumnya, batas penggunaan batubara tertentu berkurang seiring bertambahnya

tumpukan. Pada beban kecil, penggunaan batubara tertentu lebih besar dibandingkan pada beban besar.

Berikutnya diketahui bahwa pesoran terhadap perluasan informasi pemanfaatan eksplisit batubara dari bulan ke bulan, korelasi estimasi agar model yang paling tidak persegi.

Tabel II

Perbandingan Perhitungan SDM agar Pendekatan Linear Least Square (Harian 20 Februari 23 )

Tgl	Beban MW	HR B kCal/kWh	least square	HR N kCal/kWh	least square	Eff Termal
1	276.58	2430.796	2430.794	2610.0164	2610.0134	32.94
2	296.85	2409.2982	2409.2963	2576.3917	2576.389	33.37
3	287.83	2440.3185	2440.3167	2809.5343	2809.5318	32.95
4	294.79	2414.7674	2414.7659	2583.9152	2583.913	33.28
5	259.83	2396.3109	2396.3096	2563.1621	2563.1601	33.55
6	320.21	2325.7314	2325.7303	2474.5709	2474.5692	34.75
7	323.89	2272.4148	2272.4139	2418.6491	2418.6476	35.55
8	320.31	2514.4266	2514.4259	2677.5121	2677.5109	35.11
9	295.03	2586.3966	2586.396	2766.7357	2766.7348	31.08
10	279.53	2458.0704	2458.07	2634.6179	2634.6173	32.64
11	313.5	2426.7057	2426.7054	2587.2702	2587.2698	33.23
12	309.98	2229.6088	2229.6087	2378.3292	2378.3291	35.15
13	303.7	2565.8364	2565.8365	2742.6346	2742.6347	31.35
14	274.01	2525.0873	2525.0875	2714.9888	2714.9892	31.67
15	263.3	2606.447	2606.4475	2805.6732	2805.6739	30.65
16	271.15	2703.7905	2703.7911	2906.435	2906.4359	29.58
17	280.94	2745.931	2745.9317	2945.2872	2945.2883	29.19
18	310.13	2582.4297	2582.4306	2765.2723	2765.2738	31.2
19	295.38	2652.88	2652.8811	2839.0106	2839.0122	30.29
20	311.68	2335.9315	2335.9328	2496.7159	2496.7215	34.44
21	305.1	2227.619	2227.6205	2379.1211	2379.1233	35.14
22	266.76	2439.6471	2439.6488	2627.9401	2627.9426	32.72
23	300.6	2209.6102	2209.612	2362.208	2362.2109	35.04
24	319	2348.5424	2348.5444	2505.9506	2505.9536	34.31
rata	295.00333	2452.0248	2452.02488	2632.16425	2632.16441	32.882

Olahan data 2023

Kemahiran pemanasan atau alur sebesar 35,5 Persen pada tumpukan 313 MW artinya bahwa kerja yang didapatkan oleh turbin (W) diketahui bahwa 35,5 Persen dari gaya ekstra (Qin). Secara umum, seberapa besar kemampuan pemanasan bergantung pada tumpukan, semakin tinggi bebannya, semakin besar kecukupannya. Hal ini umumnya dianggap karena variabel pemanfaatan itu sendiri (kW<sub>a</sub> PS) seringkali tetap dapat diprediksi, sehingga jika mesin ditumpuk lebih tinggi, tingkat hasil dan jumlah keluaran daya menjadi lebih tinggi. Selain ini juga dapat dipengaruhi oleh kualitas dan derating batubara, yaitu penurunan sebesar 15 Persen karena penataan peralatan penting (turbin, boiler, dan mesin).

## 2) Analisa Pengaruh Penambahan Beban Terhadap Laju Alur Massa Batubara dan Efisiensi Boiler

Kecepatan alur massa uap super panas di radiator berubah seperti yang diharapkan. Hal ini menyebabkan kecepatan alur

massa batubara yang berubah setiap kali sesuai agar berubahnya ukuran tumpukan. Dampak dari peristiwa ini diketahui bahwa efektivitas pemanasan atau efisiensi alur juga berubah setiap saat sesuai agar perusumber tekanan.

Tabel III

Perbandingan laju alur massa batubara yang dihitung menggunakan pendekatan linear kuadrat terkecil ( Harian 20 Februari 23)

Tgl	Beban MW	Mb ton/jam	Least square
1	276.58	173.00833	173.00533
2	296.85	178.79045	178.78771
3	287.83	176.73575	176.73327
4	294.79	178.90891	178.90669
5	259.83	178.5397	178.53775
6	320.21	187.53666	187.53497
7	323.89	183.77837	183.77694
8	320.31	201.85441	201.85324
9	295.03	192.54833	192.54742
10	279.53	173.63304	173.63238
11	313.5	191.202	191.2016
12	309.98	175.67258	175.67245
13	303.7	192.85	192.85013
14	274.01	174.91083	174.91122
15	263.3	173.56666	173.56731
16	271.15	184.71504	184.71595
17	280.94	194.94737	194.94854
18	310.13	201.62745	201.62889
19	295.38	197.65566	197.65736
20	311.68	182.93775	182.9397
21	305.1	170.87604	170.87825
22	266.76	163.6207	163.62318
23	300.6	166.99625	166.99898
24	319	185.6205	185.6055
rata	295.003333	182.6055325	182.6047817
Eff boiler	87.2654		

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa ukuran dasar batubara yang digunakan mempunyai scor kalor sebesar 4420.99 kCal /kg, serta laju alur massa batubara merupakan yang paling besar yaitu 201,854.41 kg/jam bila di bandingkan dengan yang lain.

## 3) Perkiraan Harga Penghasil Batubara dengan Beban 350 MW

Tabel merupakan parameter input yang dipakai dalam memudahkan menghitung dan analisis.

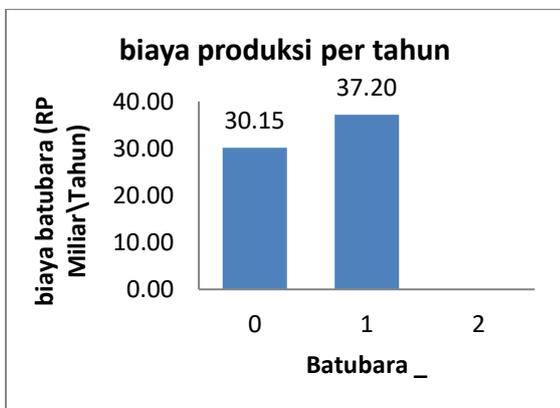
Tabel IV

Parameter masukan dengan beban tertinggi 350 MW

parameter	tanda	satuan
daya keluaran mesin	350	MW
laju alur massa uap	1158639	Kg /jam
uap keluar dari superheater		
suhu	539.70	°c
tekanan	157.7	batang

air umpan masuk ke economizer		
suhu	273.4	°c
tekanan	186.7	batang
efisiensi ketel	87.17	Persen

ketika menggunakan program tersebut, hasil penghitungan harga pokok batubara setiap periode (asumsi I periode = 320 hari) dapat ditampilkan pada grafik berikut:



ARA. 4 Grafik perhitungan harga penghasil batubara per periode

Dalam gambar tersebut terlihat harga penghasil batubara dasar sekitar Rp 39,05 miliar setiap periodenya

Tabel V  
Tabel perkiraan Harga Batubara

NO	Komposisi batubara	Total harga (Rp\Kg)
1	100 Persen MRC	978, 11
2	75 Persen MRC, 25 Persen LRC	905, 15
3	50 Persen MRC, 50 Persen LRC	832, 06
4	25 Persen MRC, 75 Persen LRC	759, 18
5	100 Persen LRC	686,1

Persamaan perhitungan harga penghasil per kWa diketahui bahwa sebagai berikut:

$$\text{Harga Barang} = \text{SFC B ( kKal )} \times \text{Scor ( Rp / kg)}$$

Misalnya saja ketika sumber listrik tertinggi sebesar 350 MW, diketahui harga SFC B sebesar 0,58 kg \ kW h dengan harga batu bara sebesar Rp686,20, sehingga harga penghasil pokok sebesar Rp397.996 \ kW h.

## V PENUTUP

Dari konsekuensi perbincangan mengenai cara paling ideal untuk menentukan kelayakan penggunaan sumber penggerak

pada PLTA agar menggunakan prosedur kuadrat terkecil, akhir dari peninjauan ini menunjukkan bahwa pada sebuah Sumber Listrik Daya Uap, semakin tinggi simpanan\daya yang dihasilkan maka semakin tinggi pula simpanan\listrik yang dihasilkan. semakin tinggi penggunaan batubara. perbaikan . Hasil pecoran menunjukkan kesamaan kualitas (HR Gross 2. 667, 59 kCal \ kWh dan kuadrat terkecil 2. 667. 59 kCal \ kWh), (HR Net 2. 886 kCal / kWh dan kuadrat terkecil 2, 872, 80 kCal \ kWh) agar laju alur massa batubara dari satu bulan ke bulan lainnya yang diketahui bahwa rata-rata II7.737 ton\jam dan pada dasarnya kuadrat II7.737 ton\jam. Jadi daya maksimum yang dihasilkan sebesar 359 MW, harga penyediaan batubara esensial sebesar Rp 397.976 per kWh dan per periode sebesar Rp 30,15 miliar. Misalnya saja agar sumber listrik puncak sebesar 350 MW, diketahui harga SFC B sebesar 0,58 kg \ kWh dan harga batu bara sebesar Rp686,20, sehingga harga penghasil pokok sebesar Rp397.976\kWh.

## REFERENSI

- [1] R. Ridwang, A. Syafar, A. Indra Syahyadi, L. Anas, and T. Wahyuni, "SISTEM DETEKSI MASKER RUANGAN WAJIB MASKER DALAM MENGHADAPI ERA NEW NORMAL BERBASIS DEEP LEARNING," *Jurnal INSTEK*, vol. 7, no. 1, pp. 115–121, 2022.
- [2] F. Pranoto, "Optimasi Pmakaian Bahan Bakar pada Pembangkit PLTG Tambak Lorok Blok II Menggunakan Metode Lagrange," Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2017.
- [3] D. Marsudi, *pembangkit energi listrik*. jakarta: Erlangga, 2005.
- [4] B. W. Cahyo Adi Basuki, Agung Nugroho, "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan menggunakan Metode Least Square," *Isbn*, vol. 4, pp. 280–288, 2018.
- [5] Syukran and Dedi Suryadi, "Estimasi Penghematan Biaya Operasi PLTU dengan Cara Penggantian Bahan Bakar," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 59–66, 2007.
- [6] W. T. Putra, Muh. Malyadi, and Moch. S. Anas, "Efisiensi penggunaan tiny oil pada saat start up boiler PLTU pacitan," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 11, no. 1, pp. 46–50, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i1.51.
- [7] F. D. Pratama and Y. J. Pribadi, "Penerapan Siklus Rankine Pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sederhana Sebagai Media Pembelajaran," *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [8] T. Wahyuni, R. Yusliana Bakti, L. Anas, A. Risal, A. Agung Dwi Arya Bulu, and U. Muhammadiyah Makassar, "PENGEMBANGAN MEDIA TRAINER INTERNET OF THINGS (IOT) DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN," vol. 7, no. 1, 2022.

- [9] A. M. Susepto MS, "Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU)," Universitas Bengkulu.
- [10] A. Nugroho, "Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit Dan Energi," *Jurnal Teknik UNIPA*, vol. 10, no. 2, pp. 39–44, 2012, doi: 10.36456/waktu.v10i2.859.
- [11] P. umum listrik Negara, *Standar operasi pusat listrik tenaga gas*. SPLN 80, 1989.
- [12] W. Wibowo, *laporan praktikum estimasi dan identifikasi system*. Universitas Deponegoro, 2006.
- [13] D. P. Pamungkas, "Implementasi Metode Least Square untuk Prediksi Penjualan Tahu Pong," *Ilmiah Nero*, vol. 2, no. 2, pp. 75–81, 2016.
- [14] N. Y. I. Riadessy, "Analisis Komsumsi Batu Bara pada PLTU Tanjung Awar-awar Unit 1 dengan Menggunakan Metode Least Square," Insitut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.