Industrial Engineering Journal Vol.13 No.2 (2024)
P-ISSN 2302-934X
E-ISSN 2614-2910

Proses Produksi

ANALISA KAPASITAS PENGGUNAAN GENERATOR TURBIN 800 KW TERHADAP PEMAKAIAN BEBAN DI PTPN IV UNIT PKS BERANGIR

Wahyu Ramadhoni[1], Faisal Irsan Pasaribu[2*], Budhi Santri Kusuma[3], Elvy Sahnur Nasution[4], Rimbawati[5], Noorly Evalina[6], Arfis Amiruddin[7]

[1,2,,4,5,6]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
[3]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
[7]Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
[*]Corresponding Author: faisalirsan@umsu.ac.id

Web Journal: https://ojs.unimal.ac.id/miej DOI: https://doi.org/10.53912/iej.v10i2.xxx

Abstrak- Energi merupakan kebutuhan pokok bagi manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Perkembangan teknologi dan industri yang pesat meningkatkan permintaan energi. Salah satu energi yang sangat besar pemanfaatannya adalah energi listrik. Dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan saat ini, mencari sumber energi alternatif yang murah, efesien, dan berkelanjutan semakin mendesak. Salah satu opsi yang menarik adalah pemanfaatan cangkang dan fiber sebagai sumber bahan bakar. Cangkang dan fiber yang merupakan sisa dari pengolahan TBS dari pabrik kelapa sawit yang memiliki potensi besar dalam penggunaan energi yang ramah lingkungan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, sejumlah perusahaan besar seperti PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) mengambil inisiatif untuk membangun pembangkit listrik sendiri. Salah satu pembangkit tersebut berada di PTPN IV Unit PKS Berangir yang memanfaatkan turbin sebagai sumber energi turbin sebagai sumber energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa pemakaian turbin uap (PLTU) guna memenuhi kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit di PTPN IV Unit PKS Berangir. Setelah melakukan kajian dengan pengamatan analisa data di lapangan, diketahui pemakaian turbin uap maksimum sebesar 574,19 kW atau 71,77% dari kapasitas turbin yang digunakan. Untuk jumlah pemakaian bahan bakar cangkang dan fiber 132,96 Ton/hari dengan energi 13.780,56 kWh/hari sedangkan Untuk jumlah bahan bakar minyak 1200 liter/hari dengan energi 1200 kWh/hari. Maka dari hasil penelitian ini menyimpulakan pemakaian pada PTPN IV Unit PKS Berangir masih mencukupi untuk kapasitas turbin yang terpakai dan pemakaian bahan bakar (cangkang dan fiber) jauh lebih banyak membutuhkan bahan bakar dengan energi yang lebih besar pula di bandingkan pada bahan bakar minyak.

Kata kunci: Energi Listrik, Beban Listrik, Pembangkit, Bahan Bakar

Abstract - Energy is a basic need for humans to carry out daily activities. Rapid technological and industrial development increases the demand for energy. One of the energy that is highly utilized is electrical energy. In the face of current energy and environmental challenges, finding alternative energy sources that are cheap, efficient, and sustainable is increasingly urgent. One interesting option is the use of shells and fibers as a fuel source. Shells and fibers, which are the residue of FFB processing from palm oil mills, have great potential in the use of environmentally friendly energy. To meet these needs, a number of large companies such as PT Perkebunan Nusantara (PTPN) have taken the initiative to build their own power plants. One of these plants is in PTPN IV Berangir PKS Unit which utilizes turbines as a source of turbine energy as a source of electrical energy. This study aims to analyze the use of steam turbines (PLTU) to meet the needs of electrical energy in the palm oil processing at PTPN IV Berangir PKS Unit. After conducting a study with data analysis observations in the field, it is known that the maximum steam turbine usage is 574.19 kW or 71.77% of the turbine capacity used. For the amount of shell and fiber fuel usage 132.96 tons / day with 13,780.56 kWh / day energy while for the amount of fuel oil 1200 liters / day with 1200 kWh / day energy. So from the results of this study concluded that the use of

PTPN IV Berangir PKS Unit is still sufficient for the capacity of the turbine used and the use of fuel (shell and fiber) requires much more fuel with greater energy compared to fuel oil.

Keywords: Electric Energy, Electric Load, Power Plant, Fuel

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, sejumlah perusahaan besar seperti Perusahaan Perkebunan Nusantara (PTPN) mengambil inisiatif untuk membangun pembangkit listrik sendiri. Salah satu pembangkit tersebut berada di PTPN IV Unit PKS Berangir yang memanfaatkan turbin sebagai sumber energi turbin sebagai sumber energi listrik[1].

energi. Salah satu energi yang sangat besar pemanfaatannya adalah energi listrik [2]. Pemanfaatan energi listrik terus bertambah mulai dari rumah tangga, perusahaan/ pabrik, perkantoran, dan lain–lain. Seiring dengan berjalannya waktu perkembangan dunia industri semakin pesat. Salah satu opsi yang menarik adalah pemanfaatan cangkang dan fiber sebagai sumber bahan bakar. Cangkang dan fiber yang merupakan sisa dari pengolahan TBS dari pabrik kelapa sawit yang memiliki potensi besar dalam penggunaan energi yang ramah lingkungan[3]. Dalam proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak mentah (crude oil palm) dan inti sawit (kernel) diperlukan energi listrik untuk menggerakkan seluruh mesin produksi di dalam pabrik[4]. Oleh karena listrik yang diperlukan dalam proses pengolahan kelapa sawit sangat besar dan tidak memungkinkan untuk seluruhnya disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), maka setiap Pabrik Kelapa Sawit memiliki pembangkit listrik sendiri untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di dalam proses pengolahan kelapa sawit[5].

Turbin adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan daya listrik dari energi kinetik air atau uap. Turbin memiliki kapasitas tertentu yang dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Oleh karena itu, pemilihan turbin harus didasarkan pada beban listrik yang akan digunakan. Jika beban listrik melebihi kapasitas turbin, maka kinerja turbin akan menurun dan dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan[6].

Tujuan penelitian ini untuk melakukan analisa pemakaian turbin uap (PLTU) guna memenuhi kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit di PTPN IV Unit PKS Berangir.

2. METODE

Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini di laksanakan di PT. Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV) Unit PKS Berangir yang terletak di Jalan Jalinsum, Simpang Marbau, Kec. Na IX-X, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Sumatera Utara.

Peralatan Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan adalah pertama, alat dan mesin-mesin listrik yang digunakan pada proses produksi di PT.Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Berangir. Kedua, peralatan yang digunakan untuk pengukuran dan pengolahan data, yaitu alat-alat ukur yang terpasang pada setiap mesin proses produksi. Ketiga, kamera digital dan seperangkat yaitu :

1. Control Panel
2. Tang Ampere Digital
3. Buku dan Pulpen
4. MCB (Miniature circuit breaker)
5. Ampere Meter
6. Volt Meter

Teknik Pengumpulan Data

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah pengelompokan sumber data yang diperlukan seperti beban (Ampere), Volt, Cos α dan Bahan Bakar Turbin dan mengidentifikasi data-data tersebut. Setelah itu, dilakukan analisi data untuk menentukan metode pengambilan data dalam kurun 1 bulan pada saat pabrik beroperasional Sehingga data tersebut dapat dievaluasi pada tahap pemeriksaan

menyeluruh. Setelah ditemukan metode pengambilan data, selanjutnya dilakukan pemeriksaan menyeluruh dengan melakukan pengamatan terhadap alat ukur yang digunakan dan melakukan analisa, baik terhadap alat yang digunakan secara kontinu maupun alat yang bersifat tidak tetap. Tahapan selanjutnya dari pemeriksaan menyeluruh ini adalah melakukan pemeriksaan dan pencacatan atau pengambilan data. Pengambilan data dilakukan dengan cara yaitu Pengumpulan data sekunder[16,17].

Data sekunder merupakan data penunjang yang diperoleh dari pihak instansi termasuk data yang tidak dapat diukur di setiap stasiun yang berada pada PKS Berangir dan data hasil pengamatan langsung. Dalam metode analisis ataupun perhitungan data pada Generator Turbin dan Beban (Ampere) yang tidak terlepas dari tujuan dari penelitian ini maka peneliti menggunakan beberapa persamaan berikut: untuk menghitung seberapa besar pemakaian beban pada dalam operasional pabrik PTPN IV Unit PKS Berangir.

Penulis menggunakan persamaan sebagai berikut:

Daya Aktif (kW)

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \alpha$ (1)

Daya Semu (kVA)

$S = \sqrt{3} \times V \times I$ (2)

Daya Reaktif (kVAr)

$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ (3)

Energi Listrik (kWh)

$E = P \times t$ (4)

Rugi-Rugi Daya (kW)

$P_Loss = I^2 \times R$ (5)

Untuk menghitung jumlah bahan bakar yang digunakan dan faktor yang mempengaruhi beban listrik pada bahan bakar PLTU[18]. Penulis menggunakan persamaan sebagai berikut:

Bahan Bakar Fiber

$Fiber = 14\% \times \text{proses TBS/Hari}$ (6)

Bahan Bakar Cangkang

$Cangkang = 5\% \times \text{Proses TBS/Hari}$ (7)

Kebutuhan Listrik dan Kapasitas Turbin/Hari (kWh)

$TE = \sum_{g=1}^{n} Eg \times \sum (t)E\ TE$ (8)

Energi Bahan Bakar Minyak

$E = \text{Jumlah (Liter)} \times \text{Waktu (Jam)}$ (9)

Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah analisis yang dilakukan di penelitian ini yaitu :

1. Melakukan Observasi di PTPN IV Unit PKS Berangir untuk mencari permasalahan di PKS Unit Berangir.
2. Melakukan Wawancara langsung di PTPN IV Unit PKS Berangir seperti wawancara pada karyawan, asisten teknik dan manager.
3. Pengambilan Data penelitian dengan menggunakan Tang Ampere Digital untuk mengambil beban dipanel di setiap MCB induk di setiap stasiun dilakukan pada bulan januari 2023 saat pabrik beroperasi.
4. Pengambilan Data tersebut diambil setiap hari saat pabrik sedang mengolah dan diambil dari jam 08:00 WIB – 17:00 WIB. Data tersebut di ambil satu jam sekali.
5. Setelah seluruh data sudah di dapatkan, data tersebut di analisa atau di hitung di antaranya menggunakan :

a. Mengitung daya yang digunakan pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Berangir.

Rumus Daya aktif (P), Daya Semu (S) dan Daya Reaktif (Q) Dapat dihitung dengan rumus :

$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \alpha$ (10)

$S = \sqrt{3} \times V \times I$ (11)

$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ (12)

Dimana :

V adalah Tegangan Listrik (Volt)
I adalah arus listrik (ampere)
Cos α adalah faktor daya
Rumus Kebutuhan Energi dapat dihitung dengan rumus :

E=P x t (13)
Dimana :
E adalah energi yang di butuhkan (Kilowatt/hour)
P adalah daya listrik (Kilowatt)
t adalah waktu penggunaan (jam)
Rumus kerugian daya dapat dihitung dengan rumus :

P_Loss=I^2 x R (14)
Dimana :
PLoss adalah kerugian daya (watt)
I adalah arus listrik (ampere)
R adalah resistansi (ohm)

Menghitung perbandingan kinerja pada bahan bakar biomasa dan bahan bakar minyak yang terdapat pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Berangir, Setelah menganalisa data tersebut tahap selanjutnya yaitu membuat kesimpulan dan saran sesuai hasil pembahasan yang telah di dapat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian diambil berdasarkan beban maksimum di setiap hari pada saat pabrik beroperasional selama sebulan. Data hasil penelitian diambil dengan metode observasi yang di gunakan untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah. Dalam pengambiil dan data di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Berangir saat pabrik beroperasi mulai tanggal 11, 12, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 27, dan 28 Januari 2023 adapun hasil analisa sebagai berikut:

Analisa Data Beban

Pada 15 Stasiun yang meliputi Loading Ram 1, Loading Ram 2, Rebusan, Mono Press 1, Mono Press 2, Tankos, Pabrik Minyak 1, Pabrik Minyak 2, Pabrik Minyak 3, Pressan 1, Pressan 2, Pabrik Biji, Boiler, Kamar Mesin, serta Kantor/bengkel dan data di ambil dari jam 08:00 WIB s/d 17:00 WIB.

Table 1 Data Awal Beban Tanggal 11-01-2023

No.	Tanggal	Pukul	R_{total}	S_{total}	T_{total}	I_{total}
1.	11-1-2023	08:00	2024 A	1984 A	1987 A	1988,3 A
2.	11-1-2023	09:00	2153 A	2169 A	2179 A	2167 A
3.	11-1-2023	10:00	2225 A	2257 A	2236 A	2349 A
4.	11-1-2023	11:00	2380 A	2367 A	2250 A	2332,3 A
5.	11-1-2023	12:00	2352 A	2323 A	2266 A	2313,6 A
6.	11-1-2023	13:00	2380 A	2367 A	2250 A	2218 A
7.	11-1-2023	14:00	2253 A	2324 A	2301 A	2292,6 A
8.	11-1-2023	15:00	2483 A	2531 A	2572 A	2529,6 A
9.	11-1-2023	16:00	2549 A	2611 A	2512 A	2557,3 A
10.	11-1-2023	17:00	2512 A	2409 A	2576 A	2499 A

Berdasarkan data di atas dapat di hitung pemakaian beban yang dihasilkan oleh generator turbin pada saat pabrik beroperasional. Pemakaian beban yang di hasilkan generator turbin dapat di ketahui menggunakan persamaan 1-5. Berikut adalah hasil perhitungan beban pada tanggal 11 Januari 2023 dari jam 08:00 WIB s/d 17:00 WIB.

Table 2 Hasil Analisa Tanggal 11-01-2023

Pukul	P	S	Q	Ploss	Energi
08:00	441,2 kW	551,5 kVA	330,9 kVAr	751,1 kW	10588,8 kWh

Pukul	P	S	Q	Ploss	Energi
09:00	480,9 kW	601,1 kVA	360,6 kVAr	798,3 kW	11541,6 kWh
10:00	521,3 kW	641,6 kVA	390,9 kVAr	883 kW	12511,1 kWh
11:00	517,5 kW	646,9 kVA	388,1 kVAr	870,3 kW	12420 kWh
12:00	513,4 kW	641,7 kVA	384,9 kVAr	856,4 kW	12321 kWh
13:00	492,2 kW	615,2 kVA	369 kVAr	836,3 kW	11712,8 kWh
14:00	508,7 kW	635,9 kVA	381,5 kVAr	840,9 kW	12208,8 kWh
15:00	561,3 kW	701,7 kVA	421 kVAr	959,8 kW	13471,2 kWh
16:00	567,5 kW	709,3 kVA	425,4 kVAr	980,9 kW	13620 kWh
17:00	554,5 kW	693,2 kVA	415,9 kVAr	936,7 kW	13308 kWh

Berdasarkan dari perhitungan analisa data pada tanggal 11 Januari 2023 menghasilkan daya rata-rata sebesar 515,85 kW. Jika daya pada generator turbin terpasang berpakasitas 800 kW, Maka pemakaian beban pada kapasitas turbin yang terpasang masih 64,48% mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban pada PTPN IV Unit PKS Berangir.

Untuk perhitungan analisa pada tanggal 12, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 27,dan 28 Januari 2023 menggunakan persamaan dan cara yang sama dengan analisa pada tanggal 11 Januari 2023.

Dari perhitungan analisa data dari tanggal 11, 12, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 27,dan 28 Januari 2023 yang terbesar pada tanggal 12 Agustus 2023 menghasilkan daya rata-rata sebesar 574,19 kW. Jika daya pada generator turbin terpasang berpakasitas 800 kW, Maka pemakaian beban pada kapasitas turbine yang terpasang masih 71,77% mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban pada PTPN IV Unit PKS Berangir.

Analisa Data Bahan Bakar

Faktor yang mempengaruhi Beban Pada Turbine ada beberapa seperti pada Jam Kerja, Kondisi Operasional, Efesiensi Turbin, Suhu Uap, Bahan Bakar dan lain-lain. Pada penelitian ini hanya membahas pengaruh beban pada Bahan Bakar Biomasa (Cangkang dan Fiber) dan Bahan Bakar Minyak.

Table 3 Data Awal Bahan Bakar

No.		Jenis Bahan Bakar		
		Cangkang	*Fiber*	Minyak
1.	Jumlah pemakaian	5%	14%	50 iter/jam

1. Bahan Bakar Biomasa

Berdasarkan jumlah bahan bakar yang tersedia pada PT. Perkebunan IV Unit PKS Berangir dengan kapasitas pengolahan 700 ton TBS/Hari atau 29,16 ton TBS/Jam serta pemakaian terbesar pada pemakaian pabrik 574,19 kW, maka dihasilkan TBS/hari dengan energi masing-masing sebesar yaitu:

1. Fiber = 14% x 29,16 ton = 4,082 ton x 24 jam = 97,968 ton/hari
2. Cangkang = 5% x 29,16 ton = 1,458 ton x 24 jam = 34,992 ton/hari

a) Kapasitas Turbin Perhari

Eg = 800 kW

(t)E = 24 jam

TE = ∑_(g=1)^n Eg x ∑ (t)E TE

= 800 kW x 24 jam = 19.200 kWh

b) Kebutuhan Listrik Pabrik Perhari

Eg = 574,19 kW

(t)E = 24 jam

TE = ∑_(g=1)^n Eg x ∑ (t)E TE

= 574,19 kW x 24 jam= 13.780,56 kWh

2. Bahan Bakar Minyak

Berdasarkan pemakaian BBM pada PT. Perkebunan IV Unit PKS Berangir 50 liter/jam dan sesuai data yang didapat pada PTPN IV Unit PKS Berangir dalam 1 jam bisa menghasilkan 50 kWh. Maka energi listrik yang di hasilkan pada 1 bulan yaitu :

Energi = Jumlah Bahan bakar (Liter)

E = Jumlah (Liter) x waktu (jam)

Energi 1 hari = 50 liter x 24 jam

Energi 1 hari = 1200 kWh/hari

Table 4 Hasil Analisa Bahan Bakar

No.	Jenis Bahan Bakar	Pemakaian/Hari	Energi/Hari
1.	Minyak	1200 Liter/Hari	1200 kWh
2.	Biomasa	*Fiber*: 97,968 Ton/Hari Cangkang: 34,992 Ton/Hari	13.780,56 kWh

Berdasarkan analisa bahan bakar Biomasa dan BBM dapat diketahui perbedaan energi lsitrik yang digunakan diketahui pada bahan bakar Biomasa menghasilkan 13.780,56 kWh/hari dengan jumlah bahan bakar 34,992 ton/hari untuk cangkang dan 97,968 ton/hari untuk fiber sedangkan pada bahan bakar minyak menghasilkan 1200 kWh/hari dengan jumlah bahan bakar 1200 liter/hari maka dapat disimpulkan pemakaian bahan bakar (cangkang dan fiber) jauh lebih banyak membutuhkan bahan bakar dengan energi yang lebih besar pula di bandingkan pada bahan bakar minyak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan Hasil Analisa Pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Berangir terpasang 800 kW sedangkan total daya yang di keluarkan maksimal perhari 574,19 kW. Jika daya pada generator turbin terpasang berpakasitas 800 kW, Hasil perkalian antara kebutuhan listrik pabrik dengan lama penggunaan bahan bakar sebesar 13.780,56 kWh. Sedangkan kapasitas energi yang di hasilkan dari turbin yaitu 19.200 kWh atau masih 71,77% mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban pada PTPN IV Unit PKS Berangir. Maka dapat dilihat kelebihan energi selama 24 jam yaitu sebesar 5.419,44 kWh.
2. Berdasarkan analisa bahan bakar Biomasa dan BBM dapat diketahui perbedaan energi lsitrik yang digunakan diketahui pada bahan bakar Biomasa menghasilkan 13.780,56 kWh/hari dengan jumlah bahan bakar 34,992 ton/hari untuk cangkang dan 97,968 ton/hari untuk fiber sedangkan pada bahan bakar minyak menghasilkan 1200 kWh/hari dengan jumlah bahan bakar 1200 liter/hari maka dapat disimpulkan energi yang digunakan pada bahan bakar biomasa jauh lebih besar daripada energi yang digunakan pada bahan bakar minyak.

Daftar Pustaka

[1] Yanto, “Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Tenaga Uap Guna Memenuhi Kebutuhan Listrik Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit di (PKS) PTPN IV Unit Usaha Adolina,” 2016.

[2] F. I. Pasaribu, N. Evalina, and P. Harahap, “Inverator Starting Energy Saver Design For Electric Power Efficiency in Water Pumps,” vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2021.

[3] A. Hammada Abbas, Jamaluddin, M Arif, “ANALISA PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DENGAN TENAGA UAP DI PLTU,” vol. 15, no. Nurmalita 2012, pp. 10–13, 2020.

[4] I. Hadi, “ANALISIS EFESIENSI TURBIN UAP SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR PADA PABRIK KELAPA SAWIT,” 2021.

[5] J. Purba, “Analisa Terhadap Salah Satu Turbin Uap yang Ada di PKS Tanjung Garbus Pagar Merbau, PTPN II,” Notes Queries, vol. s5-XI, no. 279, pp. 343–344, 2018, doi: 10.1093/nq/s5-XI.279.343.

[6] M. Ilham and P. Aksar, “Analisis Pengaruh Nilai Beban Unit Terhadap Efisiensi dan Heat Rate Turbin Pada Pltu Moramo,” vol. 6, no. September, pp. 107–113, 2021.

[7] P. Mandyvo, “Analisa Performa Pembangkit Listrik Akibat Konsumsi Rumah Tangga Di Pks Ptpn Iv Kebun Adolina,” Anal. Performa Pembangkit List. Akibat Konsumsi Rumah Tangga Di Pks Ptpn Iv Kebun Adolina, vol. 4, no. 2, pp. 78–85, 2020.
[8] F. Setiawan, A. Melkias, and Slameto, “Analisis Kinerja Turbin Uap Unit 1 Di Cirebon Power,” J. Tek. Energi, vol. 11, no. 2, pp. 7–11, 2022, doi: 10.35313/energi.v11i2.3517.
[9] A. Pangkung, H. Nawir, and A. N. A. Santoso, “Analisis Pengaruh Perubahan Beban Generator Terhadap Efsiensi Kinerja PLTU Bosowa Energi Jeneponto Unit 2,” J. Tek. Mesin Sinergi, vol. 18, no. 2, p. 241, 2021, doi: 10.31963/sinergi.v18i2.2691.
[10] I. Sulasno, Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, 1st ed. Semarang: SATYA WACANA, 1990.
[11] N. P. Soelaiman, Sofyan, “Analisa prestasi kerja turbin uap pada beban yang bervariasi,” pp. 1–12, 1958.
[12] D. Satrio, “Analysis of the Effects of Fuel Type Selection on the Performance and Fuel Consumption,” Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol., vol. 11, no. October 2021, 2021, doi: 10.18517/ijaseit.11.5.14224.
[13] B. Wahyudi, “ANALISIS EFISIENSI TURBIN UAP TERHADAP KAPASITAS LISTRIK PEMBANGKIT,” 2019.
[14] F. I. Pasaribu, P. Harahap, and M. Adam, “The Design of Energy Storage Circuits for Efficient Use of Electric Power on Computer Devices,” pp. 368–375, 2020.
[15] M. D. Effendi, “Analisa Sistem Kelistrikan Pada Stasiun Pengolahan Kernel Kapasitas 50 Ton/Jam Di Pabrik Kelapa Sawit PT. SKL,” pp. 1–100, 2017.
[16] E. R. EW, “Analisa Pengaruh Beban Listrik Terhadap Efesiensi Termal PLTU Payo Selincah Jambi,” J. Inov., vol. 2, no. 1, pp. 29–33, 2019, doi: 10.37338/ji.v2i1.37.
[17] MT Dina Maizana, Moulando Tampubolon, Muhathir Muhathir, Muhammad Fadlan Siregar, Yanawati Yahya” Determining the Appropriate use of 3 Phase 150 kV Transformer Oil Using the Fuzzy Method “ Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering, 4:2 DOI:, pp 125-130, https://doi.org/10.29103/jreece.v4i2.17914
[18] R. F. G.M.Saragih, Hadrah, “Analisis Pemanfaatan Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit,” Darul Lingkung., vol. 3, no. 2, pp. 47–50, 2020, doi: 10.33087/daurling.v3i2.53