

Studi Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Di PT.Union Sampoerna Triputra Persada Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Biomassa

Juara Mangapul Tambunan ^{*)}, Ivan Pernanta Perangin angin

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan,
Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara

corresponding)*: juara.mangapul@itpln.ac.id

Abstract

Biomass is a material that comes from living things, namely animals, plants, microbes, biomass is energy used for fuel obtained naturally or artificially which can be renewed. Solid waste obtained by palm oil mills ranges from 27-30% per tonnage of processed palm oil. Palm oil mill waste is actually disposal which is part of the environmental pollutant, but can be utilized as a source of electricity generation. Power potential generated from PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group which is located in three districts of Central Kalimantan province with a capacity of 60 tons/hour in 2018, namely fiber 4.08 MWh and shell 2.06 MWh. In 2019 fiber 3.81 MWh and shell 1.94 MWh. 2020 3.73 MWh fiber and 1.91 MWh shell. In 2021 fiber is 3.75 MWh and shell is 1.92 MWh, in 2022 fiber is 5.68MWh and shell is 2.21 MWh. With the power generated by the generator, the amount per tonnage of shell and fiber biomass is obtained. 1 ton of fiber used as fuel produces an average of 430 kWh – 440 kWh. 1 ton of shell used as fuel produces an average of 440 kWh – 450 kWh.

Abstrak

Biomassa merupakan bahan yang berasal dari makhluk hidup yaitu hewan, tanaman, mikroba. Biomassa adalah sumber bahan baku energi yang digunakan untuk bahan bakar yang diperoleh secara alamiah maupun buatan yang dapat diperbahurui. Limbah padat yang didapat oleh pabrik kelapa sawit berkisar antara 27-30% dari per tonase sawit yang diolah. Limbah pabrik kelapa sawit sebenarnya ialah pembuangan yang merupakan bagian pencemar lingkungan namun dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkitan listrik. Potensi daya yang dihasilkan dari limbah biomassa kelapa sawit PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group yang terletak di tiga kabupaten provinsi Kalimantan Tengah kapasitas 60 ton/jam pada tahun 2018 yaitu serat 4,40 MWh dan cangkang 2,64 MWh, tahun 2019 serat 4,11 MWh dan cangkang 2,42 MWh, tahun 2020 serat 4,04 MWh dan cangkang 2,42 MWh, tahun 2021 serat 4,05 MWh dan cangkang 2,43 MWh, tahun 2022 serat 4,58 MWh dan cangkang 2,74 MWh. Dengan daya yang dihasilkan generator sehingga didapat besaran per tonase biomassa cangkang dan serat. 1 ton serat yang digunakan sebagai bahan bakar rata rata menghasilkan 430 kWh – 440 kWh. Sementara 1 ton cangkang yang digunakan sebagai bahan bakar rata rata menghasilkan 440 kWh – 450 kWh.

Kata kunci : Biomassa, Cangkang, Serat, Potensi Daya, Pabrik Kelapa Sawit

PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah produk perkebunan yang menghasilkan minyak nabati berupa *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO). Sawit menjadi salah satu komoditi utama yang ada di negara Indonesia dan menjadi ekspor terbesar kedua di negara Indonesia setelah karet. Perkebunan sawit yang luas dan selalu meningkat seiring jaman berkembang yang karena sawit menjadi salah satu dari sumber pendapatan petani di Indonesia karena harga yang selalu meningkat akibat permintaan yang banyak dari negara lain. Pabrik kelapa sawit adalah pabrik yang mengolah sawit menjadi minyak mentah berupa CPO bahan dasar pembuatan turunan minyak nabati lainnya. Pada proses pembuatan minyak mentah di pabrik sawit, produk utama yang dihasilkan adalah CPO sekitar 21-24% dan produk lainnya adalah PKO yang didapat dari pemecahan kernel sekitar 6-9% dan sisa dari olah tandan buah segar sekitar 70-74% limbah. Limbah ini masih bisa dimanfaatkan dan tidak semua limbah sawit dibuang, salah satunya adalah limbah padat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar pada boiler untuk pembangkitan listrik di pabrik kelapa sawit [1].

Melihat terbatasnya akses jalan, ketersediaan listrik di Kalimantan Tengah maka dari itu solusi untuk menjadikan limbah padat kelapa sawit sebagai sumber energi dapat dimanfaatkan melihat banyaknya perusahaan perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Tengah salah satunya adalah PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group merupakan salah satu perusahaan berbadan hukum perseroan terbatas yang bergerak di bagian perkebunan sawit dan produksi pengolahan minyak mentah dan minyak inti kelapa sawit.

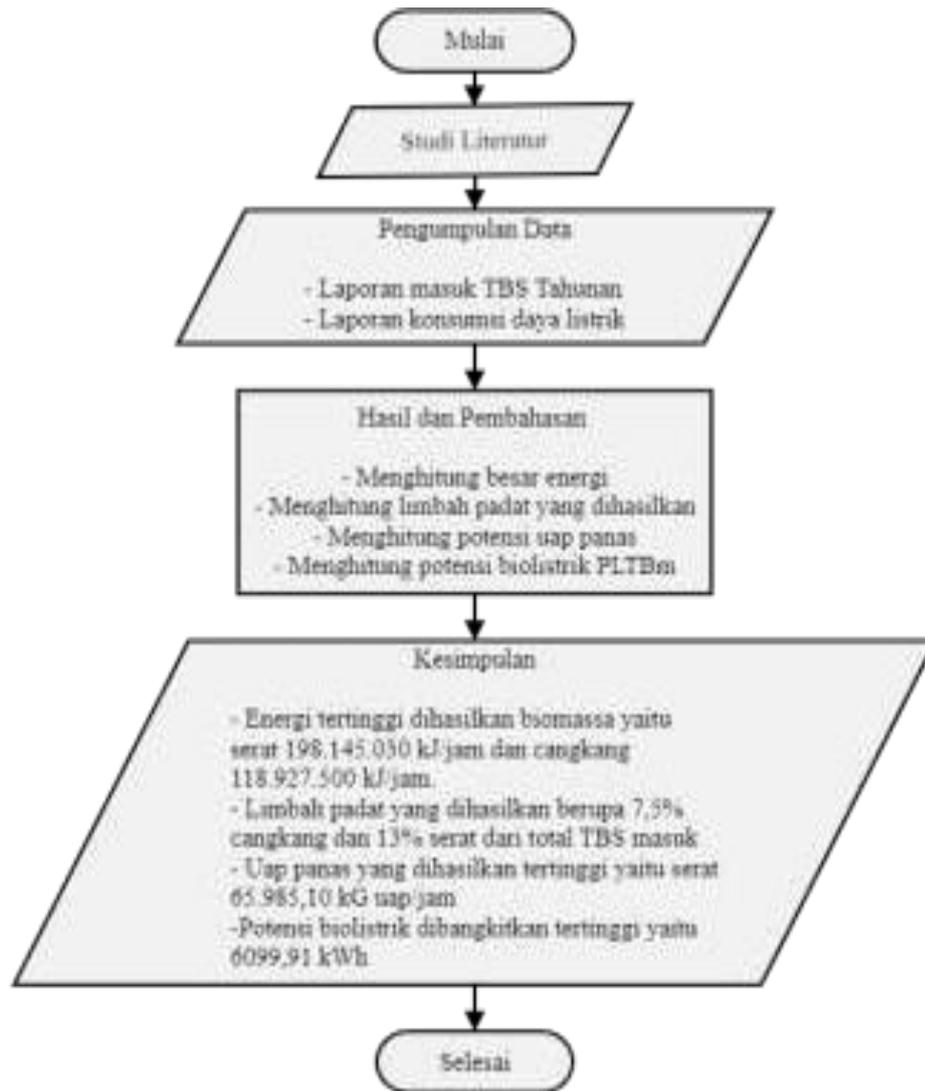
Pabrik kelapa sawit ini menggunakan pembangkitan listrik tenaga biomassa dan pembangkitan tenaga diesel sebagai pembangkitan listrik, bahan bakar yang digunakan yaitu limbah padat kelapa sawit berupa cangkang dan serat. Cangkang didapat dari proses pengolahan kelapa sawit sehingga bahan bakar yang digunakan dapat mudah didapat, harga murah dan tidak akan habis selama perkebunan sawit masih produksi TBS (Tandan Buah Segar) [2]

Besar potensi energi yang limbah padat kelapa sawit dapat dipakai sebagai bahan bakar alternatif selain dari batubara dan bahan bakar fosil lainnya. Dengan menggunakan limbah dapat menciptakan solusi baru dari krisis energi di Indonesia. Pembangkitan listrik menggunakan limbah ini dapat menjadi solusi dalam krisis energi dikarenakan stok batu bara negara yang hampir habis, jika seiring bertambah padatnya penduduk dan konsumsi listrik yang meningkat. Penelitian ini berguna untuk melihat potensi energi listrik yang dihasilkan dan berapa besar ketersediaan biolistrik dari limbah padat kelapa sawit, untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat sekitar perusahaan perkebunan [3].

METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) USTP Group dengan berikut data yaitu besar potensi biomassa PKS. Data produksi terolah harian, bulanan, dan tahunan pabrik. Waktu penelitian dimulai pada minggu keempat Agustus 2022 hingga final pengumpulan pada 29 Januari 2023.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.2. Metode Analisa Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas (Ton/jam)} = \frac{\text{TBS Terolah}}{\text{Hari olah} \times 24 \text{ jam}} \quad (1)$$

$$\text{Energi (kJ/Jam)} = \text{kapasitas (ton/Jam)} \times \text{nilai kalor (kJ/kG)} \quad (2)$$

Untuk menghitung uap panas yang dihasilkan dari bahan bakar biomassa digunakan persamaan efisiensi, yaitu :

$$\eta = \frac{Q(h_1 - h_0)}{E_{bb}} \quad (3)$$

Dimana:

η : efisiensi boiler (%)

Q : kapasitas boiler (kG/Jam)

h_1 : Entalpi uap (kJ/kG)

h_0 : Entalpi air (kJ/kG)

E_{bb} : Energi bahan bakar (kJ/Jam)

Adapun entalpi uap diambil dari aplikasi steam tab companion untuk uap superheated 350 °C, 30 barg didapat nilai entalpi sebesar 2802,6 kJ/kg. entalpi air umpan dihitung kondisi cair, dengan temperatur 95 °C, 30 barga didapat nilai entalpi 400,3 kJ/kg. dengan menggunakan asumsi efisiensi boiler 80% [4]. Maka kapasitas uap boiler yang dibangkitkan dari bahan bakar biomassa adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{\eta E_{bb}}{(h_1 - h_0)} \quad (4)$$

Untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh turbin dengan uap maka dapat dihitung dari persamaan 3.4. Dengan asumsi bahwa semua aliran masa dan energi **yang steady**, sehingga berlaku hukum konversi energi, dengan berdasarkan hukum pertama termodinamika berbunyi yaitu: “perubahan energi dalam sebuah sistem tertutup sama dengan jumlah energi panas masuk ke dalam sistem ke lingkungan sekitarnya”. Persamaan tersebut di uraikan dalam persamaan dasar berikut ini:

$$\begin{aligned} q - w &= \Delta h + \Delta E_k + \Delta E_p \\ \underline{q - w} &= \Delta h + \underline{\Delta E_k + \Delta E_p} \\ -w &= h_2 - h_1 \\ W_{turbin} &= h_1 - h_2 \end{aligned} \quad (5)$$

Dimana:

- q : Energi panas yang masuk ke sistem
- w : Kerja spesifik keluar sistem
- Δh : Perubahan entalpi
- ΔE_k : Perubahan energi kinetik
- ΔE_p : Perubahan energi potensial

Oleh karena pada sistem turbin uap tidak mengalami perubahan energi panas, energi kinetik, serta energi potensial fluida, maka untuk komponen q, ΔE_k , dan ΔE_p dapat dihilangkan, kemudian untuk menghitung daya turbin dengan mengalikan daya spesifik dengan jumlah uap masuk turbin.

$$W_{Turbin} = m_s \times W_{turbin} \quad (6)$$

Dimana:

- W_{Turbin} : Daya yang dihasilkan turbin MW
- m_s : Massa aliran uap (kG/Jam)
- h_1 : entalpi masuk turbin (kJ/kg)
- h_2 : entalpi keluar turbin (kJ/kg)

Sedangkan untuk menghitung daya aktual turbin maka dilakukan perkalian energi yang dihasilkan oleh turbin dengan efisiensi turbin isentropik sebesar 90%. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_T \text{ aktual} = W_T \times \eta_{turbin} \quad (7)$$

Daya turbin yang digunakan untuk memutar poros generator diasumsikan dengan efisiensi generator dan gearbox sebesar 90%, maka potensi daya listrik yang dihasilkan adalah:

$$P = W_T \text{ aktual} \times \eta_{gen}$$

2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif di pabrik kelapa sawit PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group, adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data produksi produksi bulanan pabrik tahun 2018-2022.

Analisa yang dilakukan adalah analisa ketersediaan bahan bakar untuk pembangkit listrik yang dapat dibangkitkan dari limbah biomassa dari seluruh PKS di PT. USTP Group, Analisa yang dilakukan melalui data data produksi selama lima tahun terakhir dari 2018 – 2022, melalui analisa ini didapat jumlah produksi limbah padat kelapa sawit yang tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini berjudul Studi potensi limbah padat kelapa sawit di pabrik kelapa sawit PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group sebagai bahan bakar pembangkit listrik biomassa. Pengambilan data yang berada di PT. USTP Group yaitu data produksi tandan buah segar dari yang diolah selama lima tahun terakhir. Berikut adalah data data yang diperoleh pada penelitian di PT. USTP Group:

Tabel 3-1 Nilai Kalor Bahan Bakar Biomassa

Komposisi Bahan Bakar	GCV (kCal/kG)	Nilai Kalor (kJ/kG)
Serat	4502,98	18853,07
Cangkang	4687,47	19625,49

Nilai kalor bahan bakar biomassa limbah padat dapat dilihat melalui penelitian terlebih dahulu dan diambil nilai gross calorific value rata-ratanya [8]. Nilai kalori serat 100% adalah 18853,07 kJ/kG dan nilai kalor cangkang 100% adalah 19625,49 kJ/kG [6].

Tabel 3-2 Produksi Olah Pabrik Kelapa Sawit PT. USTP Group

Data PKS (Ton)	Tahun Produksi		
	2020	2021	2022
TBS diolah	513.488	515.559	582.25
Cangkang	38.508,62	38.666,92	43.672,2
Serat	66.748,28	67.022,67	75.698,35

Perhitungan produksi limbah padat kelapa sawit yaitu:

1 ton TBS diolah rata-rata menghasilkan 7,5% cangkang, 13% Serat, 24,9% minyak CPO, 4,6% Kernelsawit, 36% Pome atau limbah cair, 14% janjang kosong.

dari tabel diatas dapat dilihat jumlah produksi limbah padat yang dihasilkan oleh PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group. Rata-rata memproduksi cangkang 38 ribu - 44 ribu ton/tahun dan produksi serat rata rata 65 ribu – 76 ribu Ton/Tahun [5].

Tabel 3-3 Energi Eiomassa PT. Union Sampoerna Triputra Persada

Tahun	Biomassa	Energi (kj/jam)
2020	Serat	174.767.310
	Cangkang	104.797.500
2021	Serat	175.483.724
	Cangkang	105.386.250
2022	Serat	198.145.030
	Cangkang	118.927.500

Tabel 3-4 Perhitungan Uap Biomassa

Tahun	Biomassa	Uap panas (kG uap/Jam)
2020	Serat	58.199,99
	Cangkang	34.899,05
2021	Serat	58.438,57
	Cangkang	35.095,11
2022	Serat	65.985,10
	Cangkang	39.604,54

Kapasitas uap terbangkit dapat dihitung dengan persamaan efisiensi isentropis turbin persamaan 5 agardidapat daya turbin dibangkitkan. $W_{Turbin} = m_s \times w_{turbin}$

Adapun entalpi uap diambil hari aplikasi steam tab companinon untuk uap superheated 420 °C, 35 barg di dapat nilai entalpi sebesar 3269,37 kj/kg. entalpi uap keluar turbin dengan kondisi isentropik pada tekanan vakum 0,5 barg, 250 °C sebesar 2976,15 kj/kg, maka daya dapat dihitung menggunakan persamaan 6 [9].

Tabel 3-5 Daya Generator Dhasilkan Limbah Padat

Tahun	Biomassa	Potensi Biolistrik (kWh)
2020	Serat	4040,72
	Cangkang	2422,98
2021	Serat	4057,28
	Cangkang	2436,59
2022	Serat	4581,23
	Cangkang	2749,67

Untuk mengetahui konsumsi beban listrik dapat dilihat panel alat ukur yang terpasang di kamar mesin berupa *kWh Meter*, *Voltage Meter*, *Amperemeter*, daya akan mengalami kenaikan dan menyesuaikan kebutuhan daya pada setiap stasiun di pabrik kelapa sawit.

Tabel 3-6 Konsumsi Daya PT. USTP Group

No.	Stasiun	Terpasang	Beroperasi
		Daya (kW)	Daya (kW)
1.	Perebusan	50	32,3
2.	Thresing	120	108,1
3.	Pressing	290	285
4.	Klarifikasi	101	84,9
5.	Tangki Timbun	20	17,1
6.	Kernel	40	33,5
7.	Boiler	400	378
8.	Water Treatment	60	49,4
9.	Kolam Limbah	40	34,8
10.	Perkantoran	20	12,2
11.	Penerangan Jalan	30	19,4
12.	Perumahan Karyawan	60	54,5
Total		1231	1109,2
Turbin Synko		1600	1491,8
Turbin Dresserrand		1600	1369,8

Tabel 3-7 Potensi Biolistrik Terbangkitkan

Tahun	Kelebihan Daya (kWh)
2020	5232,71
2021	5262,87
2022	6099,91

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang ada di atas Mengenai Pembangkit listrik biomassa limbah padat di PT. Union Sampoerna Triputra Persada Group dapat disimpulkan bahwa :

1. Energi yang terkandung dalam limbah serat tertinggi yaitu 198.145.030 kJ/Jam, dan terendah yaitu 174.767.310. Energi yang terkandung dalam limbah cangkang tertinggi yaitu 118.927.500 kJ/Jam dan terendah yaitu 104.797.310 kJ/Jam. Adapun faktor yang mempengaruhi besar energi diperoleh adalah produksi tandan buah segar kelapa sawit yang diolah, semakin besar pengolahan tandan buah segar maka energi yang diperoleh semakin besar.
2. Limbah padat berupa cangkang dan serat digunakan sebagai bahan bakar PLTBm. Sehingga untuk mengatur bahan baku agar selalu tersedia adalah melihat dari kinerja pabrik kelapa sawit, selama pabrik masih beroperasi maka bahan baku akan selalu tersedia.
3. Uap panas yang dihasilkan dari energi biomassa kisaran 34.899,05 kG uap/Jam – 65.985,10 kG uap/Jam, Adapun faktor yang mempengaruhi besar produksi uap adalah kinerja dari boiler semakin bagus kandungan bahan bakar yang dikirim ke boiler maka kinerja boiler juga semakin bagus dan produksi uap juga meningkat.
4. Potensi biolistrik yang dihasilkan tahun 2018 sebesar 5812,37 kWh / 5.81 MWh. Dengan rata-rata kelebihan daya setiap tahun adalah 5MW dapat dimanfaatkan untuk pasokan daya di provinsi Kalimantan Tengah yang selama ini masih terkendala pasokan listrik akibat kekurangan pembangkit listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Pabrik Kelapa Sawit yang telah memfasilitasi peralatan bahan dan mendukung dalam penelitian ini hingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan maksimal, sehingga bisa menuangkannya ke dalam jurnal ini. Kemudian Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada seluruh jajaran staff dan karyawan PT. Union Sampoerna Triputra Persada yaitu; Bapak Danu Aulia Bisyrja selaku General Manager PKS, Ibu Delina Hutabarat selaku Kepala Tata Usaha, Bapak Kholiq Selaku Asisten Teknik dan Maintenance PKS, Bapak Iswadi Selaku Asisten Proses PKS, Bapak Saroni Selaku Asisten Listrik PKS, Bapak Maisum Selaku Asisten Perencanaan dan Listrik Area PT. USTP Group [10].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, R., Djufri, U., & Wijaya, H. (2022). Pemanfaatan Biomassa Padat Kelapa Sawit Sebagai Energi Baru Terbarukan Di PLTU Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara Vi Unit Usaha Bunut. *Journal Of Electrical Power Control And Automation (Jepca)*, 5(1), 17.
- [2] Dwi Putra, A., Yusuf, I., Gani, U. A., Elektro, T., & Elektro, J. (N.D.). *Studi Potensi Limbah Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Di PT. Perkebunan Nusantara Xiii Pks Parindu*.
- [3] Erivianto, D., Dani, A., Gunawan, H., Studi, P., Elektro, T., Tinggi, S., & Husni, T. S. (2021). Pengolahan Biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(1).
- [4] Erivianto¹, D., Abhi, B., Didik, D., Prodi, N. ¹, Elektro, M. T., ISTN, P., ²universitas, J., & Bogor, P. (2016). *Penggunaan Limbah Padat Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Tenaga Listrik Pada Existing Boiler* (Vol. 26, Issue 2).
- [5] Ginanjar, T., Suryani Lubis, G., Simanjuntak, Y. M., & Teknik Mesin, J. (N.D.). *Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler Dengan Melakukan Uji Kalori Pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Sentosa Prima Agro*.
- [6] Peraturan Gubernur Provinsi Kalimantan Tengah, “Pergub Provinsi Kalimantan Tengah Nomor 37 Tahun Perubahan Atas Pergub 34 Tahun 2015 Tentang Penyediaan Energi Listrik.” 2020.
- [7] Hasibuan, A., Siregar, W. V., Made, I., & Nrrartha, *Sumber Bahan Bakar Dari Limbah Padat Pada Pembangkit Listrik Di Pabrik Kelapa Sawit*.
- [8] Imam Arifandy, M., Pandu Cynthia, E., & Muttakin, F. (2021). Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil Pks Sungai Galuh. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 19(1), 116–122.
- [9] Laila, L., & Yusuf Qoderi, M. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Pabrik Kelapa Sawit Sungai Rungau Mill. In *Japps.Itsb.Ac.Id Journal Of Applied Science: Vol. I* (Issue 1). [Www.Japps.Itsb.Ac.Id](http://www.Japps.Itsb.Ac.Id)
- [10] Mahrani, H., Siregar, R., Khathir, R., & Siregar, K. (2022). Life Cycle Inventory Mass Balance Dan Energy Balance Pada Proses Produksi Cpo Di PTPN Iv Pks Bah Jambi Sumatera Utara Life Cycle Inventory Mass Balance And Energy Balance In Cpo Production Process In PTPN Iv Pks Bah Jambi North Sumatera. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2).
- [11] Parinduri¹, L., Arfah¹, M., & Sahputra¹, J. (2019). JSTI Jurnal Sistem Teknik Industri Analisa Persediaan Limbah Kering Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik PTPN IV Kebun Adolina. *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)*, 21(2), 1–21.
- [12] Peraturan Presiden Republik Indonesia, “Perpres Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional.” 2017.
- [13] Priambodo¹, T., & Auliq², M. A. *Analisa Perhitungan Efisiensi Daya Turbine Generator Siemens St-300 7 MW Di PTPN Xi (Unit) Pg. Semboro*.
- [14] Rigayatsyah, M., Abdullah, D., & Afrillia, Y. (2022). Tingkat Efisiensi Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit Di Kabupaten Aceh Singkil Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTik)*, 6(2).
- [15] Rumokoy, S. N., & Monika, D. D. (N.D.). *Potensi Energi Listrik Pada Pabrik Kelapa Sawit Melalui Pembangunan PLTBG*.
- [16] Simanjuntak, M. E. (2010). Perancangan Geometri Boiler Konfigurasi PLTU Dengan Daya 7,3 MW Berbahan Bakar Cangkang Sawit. In *Jurnal Dinamis: Vol. I* (Issue 7).