

Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Pengolahan Kelapa Sawit di PT. Dian Anggara Persada

Abrar Tanjung¹, Masnur Putra Halilintar², Donal Ikjen Panjaitan³

^{1,2,3}Universitas Lancang Kuning

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

*e-mail: : abrar@unilak.ac.id¹, masnur@unilak.ac.id², donalelektro@gmail.com³

Abstract

In the palm oil processing process, there are several stages of the cycle that require the contribution of electrical energy. This last task analyzes the extent to which the utilization of electrical energy in a Palm Oil Mill (PKS) with a capacity of 40 Tons/hour by calculating the use of electrical energy and its efficiency at each station and calculating the estimated cost of fuel use at the plant. This research was conducted at PKS PT. Dian Anggara Persada with data collection techniques from current and voltage measurements, data collection on installed motors and interviews. The results of the research are the power plant used with a capacity of 1088 kW and the calculation results show that the electrical energy calculated for the production process is 16845.02 kWh with installed electrical energy of 21032.77 kWh and the efficiency of using electrical energy at PKS PT. Dian Anggara Persada amounted to 80,08941%. Estimated cost of fuel to produce electrical energy in 4 (four) months in 2022. In January it is Rp. 1,798,196,400,-, in February of is Rp. 2,468,770,800,-, March Rp. 1,754,383,200,-, April Rp. 1,930,116,000,-.

Keywords: Power Generation, Electrical Energy, Efficiency, Estimated Fuel Costs, PKS PT. Dian Anggara Persada.

Abstrak

Dalam proses pengolahan kelapa sawit, terdapat beberapa tahapan siklus yang membutuhkan kontribusi energi listrik. Tugas akhir ini menganalisis sejauh mana pemanfaatan energi listrik di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) dengan kapasitas 40 Ton/jam dengan menghitung penggunaan energi listrik dan efisiensinya di setiap stasiun dan menghitung estimasi biaya penggunaan bahan bakar pada pembangkit. Penelitian ini dilaksanakan pada PKS PT. Dian Anggara Persada dengan teknik pengumpulan data dari pengukuran arus dan tegangan, pengambilan data motor terpasang dan wawancara. Hasil penelitian yaitu pembangkit yang digunakan berkapasitas 1088 kW dan hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi listrik yang dihitung untuk proses produksi adalah 16845,02 kWh dengan energi listrik terpasang sebesar 21032,77 kWh dan efisiensi penggunaan energi listrik pada PKS PT. Dian Anggara Persada sebesar 80,08941 %. Estimasi biaya bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik pada 4 (empat) bulan Tahun 2022. Pada bulan Januari sebesar Rp. 1.798.196.400,-, bulan Februari sebesar Rp. 2.468.770.800,-, Maret sebesar Rp. 1.754.383.200,-, April sebesar Rp. 1.930.116.000,-.

Kata kunci: Pembangkit, Energi Listrik, Efisiensi, Estimasi Biaya Bahan Bakar, PKS PT. Dian Anggara Persada.

1. PENDAHULUAN

PT. Dian Anggara Persada (DAP) merupakan pabrik pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) dengan bahan kelapa sawit yang berkapasitas 40 Ton/jam yang telah bekerja mulai sekitar tahun 1978. Proses pengolahan kelapa sawit, terdiri dari beberapa fase siklus yang membutuhkan kontribusi energi listrik. Dalam analisis efisiensi penggunaan energi listrik, ditentukan dari nilai energi listrik yang digunakan di PKS. Pengaruh nilai penggunaan energi listrik di atas standar dapat menunjukkan adanya kerugian atau penggunaan beban yang besar, namun penting juga untuk terlebih dahulu melakukan analisis, selain itu penggunaan energi listrik yang berlebihan dapat menyebabkan biaya fungsional yang tinggi dan menyebabkan penurunan nilai efisiensi penggunaan energi listrik di PKS dengan batas 40 Ton/jam yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berbeda.

Adapun stasiun yang mengkonsumsi energi listrik pada PKS yaitu stasiun *loading ramp* dengan jumlah motor terpasang 7 (tujuh) dengan daya terpasang 55 kW, *thresher* dengan jumlah

motor terpasang 13 (tiga belas) dengan daya terpasang 105,5 kW, *pressing* dengan jumlah motor terpasang 10 (sepuluh) dengan daya terpasang 16,6 kW, *clarification* dengan jumlah motor terpasang 14 (empat belas) dengan daya terpasang 88,7 kW, *kernel* dengan jumlah motor terpasang 21 (dua puluh satu) dengan daya terpasang 197 kW, *boiler* dengan jumlah motor terpasang 15 (lima belas) dengan daya terpasang 184,07 kW, *water tube pump* dengan jumlah motor terpasang 7 (tujuh) dengan daya terpasang 61,24 kW dan terdapat stasiun domestik yaitu kantor dengan daya terpasang 55,100 kW dan perumahan dengan terpasang 55,100 kW dengan jumlah perumahan sebanyak 72 rumah. Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

- Menganalisis jumlah energi listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik kelapa sawit berkapasitas 40 Ton/jam.
- Menganalisis nilai efisiensi energi listrik yang digunakan pada proses pengolahan kelapa sawit.
- Menganalisis jumlah estimasi biaya bahan bakar yang digunakan untuk pembangkit energi listrik.

2. METODE

Tahapan dalam melakukan penelitian dari pengambilan data data yang dibutuhkan terlebih dahulu, pengolahan data sampai penarikan kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data *single line diagram* sistem kelistrikan pada pabrik.
- Pengambilan data spesifikasi dari generator dan motor listrik yang terpasang pada pabrik.
- Pengambilan data penggunaan bahan bakar pada stasiun *boiler*
- Mencatat data faktor daya terpasang 0,85 pada panel indikator pembangkit.
- Melakukan pengukuran arus dan tegangan pada setiap motor induksi menggunakan *clamp ampere* dan *multimeter* pada seluruh stasiun
- Melakukan perhitungan daya output dan efisiensi penggunaan energi listrik dan estimasi penggunaan bahan bakar dengan bantuan alat laptop menggunakan *software microsoft excel* dan simulasi dengan *software ETAP 12.6*
- Membuat kesimpulan dari hasil pengukuran, perhitungan dan simulasi yang telah dilaksanakan.

Data pada penelitian kemudian dianalisis, dilakukan perhitungan dan disajikan sebagai tabel. Data pengukuran untuk kebutuhan energi listrik dilakukan pada saat perangkat keras sedang berjalan, tidak pada keadaan yang paling maksimal.

Energi Listrik

Energi merupakan kemampuan dalam melakukan usaha (kerja) atau membuat perubahan energi. Energi listrik merupakan energi yang dibutuhkan oleh peralatan listrik yang dialiri arus (*Ampere*), tegangan (*Volt*) dengan kebutuhan penggunaan daya (*Watt*) dan penggunaan energi listrik (*Watt hour*) (Wahid, dkk. 2014). Energi listrik merupakan seberapa besar daya listrik yang digunakan selama waktu tertentu. Pengukuran energi listrik menggunakan alat ukur listrik yang disebut *Watt-hour meter* atau *kWh meter* atau *MWh meter*. Satuan energi listrik adalah sebagai berikut: *Watt* detik, *Watt* jam, kiloWatt jam (kWh), MegaWatt jam (MWh) (Atmam, dkk. 2018).

Untuk mengetahui energi listrik digunakan persamaan 1 dan 2 berikut:

$$W = P \times t \quad (1)$$

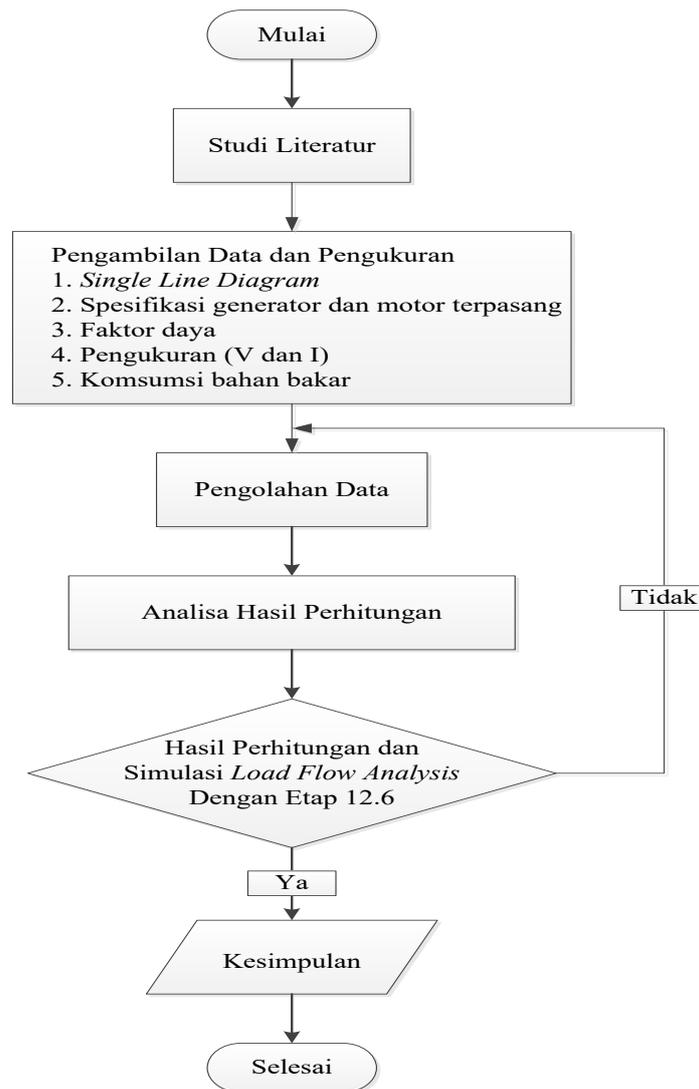
$$W = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \times t \quad (2)$$

Keterangan:

P : Daya (*Watt*)

T : Waktu dalam jam (jam)

W : Energi dalam *Watt* jam (*Watt hour* atau Wh) merupakan energi yang dikeluarkan jika 1 *Watt* digunakan 1 satu jam



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Untuk mengetahui nilai efisiensi penggunaan energi listrik digunakan persamaan 3 berikut (Chapman, 2012).

$$\eta = \frac{W_{\text{terhitung}}}{W_{\text{terpasang}}} \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan:

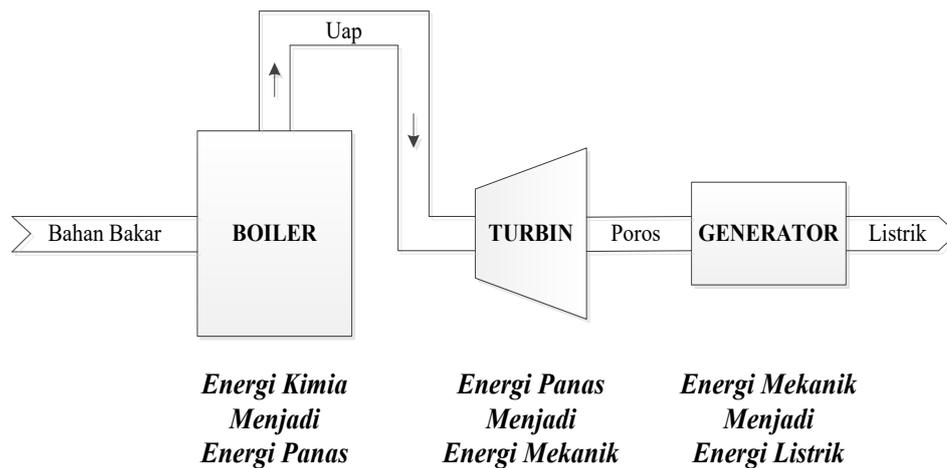
η : Efisiensi (%)

$W_{\text{terpasang}}$: Energi terpasang (kWh)

$W_{\text{terhitung}}$: Energi terhitung (kWh)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Turbin uap merupakan mesin pengubah energi yang mengubah energi dari uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan sebagai putaran poros turbin dapat langsung atau dengan bantuan roda gigi kecil yang terkait dengan alat yang akan digerakkan. Turbin uap aksi (*dresser rand*) merupakan turbin yang menghasilkan tenaga besar dan sisa uapnya yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pengolahan kelapa sawit seperti dalam perebusan (*sanitizer*), pengadukan (*digester*), klarifikasi (*clarification*) dan ketel uap (*boiler*). Dari *name plate* turbin uap aksi (*dresser rand*) diketahui daya 800 kW dan putaran 5400 rpm (Siregar dan Muhammad. 2013).



Gambar 2 Proses Konversi Energi Listrik Pada PLTU
Sumber: (Sunarwo dan Supriyo, 2015)

2.3 Peralatan Utama Pada Turbin Uap

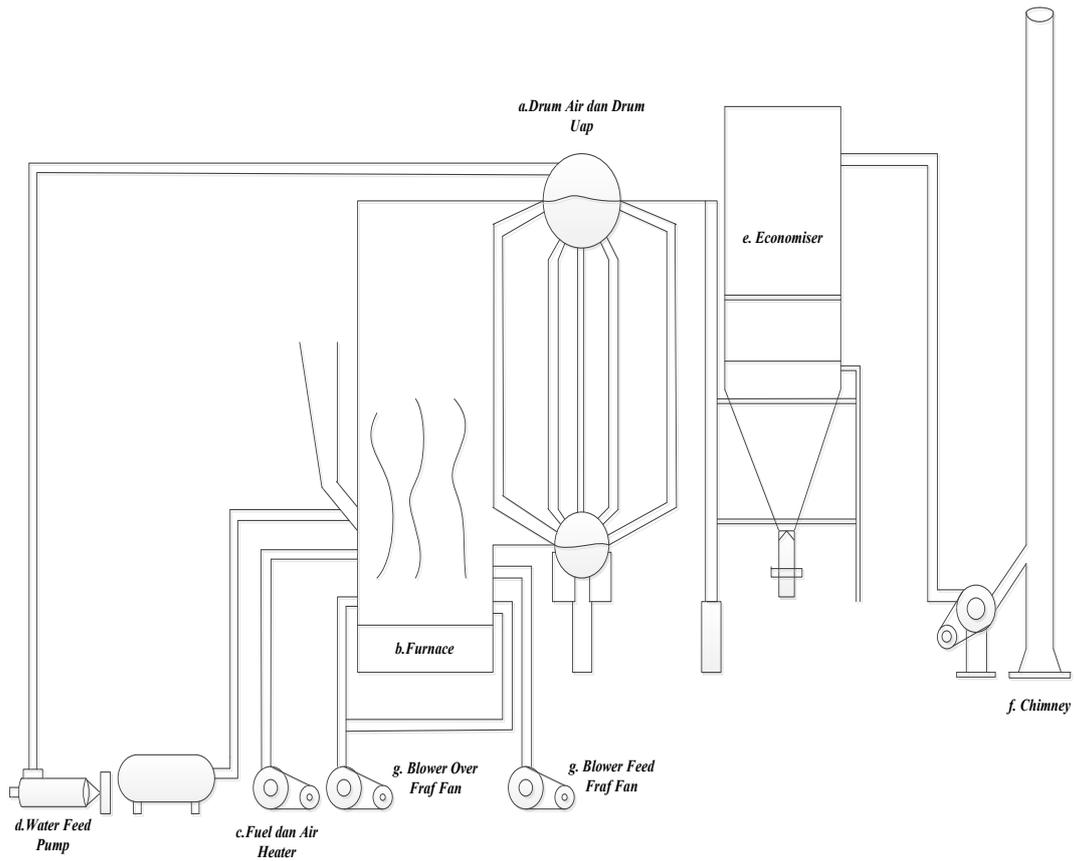
Turbin memiliki komponen utama yaitu stator dan rotor yang ditambahkan dengan komponen lain agar turbin bekerja lebih baik. Turbin uap memanfaatkan energi kinetik dari fluida kerja yang ditingkatkan dengan penambahan energi panas (Sunarwo dan Supriyo 2015). Peralatan pendukung pada turbin uap sebagai berikut:

- a. *Casing*
- b. Rotor
- c. *Shaft Seals*
- d. Bantalan (*bearing*)
- e. *Main Oil Pump*
- f. *Gland Packing*
- g. *Labirinth Ring*
- h. *Impuls Stage*
- i. *Stationary Blade*
- j. *Moving Blade*
- k. *Turbine Control Valve*
- l. *Turbine Stop Valves*
- m. *Reducing Gear*
- n. *Balance Piston*
- o. *Turning Device*

Ketel Uap (*Boiler*)

Ketel uap (*boiler*) merupakan unit mesin yang mampu mengubah air menjadi uap bertekanan tinggi. Air di *boiler* dikendalikan pada tekanan dan suhu tertentu, sehingga air memiliki nilai energi yang kemudian digunakan untuk memindahkan energi ke siklus berikutnya (Nasikin. 2016). *Boiler* mempunyai beberapa komponen- komponen utama antara lain sebagai berikut:

- a. Drum Air dan Drum Uap
- b. Ruang Pembakaran (*Furnace*)
- c. *Fuel dan Water Heater*
- d. Pompa Air Pengisi *Boiler (Water Feed Pump)*
- e. *Economiser*
- f. Cerobong Asap (*Chimney*)
- g. *Blower*



Gambar 3 Bagian-bagian *Boiler*

Sumber: (PKS Persada, 2022)

Proses Pembakaran

Sistem pembakaran yang terjadi di ruang pengapian *boiler* berarti mengubah tahap air menjadi tahap uap.

- a. Febijanto mengatakan cangkang (*shell*) merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit dengan bentuk seperti batok kelapa namun bentuknya kecil. Setiap pengolahan 1 ton TBS menghasilkan nilai kalori 3500 kl/kg - 4100 kcal/kg dari pengolahan TBS per ton (Maulana, dkk. 2016).



Gambar 4 Cangkang Kelapa Sawit

Sumber: (Maulana, dkk, 2016)

- b. Febijanto mengatakan bahwa serat (*fiber*) merupakan limbah kelapa sawit yang dihasilkan dari pengolahan produk kelapa sawit yang diperas yang berbentuk pendek seperti tali dan berwarna kuning kecoklatan. Setiap pengolahan 1 ton TBS menghasilkan panas 2637 kl/kg - 3998 kl/kg dari pengolahan TBS per ton (Maulana, dkk, 2016).



Gambar 5 Serat Kelapa Sawit

Sumber: (Maulana, dkk, 2016)Konsumsi Bahan Bakar

Menurut (B. Fricke. 2009), Untuk menentukan total penggunaan bahan bakar dirumuskan menggunakan persarsamaan 4 berikut:

$$Q_{Estimasi} = \text{Jumlah bahan bakar} \times \text{Harga} \quad (4)$$

Keterangan:

$Q_{Estimasi}$: Biaya bahan bakar (Rupiah)

Jumlah bahan bakar : Kebutuhan panas *boiler* (Kg)

Harga : Harga bahan bakar (Rupian)

Generator

Generator merupakan pengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang terjadi pada suatu medan magnet. Dalam hukum Faraday, dinyatakan jika sepotong kabel ditaruh di medan magnet yang berubah, maka akan terbentuk Gaya Gerak Listrik (GGL) (Sakura, dkk. 2017).

Motor Induksi

Motor induksi merupakan mesin listrik yang aliran bolak-balik (AC) yang poros rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, secara keseluruhan putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat perbedaan pada gilirannya disebut slip (Hasbi. 2017).

Aliran Daya Pada Motor Induksi

Daya merupakan energi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan usaha (kerja). Dalam motor induksi, tidak ada sumber listrik yang terhubung langsung dengan rotor, sehingga daya melalui lubang udara setara dengan daya ke rotor. Menurut (Chapman, 2012), persamaan yang digunakan untuk melakukan perhitungan pada motor induksi dirumuskan dengan persamaan 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12 berikut:

- a. Daya Aktif (*Active Power*)

Daya Aktif (*Active Power*) motor:

$$P=V \times I \times \cos \varphi \tag{5}$$

$$P=\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \tag{6}$$

Arus (*Ampere*)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \tag{7}$$

Tegangan (*Volt*)

$$V = \frac{P}{\sqrt{3} \times I \times \cos \varphi} \tag{8}$$

Keterangan:

P : Daya (*Watt*)

V : Tegangan (*Volt*)

I : Arus (*Ampere*)

cos φ : Faktor daya

b. Daya Reaktif

Daya Reaktif motor:

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \tag{9}$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \varphi \tag{10}$$

Keterangan:

Q = Daya Reaktif (VAR atau *Volt Ampere* Reaktif)

c. Daya Semu atau daya total (*Apparent Power*)

Daya Semu (*Apparent Power*) motor:

$$S = V \times I \tag{11}$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \tag{12}$$

Keterangan:

S : Daya Semu (VA atau *Volt Ampere*)

Efisiensi

Efisiensi motor induksi merupakan ukuran kelayakan energi listrik untuk bekerja di pabrik manufaktur yang dinyatakan sebagai perbandingan antara masukan dan keluaran energi listrik dalam satuan *Watt* (Haryanto, dkk. 2014). Menurut (Chapman, 2012), untuk menghitung nilai efisiensi penggunaan energi listrik digunakan persamaan 13, 14 dan 15 berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \tag{13}$$

$$\eta = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} \times 100\% \tag{14}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100\% \tag{15}$$

Keterangan:

η : Efisiensi (%)

P_{in} : Daya masuk (*Watt*)

P_{out} : Daya keluar (*Watt*)

P_{loss} : Rugi-rugi daya (*Watt*)

Domestik

Kantor dan perumahan merupakan stasiun yang mempunyai beban kapasitif atau disebut juga pada PKS sering disebut beban domestik. Menurut (Chapman, 2012), persamaan yang digunakan dalam menghitung daya listrik kebutuhan domestik persamaan 16 berikut:

Daya pada kebutuhan domestik:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (16)$$

Proses Pengolahan Kelapa Sawit

Pengolahan kelapa sawit bermanfaat menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) dengan kualitas yang baik. Tahapan pengolahan kelapa sawit terdapat dari beberapa tahapan (B. Fricke. 2009).

- a. Proses penerimaan buah (*sortasi*)
- b. Perebusan (*sterilizer*)
- c. Pengadukan (*digester*)
- d. Pemerasan (*pressing*)
- e. Pengolahan minyak (*clarification*)
- f. Pengolahan biji (*kernel*) sampai proses penyimpanannya.
- g. Limbah

Electric Transient Analysis Program (ETAP 12.6)

ETAP (*Electric Transient Analysis Program*) merupakan program yang digunakan untuk memecah kerangka tenaga listrik. *Software* ETAP dapat dijalankan *offline* (untuk simulasi tenaga listrik) atau *online* untuk memecah informasi secara bertahap (seperti SCADA). *Software* ETAP sangat bermanfaat dalam perencanaan sistem kelistrikan. Dalam ETAP terdapat jenis-jenis elemen seperti elemen AC, instrument maupun elemen D (Faruq, dkk. 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Penggunaan Daya Listrik Pada Seluruh Stasiun

- a. Untuk memperoleh nilai daya listrik pada motor *power pack loading ramp* dengan tegangan terukur 377 Volt, arus terukur 8,125 Ampere, dan dengan $\cos \varphi$ terpasang 0,85, maka dapat dihitung menggunakan persamaan (6) berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 377 \times 8,125 \times 0,85$$

$$P = 4,509 \text{ Kw}$$

Tabel 1 Hasil Perhitungan Penggunaan Daya Listrik Dari Seluruh Stasiun

No	Stasiun	Daya Terpasang (kW)	Daya Terhitung (kW)
1	<i>Loading Ramp</i>	55	44,008
2	<i>Thresher</i>	105,500	82,415
3	<i>Pressing</i>	160600	127,332
4	<i>Klarifikasi</i>	88,7	69,364
5	<i>Kernel</i>	197	155,4
6	<i>Boiler</i>	184,07	138,078
7	<i>Water Tube Pump</i>	61,24	47,313
8	Kantor	55,945	27,751
9	Perumahan	55,945	26,403
Total		964	718,064



Gambar 6 Grafik Penggunaan Daya Listrik Pada Setiap Stasiun

Dari grafik pada Gambar 6 diatas dapat disimpulkan penggunaan daya listrik tertinggi berada pada stasiun *kernel* dan energi listrik yang dihasilkan pembangkit disalurkan pada seluruh stasiun lainnya. Pembangkit yang digunakan berkapasitas 1088 kW dan total daya listrik yang digunakan pada PKS sebesar 718,064 kW.

3.2 Analisis Penggunaan Energi Listrik Dalam kWh Pada Seluruh Stasiun

- Pada stasiun *loading ramp* daya terpasang 55 kW dan daya terhitung 44,008 kW dengan waktu pengoperasian selama 24 jam, maka untuk menghitung energi listrik digunakan persamaan (2) sebagai berikut.

Energi terpasang:

$$W = P \times t$$

$$W = 55 \text{ kW} \times 24 \text{ jam}$$

$$W = 55000 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam}$$

$$W = 1320000 \text{ Wh} = 1320 \text{ kWh}$$

Energi terhitung:

$$W = P \times t$$

$$W = 44,008 \text{ kW} \times 24 \text{ jam}$$

$$W = 44008 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam}$$

$$W = 1056192 \text{ Wh} = 1056,192 \text{ kWh}$$

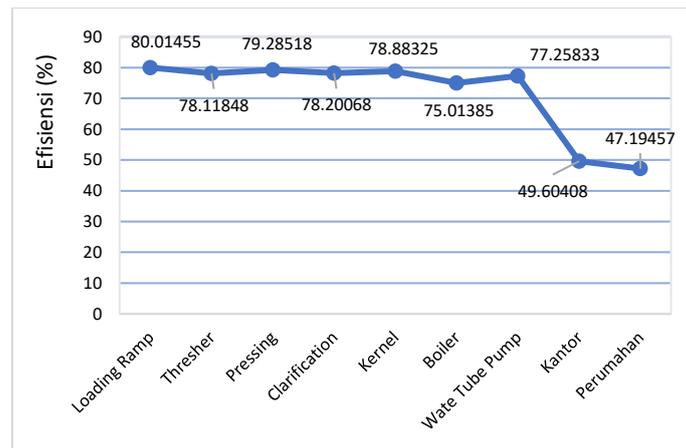
Untuk memperoleh efisiensi penggunaan energi listrik pada stasiun *loading ramp* dengan energi terpasang 1320 kWh dan energi terhitung 1056,192 kWh, maka efisiensi dapat dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$\eta = \frac{W_{th}}{W_{tp}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{1056,192 \text{ kWh}}{1320 \text{ kWh}} \times 100\% = 80,01455 \%$$

Tabel 2 Hasil Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Dalam kWh Dari Seluruh Stasiun

No	Stasiun	Energi Terpasang (kWh)	Energi Terhitung (kWh)	Efisiensi Energi (%)
1	<i>Loading Ramp</i>	1320,2	1056,2	80,0
2	<i>Thresher</i>	2532,3	1978,1	78,1
3	<i>Pressing</i>	3854,4	3056,1	79,3
4	<i>Clarification</i>	2128,8	1664,7	78,2
5	<i>Kernel</i>	4728,2	3729,6	78,9
6	<i>Boiler</i>	4417,6	3313,9	75,1
7	<i>Water Tube</i>	1469,7	1135,5	77,3
8	Kantor	559,4	277,5	49,6
9	Perumahan	1342,6	633,7	47,2
	Total	21032,7	16845,0	80,1



Gambar 7 Grafik Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Setiap Stasiun

Dari hasil perhitungan penggunaan energi listrik diatas bahwa efisiensi penggunaan energi listrik pada PKS PT. Dian Anggara Persada sebesar 80 % dan dari grafik diperlihatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada setiap stasiunnya.

3.3 Analisis Estimasi Biaya Penggunaan Bahan Bakar Untuk Pembangkit Energi Listrik

a. Estimasi biaya penggunaan bahan bakar pada bulan Januari 2022:

1. Menggunakan bahan bakar cangkang:

$$Q_{Estimasi} = 615.783 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.800,-$$

$$Q_{Estimasi} = \text{Rp. } 1.108.409.400,-$$

2. Menggunakan bahan bakar serat:

$$Q_{Estimasi} = 457.818 \text{ Kg} \times \text{Rp. } 1.500,-$$

$$Q_{Estimasi} = \text{Rp. } 686.727.000,-$$

3. Menggunakan bahan bakar solar:

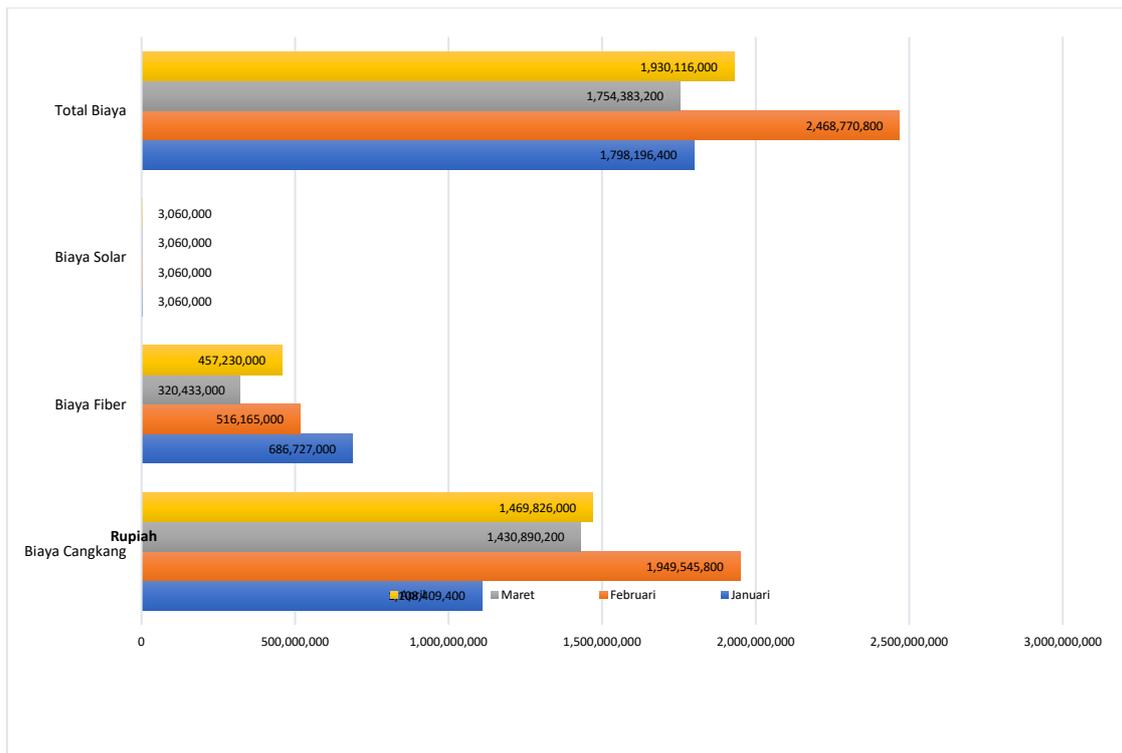
$$Q_{Estimasi} = 400 \text{ Liter} \times \text{Rp. } 7.650,-$$

$$Q_{Estimasi} = \text{Rp. } 3.060.000,-$$

Hasil perhitungan estimasi biaya penggunaan bahan bakar pada bulan Januari, Februari, Maret, April Tahun 2022 diperlihatkan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 1 Hasil Perhitungan Estimasi Biaya Pada Bulan Januari s/d April 2022

Bulan	Biaya Cangkang (Rupiah)	Biaya Serat (Rupiah)	Biaya Solar (Rupiah)	Total Biaya (Rupiah)
Januari	1.108.409.400,-	686.727.000,-	3.060.000,-	1.798.196.400,-
Februari	1.949.545.800,-	516.165.000,-	3.060.000,-	2.468.770.800,-
Maret	1.430.890.200,-	320.433.000,-	3.060.000,-	1.754.383.200,-
April	1.469.826.000,-	457.230.000,-	3.060.000,-	1.930.116.000,-

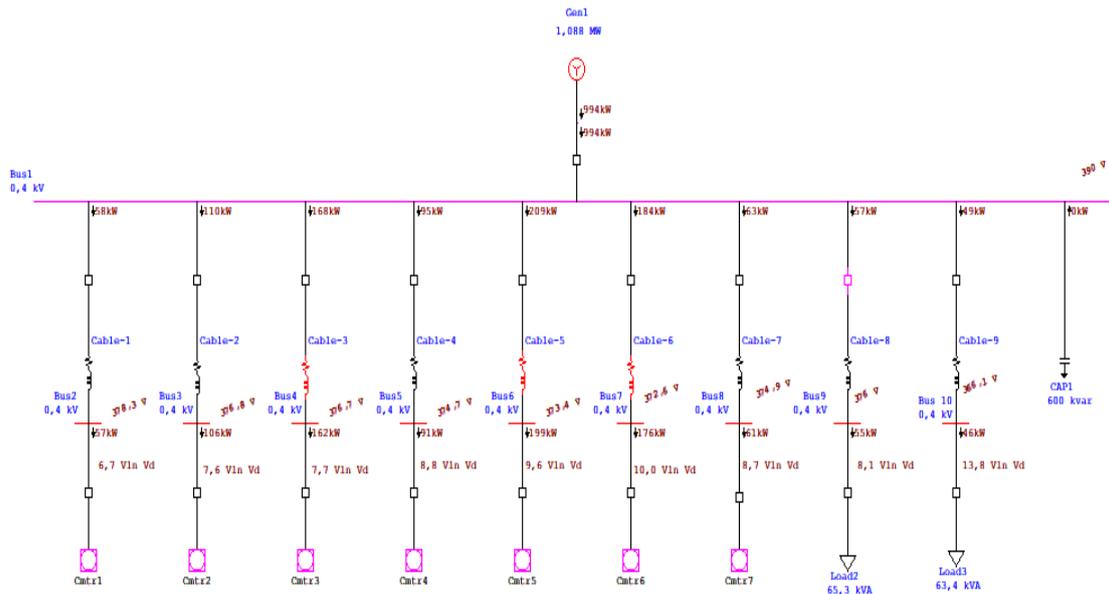


Gambar 8 Grafik Biaya Penggunaan Bahan Bakar Pada Bulan Januari s/d April Pada Tahun 2022

Dari hasil perhitungan estimasi biaya penggunaan bahan bakar pada Bulan Januari s/d April Pada Tahun 2022 didapatkan bahan bakar yang digunakan untuk pembangkit paling tinggi adalah pada Bulan Februari sebesar Rp. 2.468.770.800,-. Bahan bakar tertinggi yang digunakan adalah cangkang (*shell*) dan diikuti bahan bakar serat (*fiber*), bahan bakar solar hanya digunakan pada saat hari minggu saja dan pada saat proses *start* awal pembangkit yang bertujuan untuk mensuplai arus listrik pada motor-motor yang ada pada pembangkit sebelum pembangkit menghasilkan energi listrik.

3.4 Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6

Pemeriksaan aliran beban atau aliran daya menggunakan *software* ETAP 12.6. Pada pengujian akan dilakukan perhitungan tegangan saluran, aliran dan komponen daya dan yang utama adalah memperkirakan dan mengetahui jalannya aliran gaya pada rangka kelistrikan pada sebuah pabrik penanganan kelapa sawit dengan kapasitas pembangkit 1088 kW, diperlihatkan pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9 Hasil Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6

Tabel 4 Hasil Perbandingan Daya Pengukuran Manual dan Simulasi dengan Software ETAP 12.6

No	Stasiun	Manual	Software ETAP 12.6	Selisih Daya (%)
		Daya (kW)	Daya (kW)	
1	L. Ramp	55	58	0,03
2	Thresher	105,5	110	0,05
3	Pres	160,6	168	0,07
4	Clarification	88,7	95	0,06
5	Kernel	197	209	0,12
6	Boiler	184,07	184	-0,01
7	WTP	61,24	63	0,02
8	Kantor	55,1	57	0,02
9	Perumahan	55,1	49	-0,06
Total		964	994	0,31

Tabel 5 Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran Manual dan Menggunakan Simulasi Software ETAP 12.6

No	Stasiun	Manual	Software ETAP 12.6	Selisih Tegangan (%)
		Tegangan (Volt)	Tegangan (Volt)	
1	L. Ramp	377	378,3	0,013
2	Thresher	376	376,8	0,008
3	Pres	376	376,7	0,007
4	Clarification	374	374,7	0,007
5	Kernel	372	373,4	0,014
6	Boiler	371	372,6	0,016
7	WTP	374	374,9	0,009
8	Kantor	377	376	-0,01
9	Perumahan	366	366,1	0,001

Menggunakan *software* ETAP 12.6 dilakukan simulasi yang bertujuan mendapatkan perbandingan nilai daya dan tegangan dengan menggunakan metode *load flow analysis*. Setelah dilakukan simulasi didapatkan perbandingan selisih daya dan tegangan dengan pengukuran manual dan simulasi *software* ETAP 12.6 dengan total selisih penggunaan daya pada seluruh PKS sebesar 0,3059 % lebih tinggi menggunakan simulasi dan diikuti selisih daya dan tegangan setiap stasiun yang terdapat pada Tabel 4 dan Tabel 5 diatas.

4. KESIMPULAN

Setelah kegiatan penelitian yang dilakukan di PKS PT. Dian Anggara Persada dapat disimpulkan Jumlah daya yang terpasang sebesar 963,41 kW, daya terhitung sebesar 719,532 kW dan penggunaan energi listrik terhitung sebesar 17233,54 kWh yang dibagi ke semua stasiun yang ada, Efisiensi dari penggunaan energi listrik pada PKS PT. Dian Anggara Persada adalah sebesar 74,64901% dan Estimasi biaya penggunaan bahan bakar yang dibutuhkan dalam empat bulan terakhir adalah pada bulan januari sebesar Rp. 1.798.196.400,-, bulan Februari sebesar Rp. 2.468.770.800,-, Maret sebesar Rp. 1.754.383.200,-, April sebesar Rp. 1.930.116.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmam, Abrar Tanjung, Zulfahri. 2018. "Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)." Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri, Vol. 2, No. 2, Juni 2018, pp. 52-59, ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548 - 9445 online.
- B. Fricke, Thomas. 2009. "Buku Panduan Pabrik Kelapa Sawit Skala Kecil Untuk Produksi Bahan Baku Bahan Bakar Nabati (BBN)." USAID/Indonesia.
- Chapman, Stephen J.. 2012. "Electric Machinery Fundamentals Fifth Edition (5ed.)." McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York.
- Faruq, Umar, dkk. 2021. "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Etap 12.6." SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol. 6 No. 1, Desember 2021, pp. 16-22, ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548-9445 online.
- Haryanto, dkk. 2014. "Analisis Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa XYZ Standar NEMA." 3 (1). SETRUM, Vol. 3, No. 1, Juni 2014, ISSN 2301-4652.
- Hasbi, Muhammad Nur Iqbal Al. 2017. "Efisiensi Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Pengolahan Kelapa Sawit." Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Maulana, Khaidir, dkk. 2016. "Analisa Efisiensi Water Tube Boiler Berbahan Bakar Fiber Dan Cangkang Di Palm Oil Mill Kapasitas 60 Ton Tbs/Jam Dengan Menggunakan Chemicalogic Steamtab Companion Version 2.0." Chemica Vol. 3, No. 2, Desember 2016, pp.46-54, ISSN 2355-8776.
- Nasikin, Rizky Febrian. 2016 "Analisis Pengaruh Nilai Kalor Bahan Bakar Fibre dan Cangkang Terhadap Efisiensi Boiler Pipa Air." Jurnal Teknik Mesin UBL, Vol. 3, No. 2, April 2016, pp. 26-30, ISSN 2087-3832.
- Sakura, Abdan, dkk. 2017. "Rancang Bangun Generator Sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro." Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, Vol. 05, No. 02, pp. 129-134.
- Sunarwo dan Supriyo. 2015. "Analisis Perhitungan Heat Rate Pada Turbin Uap Berdasarkan Performance Test Unit 3 Di Pt. Indonesia Power Uboh Ujp Banten 3 Lontar." Jurnal Teknik Energi, Vol. 11 No. 3, pp. 61-68, September 2015.

Siregar, Abdi Syahfutra dan Muhammad Akhir, 2013. "Analisis Turbin Uap Penggerak Generator Pada Pabrik Kelapa Sawit PTPN IV Dolok Sinumbah Dengan Kapasitas 30 Ton TBS/Jam." Jurusan Teknik Mesin, Medan.

Wahid, Ahmad, dkk. 2014. "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura." Program Studi Teknik Elektro, Pontianak.