

Audit Energi Pada Proses Produksi CPO (*Crude Palm Oil*) di PT. Socfindo Lae Butar, Aceh Singkil

*(Energy Audit in the Process of CPO (Crude Palm Oil) Production
at PT. Socfindo Lae Butar, Aceh Singkil)*

Miswar Rahmad¹, Susi Chairani¹, Kiman Siregar^{1*},
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Abstrak. Audit energi akan membantu perusahaan untuk mengetahui secara rinci kebutuhan energi dan efisiensi penggunaan alat dan mesin pada setiap tahapan produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji jenis penggunaan energi, jumlah dan sumber energi pada tiap tahapan proses produksi, menghitung kebutuhan energi SEC (*Specific Energy Consumption*) untuk menghasilkan per satuan produk CPO mengkaji peluang penghematan energi yang dapat dilakukan untuk memproduksi CPO. Besarnya energi total yang dibutuhkan untuk memproduksi CPO adalah sebesar 9,4650 MJ/kg CPO. Input energi terbesar berasal dari energi manusia 6,034 MJ/kg CPO atau 63,67 % dari energi total masukan energi pada proses pengolahan Tanda Buah Segar (TBS). Input terkecil berasal dari penggunaan energi solar 0,071 MJ/kg CPO atau 0,75 % dari masukan energi pada proses pengolahan TBS. Berdasarkan tahapan proses produksi, jumlah energi yang dibutuhkan pada tahapan pengangkutan TBS sebesar 9,52 MJ/kg CPO, pengolahan TBS sebesar 8,563 MJ/kg CPO dan sarana pendukung sebesar 23,296 MJ/kg CPO. Konsumsi energi listrik yaitu sebesar 2,529 atau sebesar 26,72 % dari total masukan energi. Tahapan kegiatan pengolahan yang paling besar mengkonsumsi energi yaitu tahapan pengolahan biji sebesar 4,335 MJ/kg CPO atau 50,623 % dari total masukan energi untuk pengolahan TBS. Penghematan energi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan jam olah riil untuk meningkatkan produksi TBS dan perbaikan peralatan atau mesin-mesin produksi sehingga mengurangi pemborosan terhadap konsumsi energi selama proses pengolahan.

Kata Kunci: Audit Energi, Sumber Energi, Produksi CPO (*Crude Palm Oil*)

Abstract. *The energy audit would help the company to find out the energy requirements and the efficiency of the tools and machinery usage at each stage of production in details. The purpose of this study was to examine the type of energy use, quantity and energy sources at each stage of the production process, calculate the energy needs of the SEC (Specific Energy Consumption) to produce per unit of CPO products, assess the energy saving opportunities that could be made to produce CPO. The total energy needed to produce CPO was 9,4650 MJ / kg CPO. The biggest energy input derived from human energy which was 6,034 MJ / kg CPO or 63,67% from total energy input to process the Fresh Fruit Bunches (FFB). The smallest input derived from the use of solar energy which was 0,071 MJ / kg CPO or 0,75% from the energy input to process the FFB. Based on the production process stages, the amount of energy needed in the transportation phase of FFB, FFB processing and supporting facilities were 9,52 MJ/kg CPO, 8,563 MJ/kg CPO and 23,296 MJ/kg CPO, respectively. The electric energy consumption was 2.529 or 29.533% of the total energy input. Stage of processing activities that consumed the most energy was the processing stage of seeds which was 4.335 MJ / kg CPO or 50.623% of the total energy input for processing the FFB. The energy savings could be made by increasing the real processing hours and repairing the production equipments or machines in order to reduce the waste of energy consumption during processing.*

Keywords: *Energy audit, energy sources, CPO Production (Crude Palm Oil)*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Kelapa sawit salah satu komoditi ekspor Indonesia yang cukup penting sebagai penghasil devisa negara selain minyak dan gas. Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir kelapa sawit terbesar dunia (Badan Pusat Statistik, 2015).

Pengolahan TBS (Tandan Buah Segar) di pabrik bertujuan untuk memperoleh minyak sawit yang berkualitas baik dengan rendemen yang tinggi. Proses tersebut berlangsung cukup

panjang dan memerlukan kontrol yang cermat, dimulai dari pengangkutan TBS dari kebun ke pabrik sampai dihasilkan minyak sawit (CPO) (Lubis dkk, 2009).

Tandan buah segar kelapa sawit harus diolah dalam waktu 24-48 jam sejak dipanen agar tidak mengalami penurunan kualitas. Jika pengolahan tidak berjalan secara tepat waktu, maka produknya tidak lagi memenuhi persyaratan kelas pangan yaitu kandungan Asam Lemak Bebas (FFA) sekitar 5-6% (Hermanto dkk, 2011).

Pada proses pemanenan TBS, jatuhnya TBS dari pokok sawit memiliki energi potensial yang cukup besar, yakni berada pada kisaran 0.44-4.44 kJ untuk ketinggian buah 3-15 m dari permukaan tanah. Energi potensial tersebut jika dapat ditangkap dan dimanfaatkan untuk menjalankan beberapa peralatan panen maka akan membantu menyelesaikan masalah kebutuhan energi dalam proses pemanenan dan pengangkutan TBS (Hermawan dkk, 2013).

Analisis produktivitas dengan melihat faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit diperlukan dalam upaya peningkatan produktivitas kelapa sawit (Risza, 2009).

Sumber energi terbarukan kini menjadi isu dunia yang mulai ramai dibicarakan. Negara maju berlomba menjadi yang terdepan dalam menjaga kualitas lingkungan. Berbagai sumber energi terbarukan dilihat, dipelajari, dan dieksploitasi. Banyak kemajuan yang dicapai dengan mengkonversi berbagai sumber energi menjadi energi untuk memenuhi kebutuhan transportasi, rumah tangga, kantor, dan industri.

Penggunaan energi yang efisien dalam industri kelapa sawit merupakan persoalan yang perlu diantisipasi. Pertama-tama, penggunaan energi yang efisien akan mengakibatkan penghematan secara finansial, penghematan pemakaian sumber fosil, dan mengurangi dampak lingkungan (polusi). Dengan demikian penggunaan energi yang efisien merupakan salah satu persyaratan bagi terwujudnya produksi yang lestari di bidang pertanian (Hermansyah, 2014).

Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat, terutama peningkatan luas lahan dan produksi kelapa sawit. Perkembangan luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia selama sepuluh tahun terakhir meningkat dari 2.2 juta ha pada tahun 1997 menjadi 4.1 juta ha pada tahun 2007 atau meningkat 7.5%/tahun (Sunarko, 2009).

Industri adalah salah satu pengguna energi yang cukup besar. Dalam pelaksanaan proses produksi, industri menggunakan berbagai macam sumber energi baik yang berasal dari bahan bakar atau yang berasal dari listrik. Seperti diketahui bersama bahwa penggunaan kedua sumber energi tersebut menghabiskan biaya yang tidak sedikit sehingga untuk menghemat biaya produksi tersebut, industri perlu melakukan program efisiensi energi. Audit energi akan membantu perusahaan untuk mengetahui secara rinci kebutuhan energi dan efisiensi penggunaan alat dan mesin pada setiap tahapan produksi. Hasil audit juga dapat dilakukan sebagai dasar dalam melakukan analisis peluang penghematan energi yang dapat dilakukan sebagai dasar dalam perencanaan pengembangan sistem produksi oleh perusahaan (Kementerian Perindustrian, 2012).

Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini yaitu bagaimana jenis penggunaan energi, jumlah dan sumber energi pada setiap tahapan proses produksi, berapa kebutuhan energi untuk menghasilkan per satuan berat CPO, bagaimana peluang penghematan energi yang dapat dilakukan dalam produksi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu mengkaji jenis penggunaan energi, jumlah dan sumber energi pada tiap tahapan proses produksi, menghitung kebutuhan energi SEC (*Specific Energy*

Consumption) untuk menghasilkan per satuan produk CPO, mengkaji peluang penghematan energi yang dapat dilakukan untuk memproduksi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil dan Laboratorium Instrumentasi dan Energi, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh. Pelaksanaan penelitian ini pada Bulan September - Januari 2017.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan seluruh peralatan produksi yang terpasang pada ruang mesin, alat ukur yang terpasang pada alat produksi, timbangan, meter. Bahan yang digunakan TBS, CPO, cangkang, serat, air dan bahan bakar solar.

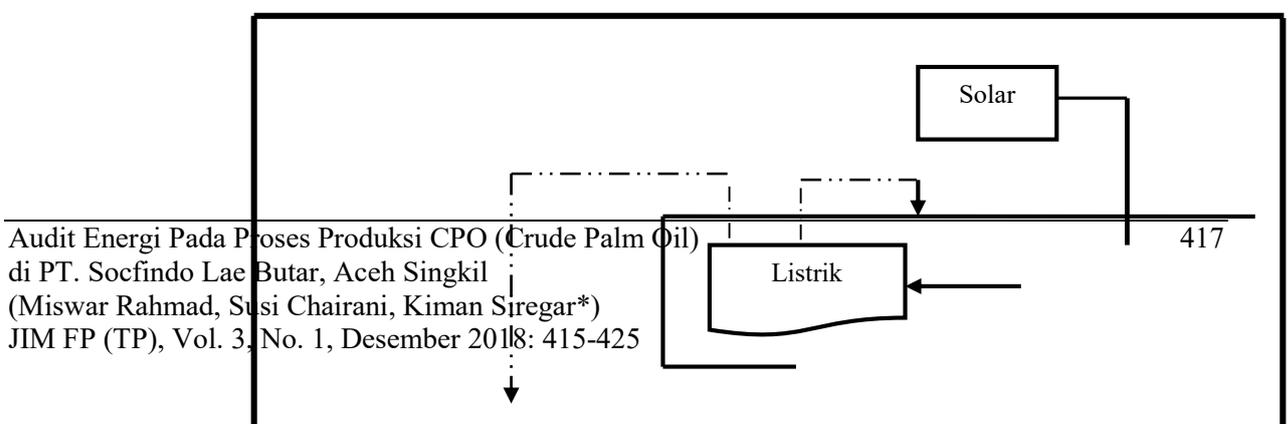
Prosedur Penelitian

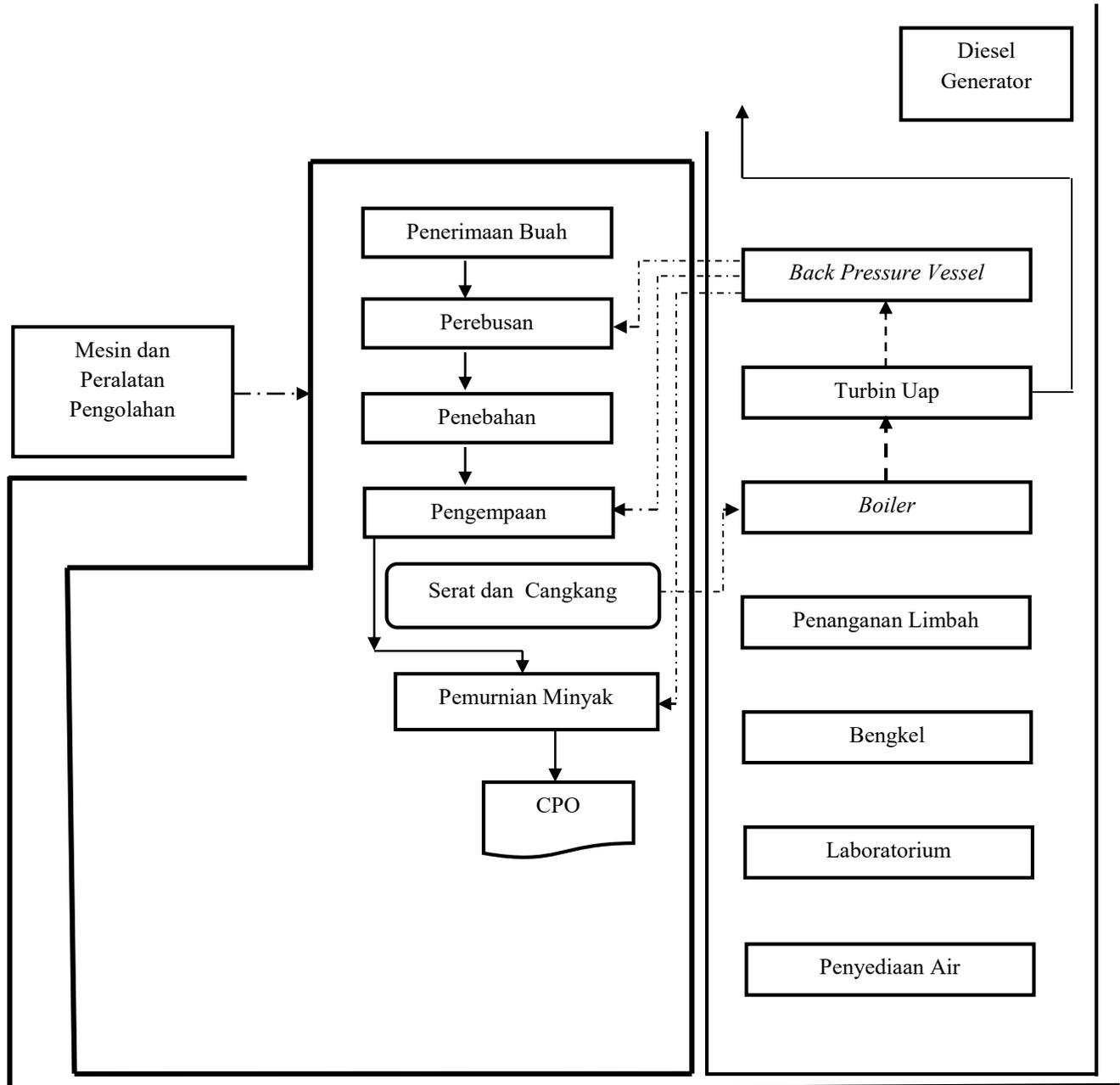
Penelitian ini dilakukan dengan penentuan batas sistem, pre audit, audit rinci.

Batasan Sistem

Dalam pelaksanaan audit energi, sistem yang akan diteliti perlu dibatasi. Batasan sistem yang diaudit dengan asumsi bahwa proses produksi CPO dimulai dari penerimaan TBS di pabrik sampai tahapan pengolahan menjadi CPO yang ditunjang oleh sarana pendukungnya. Batasan sistem yang diaudit dapat dilihat pada Gambar 3.1. Adapun batasan-batasan lainnya sebagai berikut :

1. Pengolahan kelapa sawit yang dimaksud adalah meliputi pengolahan menjadi CPO dengan ditunjang sarana pendukung yaitu penyediaan energi, penyediaan air, penanganan limbah, laboratorium dan bengkel.
2. Semua kegiatan pengolahan dianggap tetap setiap tahun dalam keadaan normal.
3. Pada saat pengamatan rinci, setiap tahapan proses produksi CPO yang diamati dianggap merupakan tahapan proses produksi yang dapat diputuskan dari tahapan sebelum dan sesudah.
4. Pengamatan terhadap proses produksi CPO dilakukan secara berurutan mengikuti proses yang terjadi.
5. Kebutuhan energi manusia yang dihitung hanya yang langsung berhubungan dengan proses produksi CPO, tidak termasuk juru tulis, bagian administrasi, dan penjaga pabrik.
6. Semua *embodied energy* dari mesin dan peralatan di pabrik tidak diperhitungkan karena kurangnya data yang mendukung.
7. Energi yang dihasilkan dari sistem ketel uap (uap dan listrik) dan pembangkit tenaga diesel tidak dianggap sebagai input energi total, tetapi dihitung sebagai input energi pada tiap tahapan produksi yang mengkonsumsinya.
8. Masukan energi listrik yang merupakan input energi sekunder dari BBM dan biomassa, hanya dihitung sebagai input energi pada tiap tahapan produksi yang mengkomsumsinya.





Keterangan :	
Batasan Sistem	= 
Aliran Proses	= 
Input Listrik	= 
Input Uap	= 
Sumber Listrik	= 

1. Kebutuhan Energi Manusia

Data yang digunakan meliputi jumlah tenaga kerja tiap produksi, jumlah jam kerja, jumlah produksi CPO (*Crude Palm Oil*) dan nilai kalor biologis manusia.

2. Kebutuhan Energi Listrik

Data yang digunakan meliputi jenis alat, jumlah alat, lama penggunaan alat, daya, tegangan dan arus listrik yang terpasang dan terukur, faktor daya listrik, efisiensi dan jumlah produksi CPO (*Crude Palm Oil*).

3. Kebutuhan Energi Biomassa/Energi terbarukan

Data yang digunakan meliputi jumlah cangkang dan serat yang dihasilkan dan dikonsumsi, nilai kalor cangkang dan serat, waktu operasi ketel uap, suhu air umpan, entalpi air umpan, suhu uap, tekanan uap, entalpi uap dan jumlah produksi CPO (*Crude Palm Oil*).

4. Kebutuhan Energi Bahan Bakar Solar

Data yang digunakan meliputi konsumsi solar, nilai kalor solar dan jumlah produksi CPO (*Crude Palm Oil*).

5. Efisiensi Penggunaan Energi

Data yang digunakan dalam menentukan efisiensi penggunaan energi adalah energi input, energi berguna, kapasitas terukur dan kapasitas terpasang pada setiap tahapan produksi.

ANALISA DATA

Perhitungan terhadap masukan energi yang digunakan pada setiap tahap yang telah ditentukan. Setiap masukan energi dikonversikan ke dalam satuan energi yang sama yaitu MJ (Mega Joule) (Wibowo, 2008).

1. Kebutuhan Energi Manusia

Kebutuhan energi manusia dapat dihitung dengan persamaan berikut (Mutiara, 2003) :

$$E_{tm} = \frac{(n \times T \times Nem)}{J_{cpo}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- E_{tm} : Konsumsi energi tenaga manusia dalam kegiatan pengolahan CPO tiap kilogram (MJ/kg CPO)
- n : Jumlah tenaga kerja (orang)
- T : Waktu orang bekerja (jam/hari)
- Nem : Nilai kalor manusia (MJ/jam)
- J_{cpo} : Jumlah produksi CPO per hari (kg/hari)

2. Kebutuhan Energi Listrik

Besarnya energi listrik yang digunakan untuk memproduksi tiap kg CPO didekati dengan Persamaan :

$$E = (P \times T \times \eta) / J_{cpo} \dots\dots\dots(2)$$

Untuk menghitung nilai daya listrik (fasa tiga) digunakan persamaan berikut

$$P = V \times I \times \cos \theta \sqrt{3} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- E = Energi listrik yang diukur yang digunakan untuk memproduksi tiap kg CPO(MJ/kg CPO)

P	= daya motor/mesin terukur (kW)
T	= waktu pemakaian alat (jam)
1 kWjam	= 3.6 MJ
η	= efisiensi alat
V	= tegangan (volt)
I	= arus (ampere)
$\cos \theta$	= faktor daya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besarnya konsumsi energi primer untuk menghasilkan 1 kg CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil yang berkapasitas 23 ton TBS/jam dengan rendemen 22,44 % TBS dari TBS adalah sebesar 9,4650 MJ/kg CPO.

Tabel 4.1 Konsumsi energi primer pada proses pengolahan TBS.

Jenis energi	Konsumsi energi (MJ/kg CPO)	Persentase %
Energi Biomassa	0,831	8,78
Energi Solar	0,071	0,75
Energi Manusia	6,034	63,75
Energi Listrik	2,529	26,72
Total	9,4650	100

Sumber : Hasil Perhitungan (2017).

Input energi terbesar berasal dari energi manusia sebesar 6,034 MJ/kg CPO atau 63,75 % dari total masukan energi pada proses pengolahan TBS. Input energi terkecil berasal dari penggunaan energi solar sebesar 0,071 MJ/kg CPO atau 0,75 % dari total masukan energi pada proses pengolahan TBS.

Besarnya energi pada setiap tahapan produksi setelah input energi manusia dan listrik pada stasiun penyediaan energi dikonversikan, sehingga input yang diperhitungkan berupa energi listrik dan energi manusia yang digunakan pada setiap penerimaan TBS, perebusan, penebahan, pengempaan, pemurnian minyak dan pengolahan biji.

Tabel 4.2 Konsumsi energi pada tahapan pengolahan TBS

Kegiatan	Energi Manusia (MJ/kg CPO)	Energi Listrik (MJ/kg CPO)	Total Energi (MJ/kg CPO)	Persentase %
Penerimaan Buah	1,205	0,021	1,226	14,317
Perebusan	0,002	0,042	0,044	0,518
Penebahan	1,205	0,471	1,676	19,572
Pengempaan	0,002	0,826	0,828	9,674
pemurnian minyak	0,002	0,451	0,453	5,294
pengolahan biji	3,617	0,718	4,335	50,623
Total	6,034	2,529	8,563	
Persentase	70,467	29,533		100

Sumber : Hasil Perhitungan (2017).

Pada kegiatan pengolahan TBS menjadi CPO, masukan energi terbesar berasal dari energi manusia 6,034 MJ/kg CPO atau sebesar 70,467 % dari total masukan energi. Konsumsi energi listrik yaitu sebesar 2,529 MJ/kg CPO atau sebesar 29,533 % dari masukan energi. Tahapan kegiatan pengolahan yang paling besar mengkonsumsi energi yaitu tahapan

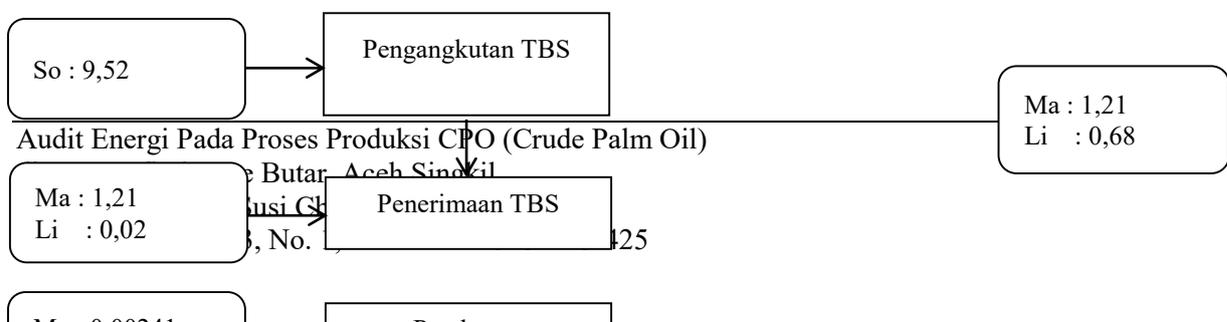
pengolahan biji sebesar 4,335 MJ/kg CPO atau sebesar 50,623 % dari total masukan energi untuk pengolahan TBS.

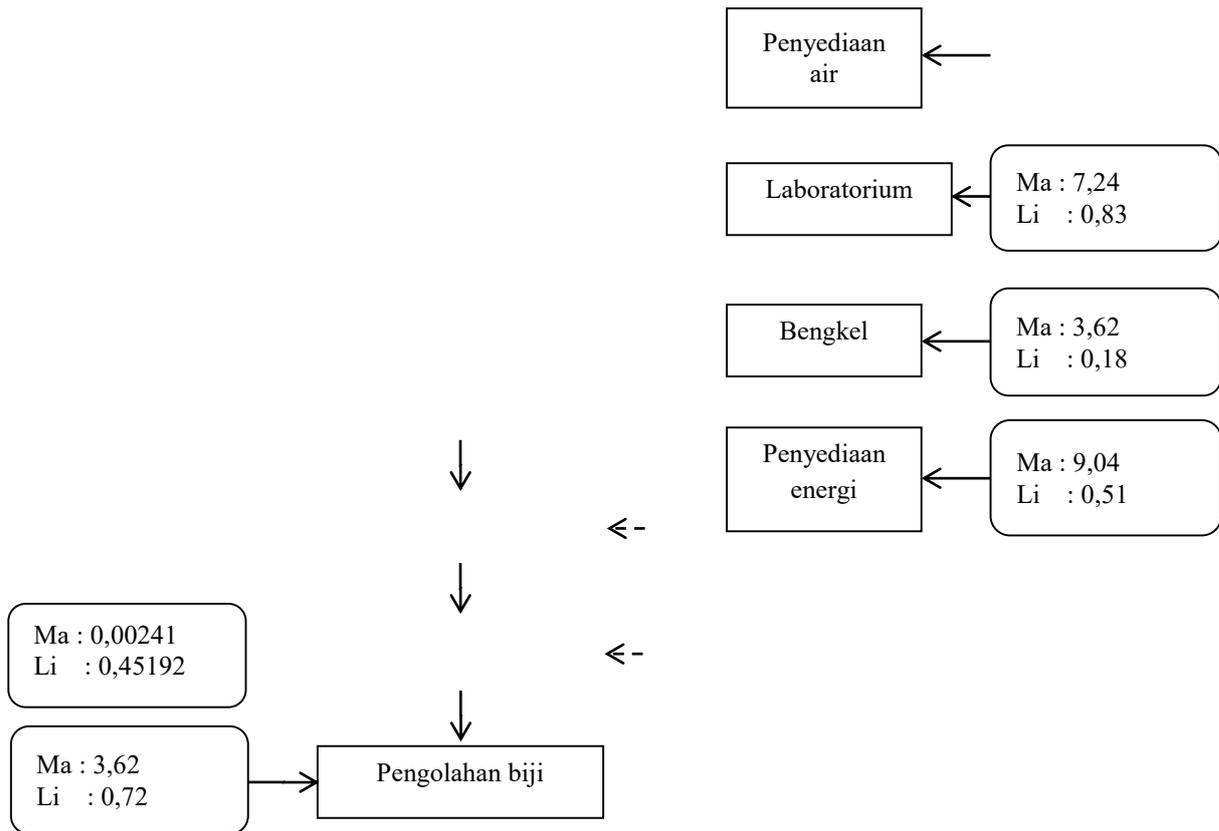
Tabel 4.3 Konsumsi energi pada sarana pendukung

Kegiatan	Energi Manusia (MJ/kg CPO)	Energi Listrik (MJ/kg CPO)	Total Energi (MJ/kg CPO)	Persentase %
Penyediaan air	1,205	0,681	1,886	8,096
Penyediaan energi	7,235	0,825	8,06	34,598
Bengkel dan bagian perawatan	3,617	0,181	3,798	16,303
Laboratorium	9,044	0,508	9,552	41,003
Total	21,101	2,195	23,296	
Persentase	90,578	9,422		100

Sumber : Hasil Perhitungan (2017).

Pada sarana pendukung, laboratorium mengkonsumsi energi paling besar yaitu 9,552 MJ/kg CPO atau sebesar 41,003 % dari total masukan energi untuk sarana pendukung. Penggunaan energi pada stasiun laboratorium tersebut berupa konsumsi energi manusia 9,044 MJ/kg CPO dan energi listrik 0,508 MJ/kg CPO, sedangkan energi terkecil yaitu pada stasiun penyediaan air sebesar 1,886 MJ/kg CPO atau sebesar 8,096 % dari total masukan energi pada sarana pendukung.





Gambar 4.1. Aliran Energi pada Produksi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil

Keterangan :

- So : Energi Solar (MJ/kg CPO)
- Ma : Energi biologis manusia (MJ/kg CPO)
- Li : Energi listrik (MJ/kg CPO)
- U : Energi uap (MJ/kg CPO)

Dari analisis yang dilakukan maka dibuat aliran energi pada setiap tahapan produksi CPO seperti yang disajikan pada Gambar 4.1. Kebutuhan energi pada setiap proses produksi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tenaga Manusia

Dalam setiap proses produksi CPO, tenaga manusia memiliki peranan penting. Tenaga manusia digunakan mulai dari kegiatan pengangkutan, pengolahan CPO di pabrik dan penanganan limbah. Total penggunaan energi manusia pada proses produksi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil yaitu sebesar 6,034 MJ/kg CPO.

Hasil hitungan menunjukkan total penggunaan tenaga manusia untuk kegiatan pengolahan TBS yaitu 6,036 MJ/kg CPO atau sebesar 22,24 % dari total penggunaan energi manusia untuk seluruh kegiatan pengolahan TBS. Penggunaan energi manusia terbesar pada kegiatan pengolahan TBS yaitu pada pengolahan biji sebesar 3,617 MJ/kg CPO atau sebesar 13,33 % dari total penggunaan energi manusia pada pengolahan TBS, sedangkan konsumsi terkecil yaitu pada perebusan, pengempaan, pemurnian minyak sebesar 0,0024 MJ/kg CPO atau 0,01 % dari total konsumsi energi manusia pada pengolahan TBS.

Tabel 4.6. Konsumsi Energi Manusia

Tempat	Konsumsi energi (MJ/kg CPO)	Persentase %
Pengolahan TBS		
Penerima TBS	1,205	4,44
Perebusan	0,002	0,01
Penebahan	1,205	4,44
Pengempresan	0,002	0,01
Pemurnian Minyak	0,002	0,01
Pengolahan Biji	3,617	13,33
Jumlah	6,036	22,24
Sarana Pendukung		
Penyediaan air	1,205	4,44
Penyediaan energi	7,235	26,66
Bengkel dan bagian perawatan	3,617	13,33
Laboratorium	9,044	33,32
Jumlah	21,103	77,76
Total	27,139	100

Sumber : Hasil Perhitungan (2017).

2. Energi Listrik

Masukan energi listrik untuk kegiatan produksi CPO dan sarana pendukung di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil berasal dari turbin uap. Pembangkit tenaga diesel digunakan pada keadaan darurat atau untuk membantu turbin uap bila dengan menggunakan turbin uap saja kurang memungkinkan. Energi listrik dari PLN juga kadang digunakan bila produksi TBS menurun sehingga hasil sampingan berupa serat dan cangkang yang digunakan sebagai bahan ketel uap. Total tenaga listrik yang dikonsumsi pada proses produksi CPO dan sarana pendukungnya sebesar 4,73 MJ/kg CPO. Sarana pendukung mengkonsumsi energi listrik sebesar 2,20 MJ/kg CPO, atau sebesar 46,44 % dari total konsumsi energi listrik.

Konsumsi energi listrik terbesar adalah pada stasiun pengempaan 0,83 MJ/kg CPO atau 17,48 % dari total konsumsi energi listrik. Konsumsi energi listrik terkecil adalah pada stasiun penerimaan buah sebesar 0,02 MJ/kg CPO atau 0,45 % dari total konsumsi energi listrik.

Tabel 4.7. Konsumsi Energi Listrik

Tempat	Konsumsi energi (MJ/kg CPO)	Efisiensi teknik alat (%)	Persentase (%)
Pengolahan TBS			
Penerima buah	0,021	0,062	0,45
Perebusan	0,042	0,066	0,91
Penebahan	0,471	0,677	9,96
Pengempaan	0,826	0,677	17,48
Pemurnian	0,451	0,505	9,56
Pengolahan Biji	0,718	1,277	15,20
Jumlah	2,532	3,217	53,56
Sarana Pendukung			
Penyediaan air	0,681	0,751	14,40
Penyediaan energi	0,825	0,663	17,44
Bengkel dan bagian perawatan	0,181	0,233	3,84
Laboratorium	0,508	0,627	10,76
Jumlah	2,196	2,276	46,44
Total	4,729	5,493	100,00

Sumber : Hasil Perhitungan (2017).

Peluang Penghematan Energi

Berdasarkan perhitungan konsumsi energi dan tingkat efektifitas penggunaan energi yang dilakukan pada proses produksi kelapa sawit menjadi CPO di PT. Socfindo Lae Butar Aceh Singkil, usaha penghematan energi masih dimungkinkan untuk dilakukan terhadap beberapa input energi yang digunakan yaitu energi energi biomassa, solar, manusia dan energi listrik.

Upaya penghematan energi dalam hal ini bisa dilakukan dengan meningkatkan tingkat efektifitas produksi dan tingkat efisiensi penggunaan energi. Tingkat efektifitas produksi merupakan perbandingan antara kapasitas pengolahan riil dan kapasitas pengolahan terpasang. Kapasitas pengolahan terpasang pabrik dengan cara mengalihkan kapasitas olah pabrik terpasang dengan jam kerja yaitu 160 ton TBS/hari sedangkan kapasitas olah riil pabrik rata-rata sebesar 85 ton TBS/hari dengan membandingkan antara kapasitas olah riil dengan kapasitas olah terpasang maka diperoleh nilai efisiensi olah pabrik sebesar 51,88 MJ/kg CPO.

KESIMPULAN DAN SARAN

Total konsumsi energi yang dibutuhkan adalah sebesar 9,4650 MJ/kg CPO untuk memproduksi tiap 1 kg CPO pada kapasitas pengolahan 23ton TBS/jam dan tingkat rendemen 22.44%. Input konsumsi energi terbesar berasal dari manusia sebesar 6,034 MJ/kg CPO atau 63,75 % dari total masukan energi. Input energi terkecil berasal dari penggunaan energi solar sebesar 0,071 MJ/kg CPO atau 0,75 % dari total masukan energi pada proses pengolahan TBS. Energi yang paling besar penggunaannya pada stasiun pendukung adalah energi manusia yaitu sebesar 21,103 MJ/kg CPO, dengan persentase sebesar 90,578 % dari total masukan energi. Energi terkecil berasal dari energi listrik sebesar 2,195 MJ/kg CPO atau 9,422 % dari total masukan energi pada sarana pendukung. Dari aliran energi pada sarana pendukung penyediaan energi didapatkan efisiensi riil *boiler* sebesar 0,0671 MJ/kg CPO, efisiensi diesel sebesar 0,1268 MJ/kg CPO, efisiensi teknik diesel berdasarkan perbandingan kapasitas daya terukur dan daya terpasang sebesar 0,834 MJ/kg CPO, efisiensi riil turbin sebesar 1,9794 MJ/kg CPO. Upaya Penghematan energi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan jam olah riil untuk meningkatkan produksi TBS dan perbaikan peralatan atau mesin-mesin produksi sehingga mengurangi pemborosan terhadap konsumsi energi selama proses pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. BPS Indonesia. Diakses pada tanggal 08 Agustus 2017 pada www.bps.go.id.
- Hermanto, Iwan, M. F. 2011. *Potensi Penerapan Gasifikasi Biomassa pada Pabrik CPO*. Prosiding SNTK Topi, Pekanbaru, 21- 22 Juli 2011, ISSN 1907 – 0500.

- Hermansyah, W. 2014. *Mekanisme Penangkap Tandan Buah Sawit dan Pemanfaatan Energi Potensialnya*. jTEP Jurnal Keteknikan Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Vol 2, No 2, Oktober 2014.
- Hermawan, W, Desrial, M.I. Nazamuddin, dan Rusnadi. 2013. *Desain Konseptual Penangkap Tandan Buah Sawit dan Pemanfaatan Energi Potensialnya*. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol.27(2): 123-130
- Kementerian Perindustrian. 2012. *Perencanaan Kebutuhan Energi Sektor Industri Dalam Rangka Akselerasi Industrialisasi*, Jakarta. Biro Perencanaan Sekretariat Jendral Kementrian Perindustrian.
- Lubis, R.E, Widanarko, A. 2009. *Bedah Awal Teknik Budidaya Kelapa Sawit Di Areal Pasang Surut*. Sumatera Selatan.
- Mutiara. 2003. *Audit Energi Pada Proses Produksi CPO di PT. Condong Garut, Jawa Barat*, IPB. Bogor
- Risza S. 2009. *Kelapa Sawit Upaya Peningkatan. Produktivitas. Yogyakarta (ID): Kanisius*. 189 hlm.
- Sunarko. 2009. *Petunjuk Praktis Budidaya dan Pengolahan Kelapa Sawit*. Agromedia Pustaka: Jakarta
- Wibowo, W. A. 2008. *Audit Energi pada Proses Produksi CPO di PMKS PT. Condong Garut, Jawa Barat*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB : Bogor.