

**IDENTIFIKASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI
PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT MANIS MATA
(Studi Kasus di PT. Harapan Sawit Lestari Kalimantan Barat)**

Yudi Dermawan

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 April - 6 Mei 2011 di pabrik kelapa sawit PT Harapan Sawit Lestari dengan aktivitas keseharian di PKS Manis Mata yang berada di Kecamatan Manis Mata, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab tingginya konsumsi energi listrik di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Manis Mata (PT. Harapan Sawit Lestari).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Observasi Lapangan* secara langsung, yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap operasional di kamar mesin dan beban listrik yang terbaca pada *ampere-meter*, *kW-meter*, *kWh-meter* di panel, tekanan inlet turbin di *Pressure Gauge*. Hasilnya diperkuat dengan metode wawancara dan studi literatur.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa faktor penyebab konsumsi listrik tinggi yaitu ketersediaan daya pembangkit aktual yang dihasilkan Turbin sebesar 1548 kW lebih rendah dari kebutuhan beban aktual ditanggung rata-rata sebesar 1632 kW. Sehingga Generator digunakan selama operasional proses pengolahan di pabrik untuk menanggung kekurangan daya.

Kata kunci : Pabrik kelapa sawit, Energi listrik, Turbin.

PENDAHULUAN

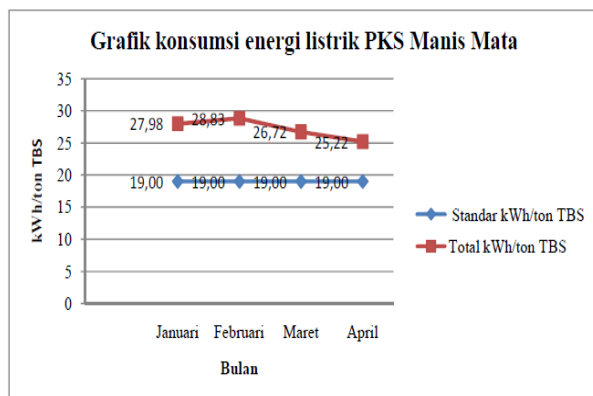
Pada proses pengolahan kelapa sawit terjadi beberapa tahapan proses yang memerlukan kebutuhan energi. Semakin besar kapasitas produksi, maka semakin tinggi tambahan energi yang diperlukan dalam proses produksi. Demikian juga kebutuhan energi ini semakin meningkat seiring dengan peningkatan produksi minyak sawit. Pabrik Kelapa Sawit memenuhi kebutuhan energinya secara mandiri dengan menggunakan limbah padat berupa *fiber* dan cangkang untuk bahan bakar *Boiler*.

Boiler merupakan instalasi penghasil uap yang dipakai untuk menggerakkan Turbin uap sebagai tenaga di pabrik kelapa sawit (Naibaho, 1996). Dapat dikatakan Turbin uap digunakan untuk menghasilkan daya listrik. Selain itu, uap dari *Boiler* digunakan untuk perebusan (*sterilizer*) dan pemanasan dalam unit proses pengolahan. Kebutuhan *Boiler* sebagai penghasil uap dan Turbin sebagai pembangkit atau

penghasil daya listrik dirancang sesuai dengan kapasitas pabrik. Dalam hal ini, PT Harapan Sawit Lestari yang memiliki salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit yang bernama PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) dengan kapasitas desain pabrik sebesar 80 ton/jam. Akan tetapi, kapasitas standar produksi ditargetkan sebesar 60 ton/jam. Sehingga unit pembangkit terpasang atau tersedia digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik terhadap kapasitas 80 ton/jam. Pemenuhan energi listrik di PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) selain menggunakan Turbin, ditunjang dengan adanya Generator yang berjumlah 3 unit. Energi listrik berperan penting untuk menjamin berlangsungnya proses sebagai penggerak mesin dan kebutuhan listrik lain yang menunjang sistem di pabrik kelapa sawit.

Berdasarkan parameter umum konsumsi energi listrik (*power consumption*) di pabrik sawit yaitu sebesar 17-19 kWh/ton TBS. Sedangkan data konsumsi energi listrik di PKS

Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) seperti pada Gambar 102. Menunjukkan bahwa dalam kurun waktu beberapa bulan penggunaan konsumsi energi listrik yang tinggi diatas standar pada umumnya. Penggunaan konsumsi energi listrik yang tinggi juga berpengaruh terhadap biaya operasional tinggi. Jika biaya operasional terhadap pemenuhan energi listrik yang tinggi tidak diimbangi dengan peningkatan produksi dan kapasitas pabrik, maka bisa menimbulkan kerugian. Sehingga perlu adanya suatu langkah untuk mengidentifikasi penyebab tingginya konsumsi energi listrik di PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari). Dengan adanya identifikasi ini diharapkan akan mendapatkan faktor – faktor penyebab dari masalah tersebut.



Gambar 1. Konsumsi Energi Listrik PKS Manis Mata

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab tingginya konsumsi energi listrik di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Manis Mata (PT. Harapan Sawit Lestari).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 April - 6 Mei 2011 di pabrik kelapa sawit PT Harapan Sawit Lestari dengan aktivitas

keseharian di PKS Manis Mata yang berada di Kecamatan Manis Mata, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan berupa alat tulis, *ampere-meter*, *kWh-meter*, *kWmeter*, *Pressure Gauge*, Alat ekstraksi, *oven*, timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu sampel *fiber*, cangkang LTDS, cangkang *hydrocyclone*.

Data-data penunjang yang digunakan pada kajian ini antara lain : : *Turbine & Generator log sheet*, *Boiler log sheet*, data laporan pemakaian Generator dan Turbin, *Machinery List*, *Boiler & Katalog Turbin*, *monthly and daily process control*, buku – buku literatur, dan data analisa operasional.

Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan. Adapun tahapan yang dilakukan adalah :

1. Pendataan konsumsi listrik bulanan dan standar penggunaan listrik berdasarkan laporan bulanan PKS Manis Mata.
2. Pendataan spesifikasi unit sumber energi di pabrik kelapa sawit meliputi *Boiler*, Turbin dan Generator.
3. Pendataan daya motor pada mesin di pabrik kelapa sawit dan kebutuhan daya lain meliputi domestik dan kantor.
4. Pengamatan proses di pembangkit meliputi pengamatan tekanan *Boiler*, tekanan masuk pada Turbin, operasional Turbin dan Generator, serta pengamatan daya yang terbaca oleh *kW-meter* dan amper yang terbaca oleh *Ampere-meter* pada masing-

masing stasiun di panel induk pada *Power House Station*.

5. Pendataan standar *mass balance* dari PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari), Pengujian komposisi bahan bakar, dan perhitungan nilai kalori bahan bakar.

- a. Pengambilan sampel *fiber* di *fiber cyclone*, cangkang LTDS di *exairlock*, cangkang *hydroclone*.
- b. Menimbang sample dalam Cawan Penguap yang telah diketahui berat kosongnya.
- c. Memanaskan sample dan cawan dalam oven pada suhu 105 0C , sampai kandungan air yang ada didalam sample habis menguap, selama 4 jam atau dengan menggunakan temperature 1300C selama 2 jam.
- d. Dinginkan dalam *Desicator* selama 0.5 jam dan timbang beratnya.
- e. Sample kering dalam cawan penguap kemudian masukkan ke dalam *Extraction Timble* dan kemudian tutup dengan kapas.
- f. Timbang berat kosong dari Flask / labu kemudian diisi dengan pelarut *N-Hexane/Petroleum Ether* sebanyak 2/3 volume.
- g. Tempatkan *Thimble* ke dalam *Extractor* dan hubungkan dengan Flask. Kemudian di Ekstraksi selama 5 – 6 jam.
- h. Suling *N-Hexane* dalam Flask hingga hampir habis, kemudian Flask dimasukkan kedalam oven sampai semua sisa *N-Hexane* dalam Flask habis menguap.
- i. Dinginkan dalam *Desicator* dan timbang berat Flask dan Minyak.

j. Terakhir kalkulasi kadar air, kadar minyak Dry/Wet Basis seperti contoh berikut :

$$\text{Persentase kandungan air (moisture)} = \frac{\text{berat sampel kering}}{\text{berat sampel basah}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase minyak (oil) wet basis} = \frac{\text{berat minyak}}{\text{sampel basah}} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase NOS} = 100 - (\text{Kadar Air} + \text{O/WB})$$

6. Pengolahan data bahan bakar *Boiler*, kebutuhan uap untuk pembangkitan Turbin dan proses, konsumsi beban listrik aktual dan pencapaian kapasitas olah pabrik dan pengolahan data penunjang lain dilanjutkan dengan analisa.

7. Membuat kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya Listrik

1. Perhitungan konsumsi energi listrik harian di PKS Manis Mata

Konsumsi listrik (*power consumption*) di pabrik kelapa sawit merupakan besarnya daya listrik yang digunakan oleh pabrik kelapa sawit terhadap pengolahan yang dinyatakan dengan kWh/ton TBS. Penggunaan energi listrik dapat terukur melalui alat ukur kWh-meter yang terdapat di panel induk atau kamar mesin terhadap beban yang terpakai. Penggunaan konsumsi listrik juga memerlukan data produksi harian pabrik (**Tabel 1**).

Pada **Tabel 1** data diambil pada tanggal 4-13 April 2011 buah olah yaitu jumlah TBS yang telah diolah untuk diekstraksi menjadi CPO dan diproduksi kernel. Kapasitas olah (*throughput*) yaitu banyaknya buah yang terolah selama proses produksi. Total kWh yaitu total daya listrik beban yang digunakan dalam

operasional Turbin dan Generator. Data-data pada **Tabel 1** digunakan untuk menentukan konsumsi listrik per hari pada PKS Manis Mata (**Tabel 2.**)

Tabel 1. Data Produksi Harian Pabrik

Tanggal	Throughput (ton/jam)	TBS olah (ton)	Total kWh
04-Apr-11	50,44	882,82	25008
05-Apr-11	59,21	1154,57	27352
06-Apr-11	55,16	1329,93	30608
07-Apr-11	61,09	1191,3	28280
08-Apr-11	62,05	1365,21	31408
09-Apr-11	57,57	1381,54	31584
10-Apr-11	62,55	1125,81	29400
11-Apr-11	67,24	1277,59	28240
12-Apr-11	63,47	1459,8	36136
13-Apr-11	64,78	1360,4	30504

Sumber : Data produksi PKS Manis Mata

Untuk Perhitungan konsumsi listrik dapat ditentukan dari rumus sebagai berikut :

Konsumsi listrik (kWh/ton TBS) = Total energi listrik (kWh) : TBS olah (ton)

Contoh Perhitungan:

Konsumsi listrik = 25008 (kWh) : 882,82 (ton)
= 28,33 kWh/ton TBS

Throughput = 882,82 ton : 50,44 ton/jam
= 17,5 jam

Tabel 2. Perhitungan Power Consumption harian

Tanggal	Throughput (ton/jam)	TBS olah (ton)	Total kWh	Jam olah (jam)	Power Consumption (kWh/ton TBS)
04-Apr-11	50,44	882,82	25008	17,5	28,33
05-Apr-11	59,21	1154,57	27352	19,5	23,69
06-Apr-11	55,16	1329,93	30608	24	23,01
07-Apr-11	61,09	1191,3	28280	19,5	23,74
08-Apr-11	62,05	1365,21	31408	22,0	23,01
09-Apr-11	57,57	1381,54	31584	24,0	22,86
10-Apr-11	62,55	1125,81	29400	18,0	26,11
11-Apr-11	67,24	1277,59	28240	19,0	22,10
12-Apr-11	63,47	1459,8	36136	23,0	24,75
13-Apr-11	64,78	1360,4	30504	21,0	22,42
Rata-rata	60	1258	29852	21	24

Sumber : Data Olahan (2011).

Berdasarkan **Tabel 2** trend buah yang masuk per hari dengan rata-rata sebesar 1258 ton

dengan waktu olah rata-rata 21 jam, maka target produksi PKS Manis Mata sesuai dengan kebijakan yaitu yaitu dengan rata-rata olah pabrik 60 ton/jam. Akan tetapi, jika ditinjau dari power consumption, nilai tertinggi sebesar 28,33 kWh/ton TBS terdapat pada tanggal 4 April 2011 dengan kapasitas olah pabrik (*throughput*) sebesar 50,44 ton/jam dan jam olah 17,5 jam.

Sedangkan *power consumption* terkecil sebesar 22,10 kWh/ton TBS pada tanggal 11 April 2011 dengan kapasitas olah (*throughput*) 67,24 ton/jam. Serta penggunaan rata-rata *power consumption* sebesar 24 kWh/ton TBS dengan kapasitas olah pabrik berkisar 55-64 ton/jam. Akan tetapi nilai tersebut masih diatas standar umum yaitu sebesar 19 kWh/ton TBS.

Nilai standar dan rata-rata penggunaan *power consumption* seperti pada **Gambar 2** mengidentifikasi bahwa terdapat pergeseran standar aktual konsumsi listrik di pabrik tersebut. Selain itu, kondisi tersebut mengidentifikasi kapasitas olah yang tinggi bisa menurunkan konsumsi listrik (*power consumption*) dalam kWh per ton TBS. Dampak dari nilai konsumsi listrik yang diatas standar bisa mengindikasikan pemborosan energi atau penggunaan beban yang besar tetapi perlu ditinjau terlebih dahulu dari pembebanan yang ada, selain itu konsumsi listrik yang tinggi bisa menyebabkan tingginya biaya operasional jika penyumbang energi listrik banyak ditanggung dari Generator.

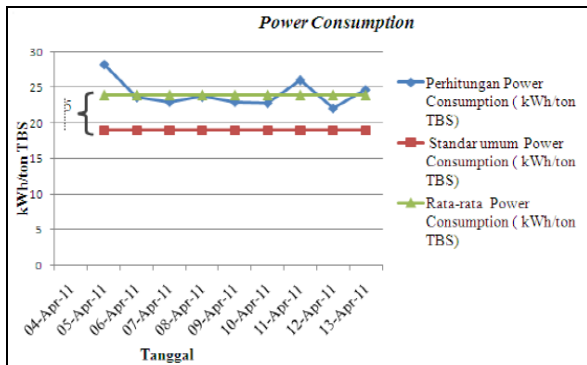
Untuk menentukan rata-rata penggunaan kW tertinggi terhadap *power consumption* digunakan rumus:

Daya listrik (kW) = Konsumsi listrik(kWh/ton TBS) x *throughput* (ton/jam)

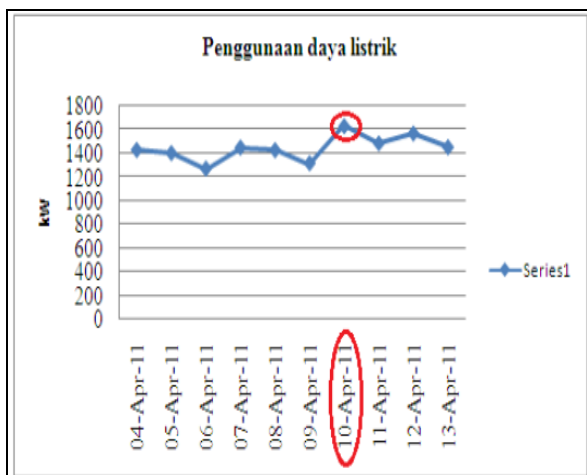
Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Daya listrik (kW)} &= \text{konsumsi listrik (kWh/ton TBS)} \times \text{troughput (ton/jam)} \\ &= 26,11 \text{ kWh/ton TBS} \times 62,55 \text{ ton/jam} = 1633 \text{ kW}\end{aligned}$$

Adapun daya aktual yang digunakan untuk perhitungan dapat ditinjau dengan melihat **Gambar 3**.



Gambar 2. Perbandingan Power consumption terhadap rata-rata aktual



Gambar 3. Penggunaan daya listrik aktual

Pada tanggal 10 April 2011 menunjukkan nilai daya listrik aktual yang paling tinggi. Sehingga kondisi ini dijadikan tinjauan terhadap beban aktual di PKS Manis Mata. Daya Listrik sebesar 1633 kW dapat ditinjau dari beban per unit. Sehingga dengan meninjau beban listrik per unit akan memberikan gambaran penggunaan aktual daya listrik. Beban listrik tersebut dapat terukur dengan pengamatan yang dilakukan di

ruang panel (kamar mesin) juga bisa diamati dari log sheet penggunaan Turbin ataupun Generator.

2. Beban Listrik

Pembebanan daya listrik di PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) meliputi beban untuk proses pengolahan di pabrik (Threshing & press line, Depericarper & kernel line 1, Klarifikasi line 1, Kernel recovery line 2, Press Line 2, Boiler Feed & Fuel Conveyor, Water Treatment, Effluent, Workshop, Boiler 2, Thresher line 2, Depericarping 2, Fruit Reception, Effluent treatment, Decanter, Oil storage), kantor (head office, workshop, kantor pabrik), penerangan dan domestik (perumahan direktur, perumahan manager dan karyawan, kantor umum, kantor *Technical Support Department* (TSD)).

Beban listrik dapat dibaca dengan alat ukur berupa *kW-meter* dan *amperemeter*. Sedangkan energi listrik yang terpakai terukur melalui *kWhmeter* yang terdapat di panel (kamar mesin). Dalam hal ini, pada panel utama di kamar mesin pembebanan ampere masing-masing fasa tidak dibaca karena tidak terdapatnya *ampere-meter* untuk per fasanya, sehingga pembacaan mengaju dari ampere masing-masing unit panel dan atau melalui *kW-meter*.

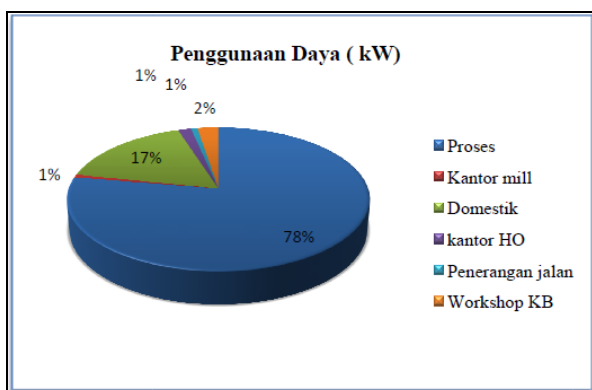
Alokasi pembebanan berdasarkan aktual pengamatan yang dilakukan pada tanggal 10 April 2011 dapat dikelompokkan seperti pada Tabel 15. Beban akan mengalami fluktuasi menyesuaikan kebutuhan daya terhadap mesin atau listrik yang digunakan masing-masing unit.

Tabel 3. Penggunaan Daya listrik

No	Unit Beban	Penggunaan daya (kW)
1	Proses	1267,47
2	Kantor PKS	10,52
3	Domestik	273,48
4	Head Office	26,30
5	Penerangan jalan	13,15
6	Workshop KB	42,07
	Total Daya	1632,98

Sumber : Data Olahan (2011)

Persentase konsumsi listrik dapat dilihat pada **Gambar 4**. Penggunaan konsumsi listrik untuk proses pengolahan merupakan dominasi sebesar 77,62 %. Beban domestik menempati urutan kedua dalam konsumsi listrik sebesar 16,75 %. Sedangkan beban lain berupa Head Office, kantor PKS, Workshop KB, dan penerangan jalan memiliki nilai yang kecil berkisar 0,5-3% dan tidak secara terus menerus penggunaannya selama 24 jam. Sehingga penggunaan untuk beban ini tidak terlalu berpengaruh besar terhadap daya yang ditanggung oleh pembangkit.

**Gambar 4.** Konsumsi listrik

Adapun hasil pengamatan dari beban per unit pada tanggal 10 April 2011, pukul 19.00 WIB seperti pada **Tabel 4**. Pengamatan ini bersifat fluktuatif baik per setengah jam atau per jamnya dan pada kondisi ini faktor daya yang terjadi sebesar 0,80 sehingga kondisi yang menunjang dari rata-rata beban yang terhitung

berdasarkan konsumsi listrik terhadap pada Tanggal 10 April 2011.

Berdasarkan **Tabel 4**. Kondisi pabrik, dalam keadaan mengolah dengan menggunakan operasional 2 line. Pengamatan yang dilakukan untuk beban Head Office, Workshop, kantor besar, Office DB (PKS), Oil Storage, Workshop DB (PKS), daya tidak secara terus-menerus terhadap beban yang digunakan selama proses pengolahan berlangsung. Pada kondisi aktual untuk beban domestik, penggunaan listrik yang tinggi rata-rata pada jam 17.30-21.00.

Hal ini dapat terjadi karena waktu tersebut adalah waktu istirahat dan masyarakat cenderung menggunakan listrik untuk menyalakan lampu-lampu rumah, menonton televisi atau perangkat lain yang memerlukan listrik. Sedangkan untuk proses pengolahan di pabrik kondisi operasional tetap stabil (adapun kondisi *Depericarping* line 2 masih terdapat kendala, sehingga beban aktual bisa dimungkinkan lebih tinggi. Adapun perbedaan daya listrik di pabrik digunakan untuk beban lampu penerangan. Dan pada penerapannya faktor daya ($\cos \phi$) dipabrik akan secara manual dan otomatis akan dikondisikan mendekati 1 dengan adanya kapasitor atau berkisar 0,96.

Pembebanan domestik dapat dilihat pada **Tabel 5**. Jalur distribusi listrik memiliki 1 pengaman pada panel yang digunakan untuk memenuhi keseluruhan beban domestik tersebut. Sehingga dengan satu jalur distribusi listrik dengan 1 pengaman pada panel terhadap kantor dan perumahan maka, kondisi ini menjadi jawaban bahwa adanya kebijakan sinkron dengan Generator, jika kondisi daya listrik kurang dan panel domestik tidak boleh dimatikan.

Tabel 4. Pengamatan Beban listrik

No	Unit	Ampere pengaman MCCB (A)	Ampere pengamatan (A)	Daya Aktual pengamatan (kW)
1	Threshing & press line 1	800	250	131,48
2	Depericarping & kernel line 1	800	400	210,37
3	Klarifikasi line 1	400	100	52,59
4	Boiler 1	400		0,00
5	Kernel recovery line 2	800	300	157,78
6	Press Line 2	500	240	126,22
7	Head Office	200	50	26,30
8	Boiler Feed & Fuel Conveyor	150	85	44,70
9	Water Treatment	200	100	52,59
10	Effluent	400	50	26,30
11	Workshop Kantor Besar	200	80	42,07
12	Workshop DB (PKS)	150	50	26,30
13	Boiler 2	800	400	210,37
14	Threshing line 2	400	110	57,85
15	Depericarping line 2	300	40	21,04
16	Coumpound light	50	25	13,15
17	Effluent treatment	100	50	26,30
18	Fruit Reception	100	35	18,41
19	Office DB (PKS)	125	20	10,52
20	Oil storage	160	80	42,07
21	Decanter	300	120	63,11
22	Domestik	800	520	273,48
Total Daya				1632,98

Sumber : Data olahan (2011)

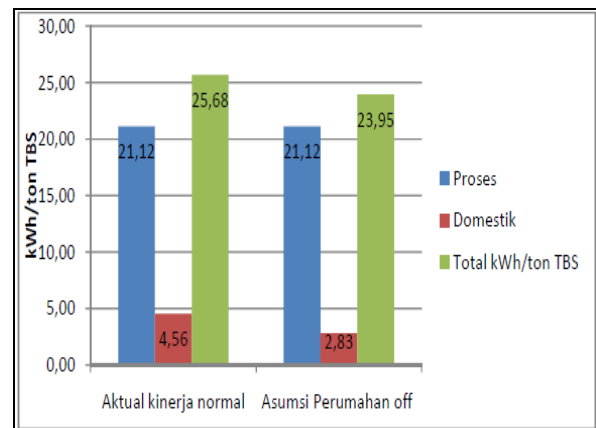
Beban listrik untuk domestik cukup besar dalam menyumbang penggunaan daya listrik. Penggunaan daya listrik dari beban domestik ini ditanggung oleh PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) sehingga perhitungan konsumsi listrik terhadap kWh/ton TBS juga akan terpengaruh. Jika beban domestik total 322,92 kW, rata-rata pengolahan pabrik 60 ton/jam dan rata-rata konsumsi listrik 24 kWh/ton TBS maka memberikan kontribusi sebesar 5,38 kWh/ton TBS.

Tabel 5. Alokasi beban domestik

No.	Lokasi	Jumlah pengaman	Beban Ampere (A)	Total Daya (kW)
1	Kantor KBK	39	10	70,2
2	Mes Direksi	1	196	35,28
3	Kantor TSD	1	20	3,6
4	Balai Pengobatan	1	196	35,28
5	Masjid	1	10	1,8
6	Kantor POS	1	20	3,6
7	GOR KBK	1	20	3,6
Sub Total				153,36
1	Perumahan Jl Melati 10	10	16	28,8
2	Perumahan Jl. Angrek	4	16	11,52
3	Perumahan Jl. Kambaja	4	16	11,52
4	Perumahan Jl. Karet	7	10	12,6
5	Perumahan Jl. Murai	8	10	14,4
6	Perumahan Jl. Murai I	7	16	20,16
7	Perumahan Jl. Pontianak	8	4	5,76
8	Perumahan Jl Balik Papan	8	4	5,76
9	Perumahan G 10 Beton	10	4	7,2
10	Perumahan Jl. Mawar	11	16	31,68
11	Perumahan Jl. Sakura	7	16	20,16
Sub Total				169,56
TOTAL BEBAN				322,92

Sumber : Data survei & olahan (2011)

Jika Asumsi perumahan tidak dioperasikan selama 24 jam dengan rata-rata kapasitas olah sebesar 60 ton/jam (rata-rata tanggal 4-13 April 2011) maka dapat dilihat dari **Gambar 5.**

**Gambar 5.** Perbandingan aktual dan asumsi kWh/ton TBS

Pada aktual penggunaan listrik di PKS Manis Mata, konsumsi untuk proses pengolahan aktual secara terus-menerus sudah menunjukkan nilai 21,12 kWh/ton TBS. Sehingga dengan beban terukur yang tetap, terdapat pergeseran konsumsi listrik terhadap daya per ton TBS terhadap listrik untuk proses.

Dalam kajian ini tidak dibandingkan penggunaan daya listrik terhadap beban standar PKS dengan kapasitas olah 60 ton/jam ataupun PKS 80 ton/jam. Sedangkan untuk penggunaan beban domestik memberikan andil yang cukup besar terhadap konsumsi listrik sebesar 4,46 kWh/ton TBS karena daya listrik perhitungannya ditanggung oleh PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) terhadap buah olah (per ton TBS).

Asumsi untuk beban domestik jika kebutuhan daya listrik untuk kantor tetap dan untuk perumahan di matikan maka ternyata memberikan andil yang cukup berpengaruh dimana konsumsi aktual yang mencapai 25,68 kWh/ton TBS dapat turun sampai dengan 23,95 kWh/ton TBS.

kWh/ton TBS. Asumsi ini tidak terikat terhadap penerapan waktu jika listrik perumahan dimatikan karena penggunaan listrik di PKS Manis Mata untuk domestik selama 24 jam. Dan asumsi ini bisa diterapkan jika hanya jalur distribusi listrik perumahan dan kantor dipisahkan.

3. Pembangkit Listrik

Ketersediaan energi listrik berasal dari pembangkit berupa Turbin dan Generator. Kondisi ideal ketika proses pengolahan berlangsung di pabrik kelapa sawit, suplai daya listrik sepenuhnya berasal dari Turbin. Turbin dan Generator yang dimiliki PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Daya pada Generator dan Turbin

NO	UNIT	DAYA (kW)	Merk
1	Generator 2	302	Caterpillar
2	Generator 3	302	Caterpillar
3	Generator 4	508	Caterpillar
4	Turbin 2	800	Dresser Rand
5	Turbin 3	1800	Dresser Rand

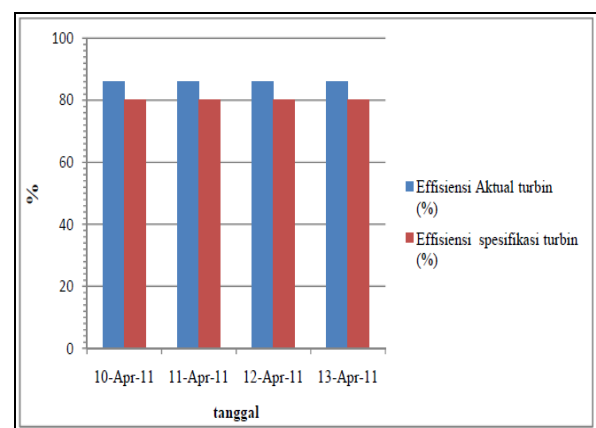
Sumber : Data pembangkit PKS Manis Mata (2011)

Selama proses berlangsung Turbin yang beroperasi adalah Turbin 3 dengan spesifikasi daya sebesar 1800 kW. Pembangkitan Turbin dengan daya 1800 kW merupakan kinerja Turbin 100% dan memerlukan tekanan uap sebesar 25 bar. Jika berdasarkan spesifikasi Turbin besar efisiensi kinerja

Turbin sebesar 80 % maka daya yang dapat dibangkitkan dan digunakan untuk menyuplai beban dari Turbin 3 sebesar 1440 kW. Sehingga untuk mesuplai total beban listrik di PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) dengan kondisi beban 1632 kW ataupun lebih, maka diperlukan Generator untuk menanggung

selisih daya yang sudah ditanggung oleh Turbin dengan cara disinkron.

Pada *log sheet* Turbin didapatkan kinerja aktual Turbin seperti pada **Tabel 7**. Kinerja Turbin aktual melebihi kondisi 80% dari performa pembangkit dan didapat rata-rata kinerja Turbin adalah 86% dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 1548 kW. Adapun perbandingan efisiensi kinerja Turbin terhadap spesifikasi Turbin dan efisiensi kinerja aktual pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Perbandingan efisiensi kinerja Turbin

Berdasarkan **Gambar 6**, kinerja Turbin aktual dapat dikatakan bahwa kondisi Turbin sebagai pembangkit daya listrik dalam keadaan yang baik. Akan tetapi, kondisi kinerja yang melebihi efisiensi dari spesifikasi Turbin diperlukan perawatan yang lebih terhadap Turbin khususnya untuk pelumasan.

Adapun kondisi kinerja *Boiler* dapat dikatakan baik karena berdasarkan uap yang menyuplai Turbin masih membangkitkan daya listrik dengan kondisi 86 %. Kekurangan daya listrik yang ditanggung oleh Turbin terhadap beban yang ada di PKS Manis Mata, maka disinkron dengan Generator.

Tabel 7. Operasional Turbin Aktual

10-Apr-11				11-Apr-11				12-Apr-11			
Jam	<i>Pressure steam</i> (bar)	Efisiensi Turbin (%)	Daya yg bangkit (kW)	Jam	<i>Pressure steam</i> (bar)	Efisiensi Turbin (%)	Daya yg bangkit (kW)	Jam	<i>Pressure steam</i> (bar)	Efisiensi Turbin (%)	Daya yg bangkit (kW)
08.00	21	84	1512	08.00	21,5	86	1548	08.00	21,5	86	1548
09.00	21	84	1512	09.00	21	84	1512	09.00	19,5	78	1404
10.00	21	84	1512	10.00	21,5	86	1548	10.00	21,5	86	1548
11.00	21,5	86	1548	11.00	21	84	1512	11.00	21,5	86	1548
12.00	21	84	1512	12.00	21,5	86	1548	12.00	21	84	1512
13.00	20,5	82	1476	13.00	19	76	1368	13.00	18	72	1296
14.00	10	40	720	14.00	21,5	86	1548	14.00	21,5	86	1548
15.00	21,5	86	1548	15.00	21,5	86	1548	15.00	21	84	1512
16.00	21	84	1512	16.00	21,5	86	1548	16.00	15	60	1080
17.00	21,5	86	1548	17.00	17	68	1224	17.00	20	80	1440
18.00	20,5	82	1476	18.00	21,5	86	1548	18.00	21	84	1512
19.00	17	68	1224	19.00	21,5	86	1548	19.00	21	84	1512
20.00	21,5	86	1548	20.00	21,5	86	1548	20.00	18	72	1296
21.00	21,5	86	1548	21.00	21	84	1512	21.00	18	72	1296
22.00	21,5	86	1548	22.00	21,5	86	1548	22.00	21	84	1512
23.00	21,5	86	1548	23.00	21,5	86	1548	23.00	20,5	82	1476
24.00	21	84	1512	24.00	21,5	86	1548	24.00	21,5	86	1548

Sumber : *Log sheet* Turbin dan data olah (2011)

Jika asumsi penggunaan listrik dikurangi beban domestik perumahan sejumlah 169,56 kW terhadap daya terus-menerus sebesar 1632,98 kW maka kondisi daya yang digunakan di PKS Manis Mata sebesar 1463,42 kW masih dapat ditanggung oleh Turbin karena performa Turbin aktual sebesar 86 % atau daya keluaran sebesar 1548 kW. Sehingga perlu adanya kebijakan terhadap pemenuhan beban domestik untuk bisa menunjang kondisi saat proses pengolahan berlangsung hanya cukup menggunakan Turbin.

B. Perhitungan Ketersediaan Bahan Bakar

Pada PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) memiliki 2 unit Boiler yaitu Boiler merk Vickers Hoskins dengan kapasitas 40 ton/jam dan Boiler merk Atmindo dengan kapasitas 20 ton/jam. Ditinjau dari kapasitas Boiler yang tersedia pabrik dirancang mampu untuk kapasitas olah 90 ton/jam, dimana Boiler kapasitas 20 ton / jam untuk kebutuhan

pengolahan 30 ton/jam dan Boiler kapasitas 40 ton/jam untuk kebutuhan pengolahan 60 ton/jam. Kondisi desain PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) dirancang dengan kapasitas olah 80 ton/jam. Akan tetapi, standar pencapaian kapasitas olah yang diterapkan oleh (PT Harapan Sawit Lestari) sebesar 60 ton/jam. Sehingga Boiler yang dioperasikan adalah Boiler merk Vickers Hoskins yang berkapasitas 40 ton/jam. Terdapat Turbin dengan kapasitas 1800 kW yang membutuhkan uap sebagai penggeraknya. Ditinjau dari kondisi tersebut, kebutuhan energi awal untuk operasional mengacu dari kapasitas olah pabrik 60 ton/jam dan pembangkit tersedia 1800 kW.

Berdasarkan mass balance PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) bahan bakar tersedia berupa fiber sebanyak 16,54 % , cangkang dari LTDS 4,91 % dan cangkang hydrocyclone 2,82 % (Lampiran 2). Penggunaan bahan bakar dengan asumsi 100 %. Penentuan

persentase komposisi kalor bahan bakar dilakukan dengan uji kadar air di laboratorium terhadap fiber dan cangkang. Adapun nilai kalor pada bahan bahan bakar dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$N.O = \frac{(jmlh\ NOS \times N.O\ NOS) + (jmlh\ oil \times N.O\ oil) - (jmlh\ water \times N.O\ water) kkal/kg}{Gbb}$$

Dimana, N.O : Nilai kalor

Gbb : Berat bahan bakar yang dihasilkan

a. Perhitungan nilai kalori fiber di PKS 1 Manis Mata

$$\text{Fiber} = 16,54 \% \times 60 \text{ ton/jam} = 9,924 \text{ ton/jam (9924 kg/jam)}$$

$$\text{Cangkang LTDS} = 4,91 \% \times 60 \text{ ton/jam} = 2,946 \text{ ton/jam (2946 kg/jam)}$$

$$\text{Cangkang hydrocyclone} = 2,82 \% \times 60 \text{ ton/jam} = 1,692 \text{ ton/jam (1692 kg/jam)}$$

Komposisi fiber :

$$\text{Air} = 34,450\% \times 9924 \text{ kg/jam} = 3418,83 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Oil} = 7,206 \% \times 9924 \text{ kg/jam} = 715,08 \text{ kg/jam}$$

$$\text{NOS} = 58,344 \% \times 9924 \text{ kg/jam} = 5790,09 \text{ kg/jam}$$

Nilai Kalori :

$$\text{kalori uap} = 600 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Oil} = 8.800 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{NOS} = 3850 \text{ kkal/kg}$$

Maka nilai kalori *fiber (net calorific value)* adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalori fiber} = \frac{(5790,09 \times 3850) + (715,08 \times 8800) - (3418,83 \times 600)}{9924 \text{ kg/jam}} = 2673,62 \text{ kkal/kg}$$

b. Perhitungan nilai kalori cangkang LTDS di PKS Manis Mata

Komposisi cangkang LTDS:

$$\text{Air} = 13,45 \% \times 2946 \text{ kg/jam} = 390,21 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Oil} = 4,072 \% \times 2946 \text{ kg/jam} = 119,95 \text{ kg/jam}$$

$$\text{NOS} = 82,683 \% \times 2946 \text{ kg/jam} = 2435,84 \text{ kg/jam}$$

Nilai Kalori :

$$\text{Kalori uap} = 600 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Oil} = 8.800 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{NOS} = 4.700 \text{ kkal/kg}$$

Maka nilai kalori cangkang LTDS (net calorific value) adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalori cangkang} = \frac{(2435,84 \times 4700) + (119,95 \times 8800) - (390,21 \times 600)}{2946 \text{ kg/jam}} = 4164,96 \text{ kkal/kg}$$

c. Perhitungan nilai kalori cangkang *hydrocyclone* di PKS Manis Mata

Komposisi cangkang *hydrocyclone*:

$$\text{Air} = 19\% \times 1692 \text{ kg/jam} = 321,48 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Oil} = 2,064 \% \times 1692 \text{ kg/jam} = 34,93 \text{ kg/jam}$$

$$\text{NOS} = 78,936 \% \times 1692 \text{ kg/jam} = 1335,60 \text{ kg/jam}$$

Nilai Kalori :

$$\text{Kalori uap} = 600 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Oil} = 8.800 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{NOS} = 4.700 \text{ kkal/kg}$$

Maka nilai kalori cangkang *hydrocyclone (net calorific value)* adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai kalori cangkang} = \frac{(1335,60 \times 4700) + (34,93 \times 8800) - (321,48 \times 600)}{2946 \text{ kg/jam}} = 3777,6 \text{ kkal/kg}$$

Berdasarkan nilai kalori bahan bakar yang dimiliki oleh PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) dapat ditentukan kebutuhan bahan bakar sebagai berikut :

a. Bahan bakar yang dihasilkan

$$\text{Fiber} = 16,54 \% \times 60 \text{ ton/jam} = 9924 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cangkang LTDS} = 4,91 \% \times 60 \text{ ton/jam} = 2946 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cangkang hydrocyclone} = 2,82 \% \times 60 \text{ ton/jam} \\ = 1692 \text{ kg/jam}$$

Total bahan bakar yang dihasilkan :14562 kg/jam

b. Nilai kalor Total

Pada penerapannya bahan bakar tidak 100 % digunakan. Cangkang hydrocyclone mengandung kadar air cukup tinggi sehingga cangkang hydrocyclone tidak digunakan selama proses tetapi dikumpulkan di area cangkang. Adapun asumsi penggunaan bahan untuk fiber dan cangkang LTDS jika digunakan 100 % maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Fiber} = 2673,62 \text{ kkal/kg} \times 9924 \text{ kg/jam} = 26.533.004,88 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Cangkang LTDS} = 4164,96 \text{ kkal/kg} \times 2946 \text{ kg/jam} = 12.269.972,16 \text{ kkal/jam.}$$

$$\text{Total kalor bahan bakar 100 \% yang dihasilkan} = 38.802.977,04 \text{ kkal/jam.}$$

Total kalor bahan bakar yang dihasilkan yang dikonversikan kedalam kJ (1kkal = 4,19 kJ) sehingga didapatkan kalor bahan bakar Total dengan asumsi 100% untuk fiber dan cangkang LTDS sejumlah 162.584.473,80 kJ/jam.

C. Perhitungan Teoritis Kebutuhan Uap

1. Kebutuhan uap yang dihasilkan dari bahan bakar

Berdasarkan ketersediaan bahan bakar yang dihasilkan oleh PKS Manis Mata yang dari pengolahan 60 ton/jam, didapatkan total kalori sebesar 162.584.473,80 kJ/jam. Panas untuk menghasilkan 1 kg uap adalah 669 kkal/kg atau sebanding dengan 2797,77 kJ/kg (Ramus,2003). Sehingga uap yang dapat dihasilkan dari bahan bakar adalah:

$$\frac{162.584.473,80 \text{ kJ/jam}}{2797,77 \text{ kJ/kg}} = 58.112,17 \text{ kg uap/jam}$$

2. Kebutuhan uap untuk proses dan pembangkit

Pembangkit terpasang di PKS Manis Mata (PT. Harapan Sawit Lestari) sebesar 1800 kW, dengan *Specific Steam Consumption* (SSC) 27 kg *steam*/kWh (sumber: *Dresser Rand catalogue*). Kinerja aktual turbin mencapai 86% atau daya yang dihasilkan sebesar 1548 kW. Sedangkan untuk uap yang dibutuhkan untuk proses pengolahan sejumlah 600 kg *steam*/ton TBS dengan pembagian uap seperti pada Tabel 20. Maka kebutuhan uap dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 8. Kebutuhan uap proses

No.	Kebutuhan Proses	Jumlah kg uap/ton TBS
1	<i>Sterilizer Station</i>	260
2	<i>Boiler Station</i>	110
3	<i>Clarification Station</i>	100
4	<i>Kernel Recovery Station</i>	70
5	<i>Pressing Station</i>	60
	Jumlah	600

Sumber : PT. SMART (2001).

Sehingga kebutuhan uap pada pembangkitan Turbin aktual dan kebutuhan uap untuk proses dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan uap untuk Turbin} = 1584 \text{ kW} \times 27 \text{ kg steam/kWh} = 41.796 \text{ kg steam/jam}$$

$$\text{Kebutuhan uap untuk proses} = 600 \text{ kg steam/tonTBS} \times 60 \text{ ton/jam} = 36000 \text{ kg steam/jam.}$$

Dari ketersediaan bahan bakar jika semua produk bahan bakar berupa *fiber*, cangkang LTDS digunakan 100 % maka ditinjau dari uap yang dihasilkan sebesar 58.112,17 kg Uap/jam masih mencukupi untuk membangkitkan Turbin dengan kebutuhan uap 41.796 kg *steam*/jam atau untuk menghasilkan daya listrik dari Turbin sebesar 1548 kW. Adapun daya listrik yang lebih

dari 1548 kW maka diperlukan pembangkit berupa Generator untuk menanggung beban tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Faktor penyebab tingginya konsumsi listrik dapat diidentifikasi melalui perhitungan rata-rata kapasitas olah pabrik kelapa sawit, kapasitas terpasang pembangkit, kondisi beban listrik untuk proses pengolahan kelapa sawit dan domestik, dan ketersediaan bahan bakar untuk pembangkitan energi listrik.
2. Terjadi pergeseran konsumsi listrik terhadap standar umum 19 kWh/ton TBS di PKS Manis Mata (PT Harapan Sawit Lestari) yang mencapai rata-rata 24 kWh/ton TBS.
3. Faktor penyebab konsumsi listrik tinggi yaitu ketersediaan daya pembangkit aktual yang dihasilkan Turbin sebesar 1548 kW lebih rendah dari kebutuhan beban aktual ditanggung rata-rata sebesar 1632 kW. Sehingga Generator digunakan selama operasional proses pengolahan di pabrik untuk menanggung kekurangan daya.
4. Generator yang digunakan untuk memenuhi kekurangan daya dari rata-rata beban aktual, cukup menggunakan Generator 2 atau 3 dengan daya 302 kW.
5. Beban listrik untuk domestik sebesar 16,75% terhadap rata-rata daya total yang berarti daya listrik yang digunakan untuk domestik terhadap proses pengolahan menyumbang sebesar 4,46 kWh/ton TBS.

DAFTAR PUSTAKA

- Naibaho, P.M. 1998. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Pahan, Iyung. 2006. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Wambeck, Noel. 1999. *Oil Palm Process Synopsis*. Singapura
- Mustikaningsih, I.S.1996. *Analisis Konsumsi Energi Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit Di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kertajaya, PTP. XI, Banten Selatan*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Zuhal. 1988. *Dasar Tenaga Listrik*. Penerbit ITB.Bandung
- Tim Takuma. 2008. *Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan Boiler*. Takuma Boiler. Medan
- Supriyanto. 2005. *Fisika SMA untuk SMA Kelas XI*. Penerbit Erlangga.Jakarta.
- UNEP. 2006. *Boiler & Pemanas Fluida Termis*.
- PT Petrolog Multi Usaha. 2010. *Spirax Saco Steam system service catalogue*. John J. McKetta. Encyclopedia of Chemical Processing & Design