

PROFIL PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI PABRIK TEH SKALA INDUSTRI SEDANG

Sudirman Palaloi

Balai Besar Teknologi Energi (B2TE) – BPPT, Kawasan Puspiptek
Cisauk, Tangerang 15314 Banten, Indonesia
E-mail: palaloi@yahoo.com

ABSTRAK

Energi listrik di pabrik teh yang dievaluasi digunakan pada setiap proses produksi seperti pelayuan, penggilingan, fermentasi, pengeringan, sortasi hingga pengepakan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa total konsumsi energi 1.702.975 kWh/tahun untuk memproduksi teh kering sebanyak 3.444.761 kg. Sumber energi berasal dari PLN dan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Komposisi suplai energi dari PLN 29,56% dan PLTMH 70,4%. Biaya pembelian energi listrik dari PLN pada tahun 2007 rata-rata sebesar Rp. 1.232,12/kWh dan biaya energi PLTMH Rp. 264/kWh. Total biaya energi listrik (PLN + PLTMH) sebesar Rp. 458/kWh atau setara dengan Rp. 240/kg-teh.

Konsumsi energi spesifik (KES) di pabrik teh yang dievaluasi tahun 2007 adalah sebesar 0,48 kWh/kg. Nilai ini lebih baik dari tahun 2005 (0,54 kWh/kg) dan tahun 2006 (0,52 kWh/kg). Jika dibandingkan dengan pabrik di luar negeri nilai KES pabrik yang ditinjau lebih baik daripada India (0,65 kWh/kg) dan Srilangka (0,52 kWh/kg) namun masih lebih tinggi dari Vietnam (0,41 kWh/kg). Nilai KES akan menjadi lebih baik yang berada pada kisaran 0,5 kWh/kg apabila pabrik dioperasikan pada kapasitas produksi minimal 225 ton per bulan.

Kata kunci: Energi listrik, Konsumsi energi spesifik, Pabrik teh

ABSTRACT

Electricity energy in the evaluated tea factory was used in every production process such as withering, hulling, fermentation, drying, sortation till packing. From research results showed that the production of 3,444,761 kg dry tea consumed energy of 1,702,975 kWh/year. The source of energy came from PLN (State Owned Electricity Power Generation) and PLTMH (Microhydro Power Generation). Composition of energy supply was from PLN 29.56% and PLTMH 70.4%. The expense of electricity energy from PLN in the year 2007 was averagely as much as Rp. 1,232.12/kWh and the expense of electricity energy of PLTMH was Rp. 264/kWh. The total cost of electricity energy (PLN + PLTMH) was equal to Rp. 458/kWh or equivalent to Rp. 240/kg-tea.

Specific energy consumption (SEC) in the evaluated tea factory in the year 2007 was equal to 0.48 kWh/kg. This value was better than that in the year 2005 (0.54 kWh/kg) and in the year 2006 (0.52 kWh/kg). In comparison with the factory abroad SEC of the evaluated factory was better than that of India (0.65 kWh/kg) and Srilangka (0.52 kWh/kg) but was still higher than that of Vietnam (0.41 kWh/kg). The value of SEC would become better at around 0.5 kWh/kg if the factory was operated at the minimum production capacity of 225 ton per month.

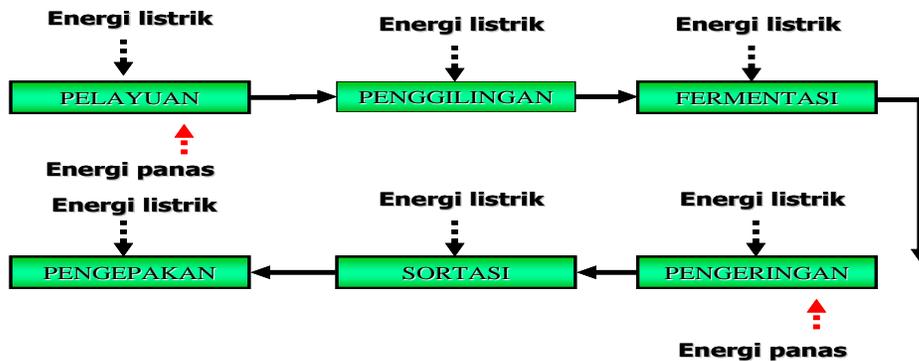
Key words: Electricity energy, Specific energy consumption, Tea factory

1. PENDAHULUAN

Kenaikan harga energi menuntut industri agar meningkatkan efisiensi penggunaan energinya. Demikian pula di pabrik teh, di mana biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan energi (listrik dan termal) mencapai lebih dari 50% dari total biaya produksinya. Dalam hal ini maka kenaikan biaya energi menyebabkan kenaikan biaya produksi secara signifikan.

Kondisi peralatan di pabrik teh di Indonesia pada umumnya sudah cukup berumur namun masih sangat handal. Selain itu pola pengelolaan proses produksi mulai dari pelayuan, penggilingan, fermentasi, pengeringan, dan penyaringan juga relatif sederhana. Dalam kondisi yang demikian dibutuhkan perhatian yang lebih untuk mengurangi pemborosan-pemborosan yang tidak perlu dan lebih meningkatkan kembali efisiensi penggunaan energi di setiap tahapan proses energinya.

Energi listrik dan energi termal digunakan dalam proses pembuatan teh. Energi termal digunakan untuk proses pelayuan dan pengering. Sedangkan energi listrik digunakan di setiap tahapan proses, seperti diperlihatkan pada Gbr. 1.



Gbr 1. Penggunaan energi pada proses pembuatan teh

Pada makalah ini akan menyajikan hasil studi penggunaan energi listrik dalam proses pembuatan teh mulai dari pelayuan, penggilingan, fermentasi, pengeringan, sortasi hingga pengepakan. Disajikan pula konsumsi energi listrik spesifik (KES) di pabrik teh yang dievaluasi/ditinjau yang selanjutnya dalam bahasan ini disebut Pabrik Teh 'Studi', kemudian membandingkan konsumsi energi spesifik pabrik teh di beberapa negara. Pada bagian terakhir disampaikan peluang penghematan energi yang bisa dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energinya.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, metode pengumpulan data dilakukan dengan survei langsung ke lapangan dan pemanfaatan beberapa data sekunder.

Data-data yang dikumpulkan meliputi: data proses produksi, disain peralatan terpasang berikut pola operasinya, data produksi bulanan dan tahunan, data pemakaian bahan baku dan produk yang dihasilkan serta data-data historis yang tersedia di pabrik teh. Pengukuran penggunaan energi listrik dilakukan secara on-line maupun secara manual pada masing-masing proses produksi.

Verifikasi data yang dilakukan saat survei adalah bila ditemukan data-data yang kurang lengkap. Verifikasi pencatatan energi pada masing-masing proses juga dilakukan untuk menambah informasi dalam menganalisis. Pengelompokan penggunaan energi listrik berdasarkan proses produksi telah dilakukan oleh pabrik yang bersangkutan. Data pemakaian energi listrik, data pemakaian bahan bakar, modifikasi proses yang pernah dilakukan sebelumnya, serta permasalahan-permasalahan yang sering muncul dalam proses produksi kemudian dievaluasi. Model perhitungan konsumsi energi spesifik dikelompokkan berdasarkan proses produksi dalam pembuatan teh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sumber Energi Listrik Pabrik Teh ‘Studi’

Kebutuhan energi listrik di Pabrik teh ‘studi’ disuplai dari PT. PLN (Persero) dan PLTMH. Kapasitas daya terpasang dari PT. PLN (Persero) adalah sebesar 555 kVA/20kV/50 Hz yang didistribusikan dari gardu MVMDP PT. PLN. Sedangkan PLTA terdiri dari 2 unit kapasitas masing-masing 700 kVA yang didesain untuk memikul seluruh beban di pabrik teh ‘studi’ dan Wisma Tamu dalam kondisi normal dan bila PLN mengalami gangguan.

Listrik yang berasal dari gardu PT. PLN 20 KV sebelum masuk ke panel LVMDP setempat terlebih dahulu diturunkan oleh sebuah transformator penurun tegangan dengan kapasitas 630 kVA, 20/0,22 kV, 50Hz. Tegangan kerja peralatan yang terpasang di pabrik teh ‘studi’ adalah 220 V, 3 fasa.

Tarif listrik pabrik teh ‘studi’ termasuk dalam Golongan tarif I-3, 555 kVA (industri sedang) dengan ID pelanggan 535340003862. Transformator arus dan tegangan yang digunakan masing-masing adalah 20/5 A dan 20.000/100V. Pada pabrik ini PLN memberlakukan batas daya max: 278 kVA dan energi max WBP1: 14.267 kWh serta faktor k:2. Artinya energi yang digunakan pada waktu beban puncak WBP1, 0 s/d 14.267 kWh \times 2 \times harga listrik per kWh LWBP. Dan apabila menggunakan energi pada waktu beban puncak lebih besar dari 14.267 kWh selama sebulan, maka digolongkan tarif WBP2, yang harganya dikalikan dengan 2 \times 2 \times harga listrik per kWh LWBP. Namun mulai bulan Maret 2006, kuota energi max WBP1 berkurang menjadi 7.133 kWh. Di pabrik ini juga dipasang kVArh meter untuk mengukur pemakaian daya reaktif bulanan. Biaya beban: Rp. 29.500/kVA, KVAmx: Rp. 69.326,5/ kVA. Harga energi LWBP: Rp. 439 /kWh, WBP1: Rp. 878/kWh, dan harga listrik WBP2: Rp. 1756/kWh. Sedangkan harga karena kelebihan kVArh adalah Rp. 571/kVArh.

3.2. Pemakaian dan Biaya Energi Listrik PLN Setempat Tahun 2006 - 2008

Pemakaian energi listrik dari PLN oleh pabrik teh 'studi' tahun 2006 adalah 622,94 MWh/tahun (51,9 MWh/bulan). Sedangkan denda kelebihan akibat pemakaian daya reaktif adalah 23,15 MVARh atau Rp. 13,22 juta. Biaya penggunaan energi listrik selama setahun adalah Rp. 677.340.078,- Dengan demikian, biaya energi listrik spesifik pabrik teh 'studi' yang merupakan perbandingan antara biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun dengan total pemakaian energinya, adalah Rp. 1087,33 /kWh. Sedangkan energi yang diproduksi oleh PLTA sebanyak 725.694 kWh. Jadi total konsumsi energi tahun 2006 adalah $622.939 + 725.694 = 1.348.633$ kWh/tahun. Jadi tahun 2006 kebutuhan energi disuplai dari PLN sebanyak 46,19% dan dari PLTA 53,81%. Penggunaan dan biaya energi listrik tahun 2006 masing-masing diperlihatkan pada Gbr. 2 dan Gbr. 3.

Berdasarkan rekening listrik dari PLN diperoleh bahwa konsumsi energi listrik dari PLN tahun 2007 adalah 503.416 kWh dengan biaya energi sebesar Rp. 620.271.016,- dengan demikian biaya energi listrik Rp. 1232,12/kWh. Sedangkan PLTMH pada tahun tersebut menghasilkan energi sebanyak 1.199.559 kWh. Dengan demikian tahun 2007 kebutuhan energi sebagian besar disuplai dari PLTMH yakni 70,4% sedangkan PLN 29,56%. Penggunaan dan biaya energi listrik tahun 2006 masing-masing diperlihatkan pada Gbr. 4 dan Gbr. 5.

Biaya energi PLN per kWh tahun 2007 lebih tinggi dibanding dengan tahun 2006. Hal ini disebabkan karena batas energi max WBP hanya 7133 kWh. Kuota ini terlalu rendah bila dibanding dengan kontrak daya yakni 555 kVA. Perlu untuk diklarifikasi terjadinya penurunan kuota batas energi max WBP dari 14.267 kWh menjadi 7.133 kWh mulai pada bulan Maret 2006. Adanya penurunan ini, menyebabkan pabrik teh 'studi' dirugikan oleh PLN, karena terlalu sedikitnya energi yang dapat digunakan pada jam 17:00 – 22:00 untuk tarif WBP1 (perhatikan Gbr. 6 dan Gbr. 8), sehingga energi yang digunakan pada waktu tersebut masuk ke tarif WBP2, sebanyak 46.578 kWh, yang harganya $4 \times$ harga listrik LWBP.

Padahal bila kuota WBP1 yang diberikan sebesar 14.267 kWh/bulan, selama periode tersebut, maka jumlah energi yang dikenakan pada tarif WBP2 hanya 16.756 kWh. Dengan demikian penghematan biaya yang dapat diperoleh adalah sekitar Rp. 26 juta, seperti diperlihatkan pada Gbr. 8.

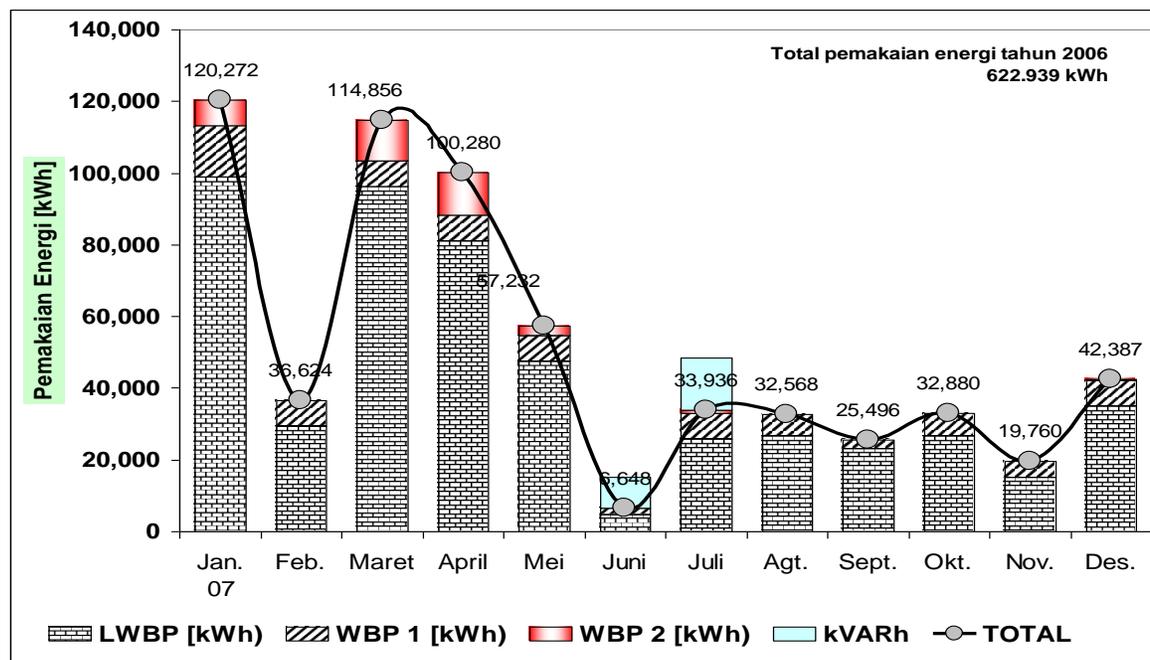
Konsumen mengerti atas kebijakan yang dilakukan oleh PLN. PT. PLN masih terus memberlakukan kebijakan pengendalian pemakaian listrik pada saat beban puncak, yang dikenal dengan nama Program Daya Max Plus (DMP). Program DMP ini memberikan disinsentif kepada pelanggan Bisnis (B3), Industri (I2, I3, I4) dan Kantor Pemerintah Besar (P2), bila pelanggan ini pada waktu beban puncak (WBP) menggunakan daya listrik (VA) melebihi 50% daya kontrak.

Di samping itu akan diberikan insentif bagi pelanggan, bila pelanggan ini pada waktu beban puncak (WBP) menggunakan daya listrik (kVA) di bawah 50% daya kontrak. Oleh karena

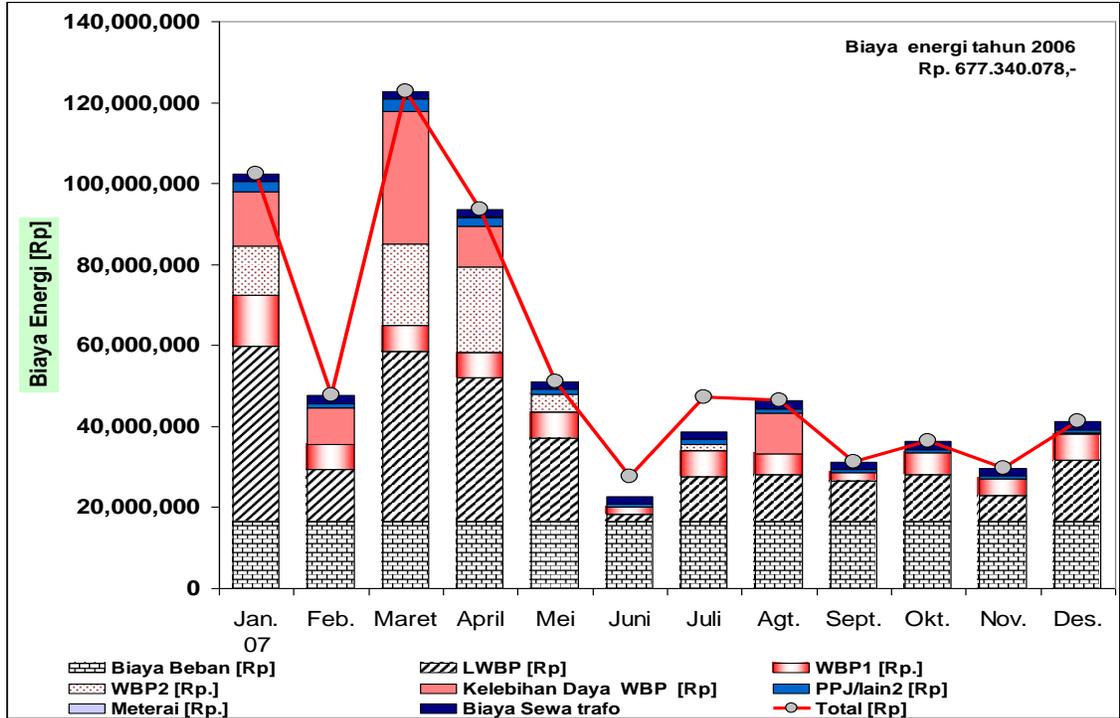
itu perlu konsultasi dan negosiasi antara pabrik teh 'studi' dengan PLN, dalam hal kuota batas energi max WBP.

Dari data rekening listrik tahun 2006, ditemukan adanya kejanggalan dalam pembayaran listrik ke PLN, sehingga pabrik teh 'studi' membayar lebih tinggi dari seharusnya, antara lain :

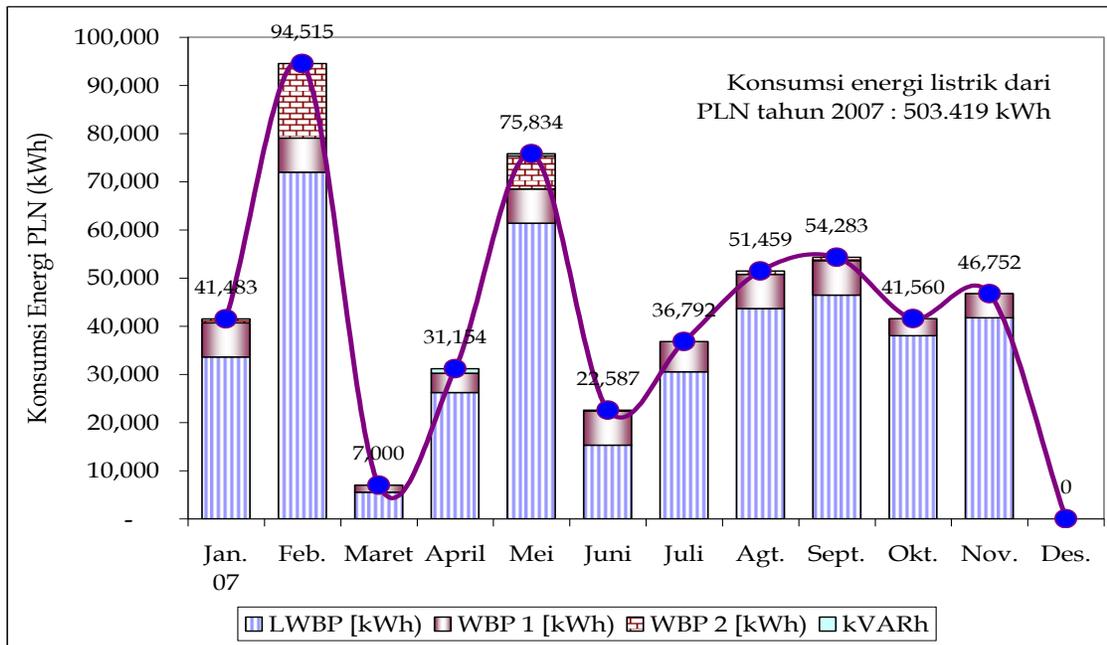
- 1) Pada bulan Maret 2006, terlihat perubahan nilai batas energi maksimum dari 14.267 kWh menjadi 7.133 kWh. Perubahan ini menyebabkan batas energi maksimum yang dapat digunakan oleh pabrik teh 'studi' turun setengah dari seharusnya. Ini yang menyebabkan biaya energi listrik di pabrik teh menjadi tinggi.
- 2) Pada bulan Juni dan Juli 2006, terjadi kenaikan penggunaan kVARh yang cukup tinggi, walaupun sebenarnya pencatatan pemakaian energi listrik kWh pada bulan tersebut tidak besar.
- 3) Pada bulan Maret 2006, batas daya max hanya 7 kVA yang seharusnya separuh dari kontrak daya yakni 277,5 kVA Hal ini menyebabkan kelebihan daya WBP menjadi sangat tinggi yakni 473 kVA, sehingga biaya beban kVA max pada bulan tersebut tinggi.
- 4) Ada ketidakkonsistenan PLN dalam menerapkan insentif dan disinsentif. Dari catatan penggunaan listrik, seharusnya pabrik teh 'studi' mendapatkan pengurangan tagihan listrik, melalui insentif, selama 7 bulan yakni pada bulan Mei, Juni Juli, September, Oktober, November dan Desember tahun 2006. Namun tidak diberikan oleh PLN.



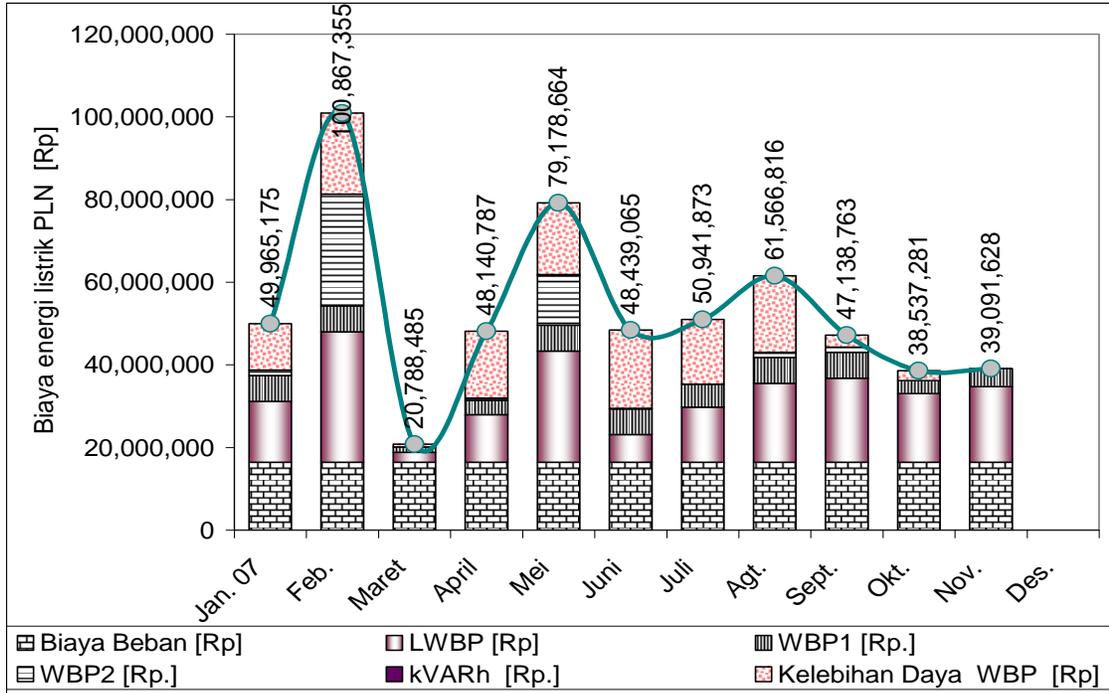
Gbr 2. Grafik pemakaian energi listrik bulanan pabrik teh 'studi' tahun 2006



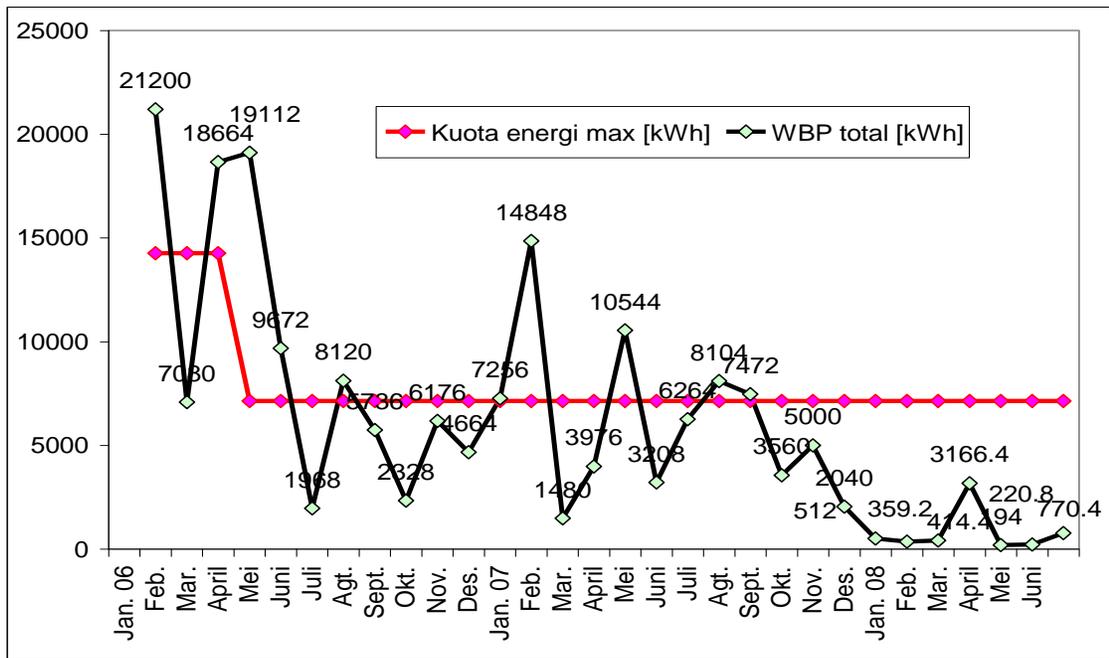
Gbr 3. Biaya energi listrik bulanan pabrik teh 'studi' tahun 2006



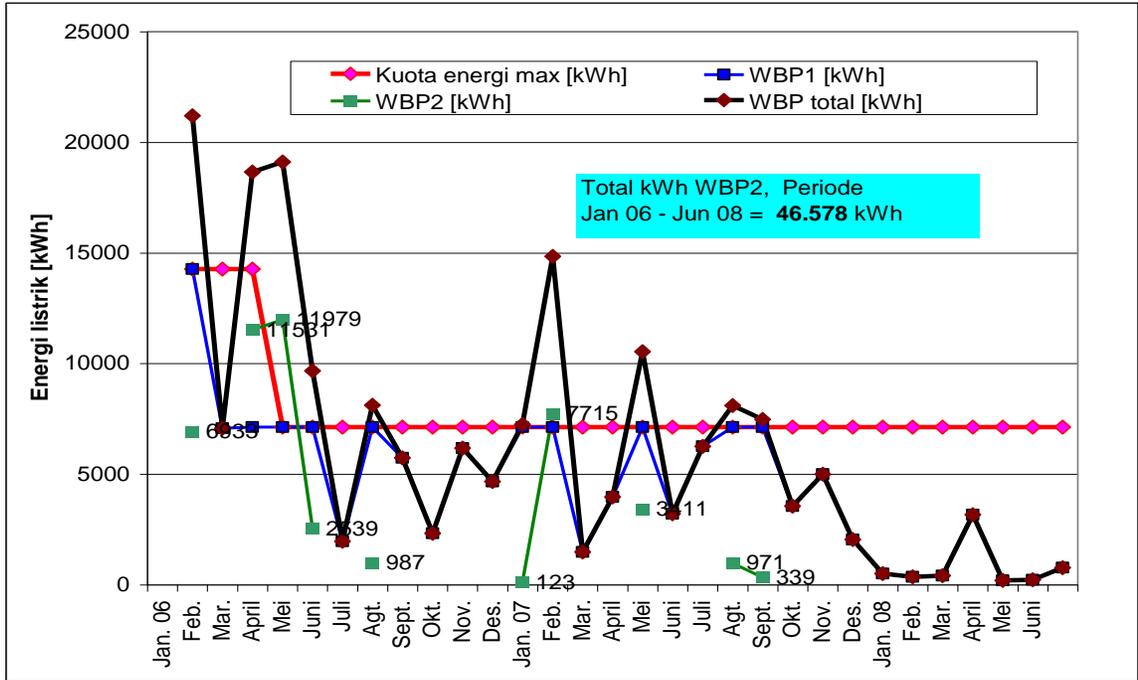
Gbr 4. Pemakaian energi listrik bulanan pabrik teh 'studi' tahun 2007



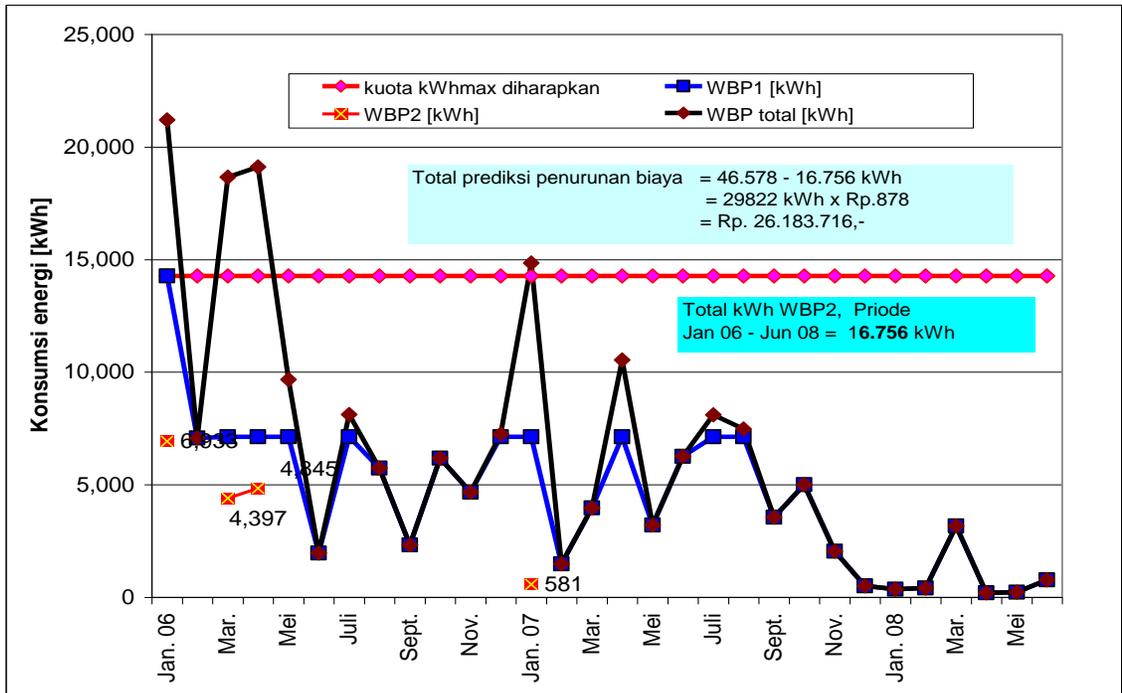
Gbr 5. Biaya energi listrik bulanan pabrik teh 'studi' tahun 2007



Gbr 6. Kuota energi max dan WBP total pabrik teh 'studi', Jan. 2006 – Juni 2008



Gbr 7. WBP pabrik teh 'studi', Jan. 2006 – Juni 2008



Gbr 8. WBP pabrik teh 'studi', Jan. 2006 – Juni 2008

3.3. Konsumsi Energi Listrik Harian Pabrik Teh ‘Studi’

Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan peralatan alat ukur listrik pada panel listrik yang berasal dari PLTA secara simultan, karena pada saat itu seluruh kebutuhan pabrik disuplai oleh PLTA. Pengukuran dilaksanakan pada tanggal 28-30 Oktober 2008. Data hasil pengukuran direkam dengan interval setiap 1 menit, dengan tujuan untuk mendapatkan profil daya beban listrik, baik pada hari kerja maupun hari libur selama 24 jam. Sedangkan besaran listrik yang direkam meliputi: Daya aktif (kW), daya reaktif (kVAR), daya semu (kVA), faktor daya ($\cos \Phi$), tegangan, arus, frekuensi jala-jala, dan kebutuhan energi (kWh, kVARh).

Berdasarkan data konsumsi energi listrik dari hasil pengukuran kelistrikan pabrik teh ‘studi’ menunjukkan bahwa energi listrik rata-rata untuk mengoperasikan motor-motor fan pelayuan, gilingan, pengering, sortasi, pengepakan dan kebutuhan penerangan adalah sebesar 8.549,2 kWh/hari.

Dari hasil pengukuran yang dilaksanakan pada tanggal 29 dan 30 Oktober diperoleh bahwa di proses Pelayuan A(I&II) dan Pelayuan B (I&II) mengkonsumsi daya sebesar 50,6%, kemudian pengering 17,7%, penggilingan (ortodok dan CTC) 13,5%, sortasi 14%, penerangan 1,38 % dan sisanya penerangan dan R Induk, dengan total energi sebesar 8.549,2 kWh/hari. Komposisi prosentase penggunaan energi setiap proses tergantung pengoperasian mesin-mesin pada masing-masing area proses.

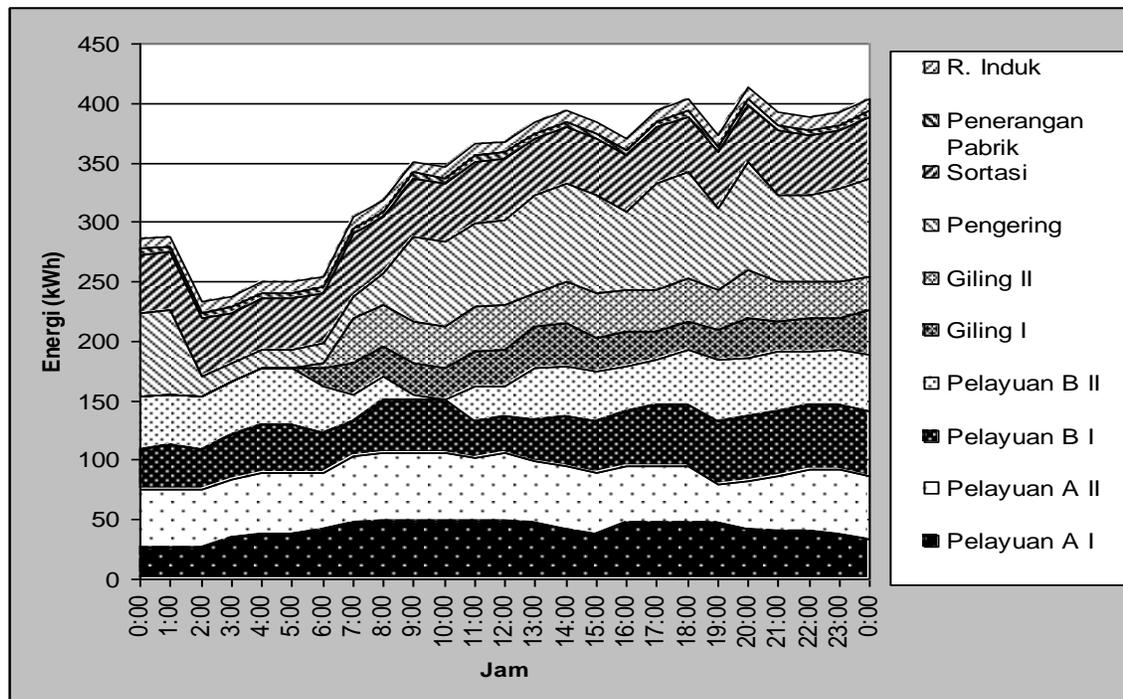
Tabel 1. Konsumsi energi pada proses produksi 29 Oktober 2008 di pabrik teh ‘studi’

Jam	Konsumsi energi (kWh)									
	Pelayuan A I	Pelayuan A II	Pelayuan B I	Pelayuan B II	Giling I	Giling II	Pengering	Sortasi	Penrgan Pabrik	R. Induk
0:00	26.64	48.84	33.30	44.40	0.00	0.00	71.03	48.84	4.44	8.88
1:00	26.64	48.84	37.74	42.18	0.00	0.00	71.03	48.84	4.44	8.88
2:00	26.64	48.84	33.30	44.40	0.00	0.00	17.76	48.84	4.44	8.88
3:00	35.52	48.84	37.74	44.40	0.00	0.00	15.54	42.18	4.44	8.88
4:00	37.74	51.89	40.10	47.17	0.00	0.00	16.51	42.45	4.72	9.43
5:00	37.74	51.89	40.10	47.17	0.00	0.00	16.51	42.45	4.72	9.43
6:00	42.45	47.17	33.02	40.10	14.15	4.72	16.51	42.45	4.72	9.43
7:00	47.17	56.60	28.30	23.59	25.94	37.74	18.87	51.89	4.72	9.43
8:00	49.53	56.60	44.81	18.87	25.94	35.38	25.94	47.17	4.72	9.43
9:00	49.53	56.60	44.81	4.72	25.94	35.38	70.76	49.53	4.72	9.43
10:00	49.53	56.60	44.81	0.00	25.94	35.38	70.76	49.53	4.72	9.43
11:00	49.53	51.89	30.66	30.66	28.30	37.74	70.76	51.89	4.72	9.43
12:00	49.53	56.60	30.66	25.94	30.66	37.74	70.76	51.89	4.72	9.43
13:00	47.17	51.89	35.38	42.45	35.38	28.30	82.55	47.17	4.72	9.43
14:00	42.45	51.89	42.45	42.45	35.38	35.38	82.55	47.17	4.72	9.43
15:00	37.74	51.89	42.45	42.45	28.30	37.74	82.55	47.17	4.72	9.43
16:00	47.17	47.17	47.17	37.74	28.30	35.38	66.04	47.17	4.72	9.43
17:00	47.17	47.17	51.89	37.74	23.59	35.38	89.62	47.17	4.72	9.43
18:00	47.17	47.17	51.89	47.17	23.59	35.38	89.62	47.17	4.72	9.43
19:00	47.17	33.02	51.89	51.89	25.94	33.02	68.40	47.17	4.72	9.43
20:00	42.45	40.10	54.25	49.53	33.02	40.10	91.98	47.17	4.72	10.61
21:00	40.10	47.17	54.25	49.53	25.94	33.02	73.11	54.25	4.72	10.61
22:00	40.10	51.89	54.25	44.81	28.30	30.66	73.11	49.53	4.72	10.61
23:00	37.74	54.25	54.25	47.17	25.94	30.66	77.83	49.53	4.72	10.61
0:00	33.02	54.25	54.25	47.17	37.74	28.30	82.55	51.89	4.72	10.61
Sub total	1037.62	1259.04	1073.69	953.68	528.31	627.37	1512.65	1200.49	116.82	239.53
TOTAL	8549,2 kWh/hari									

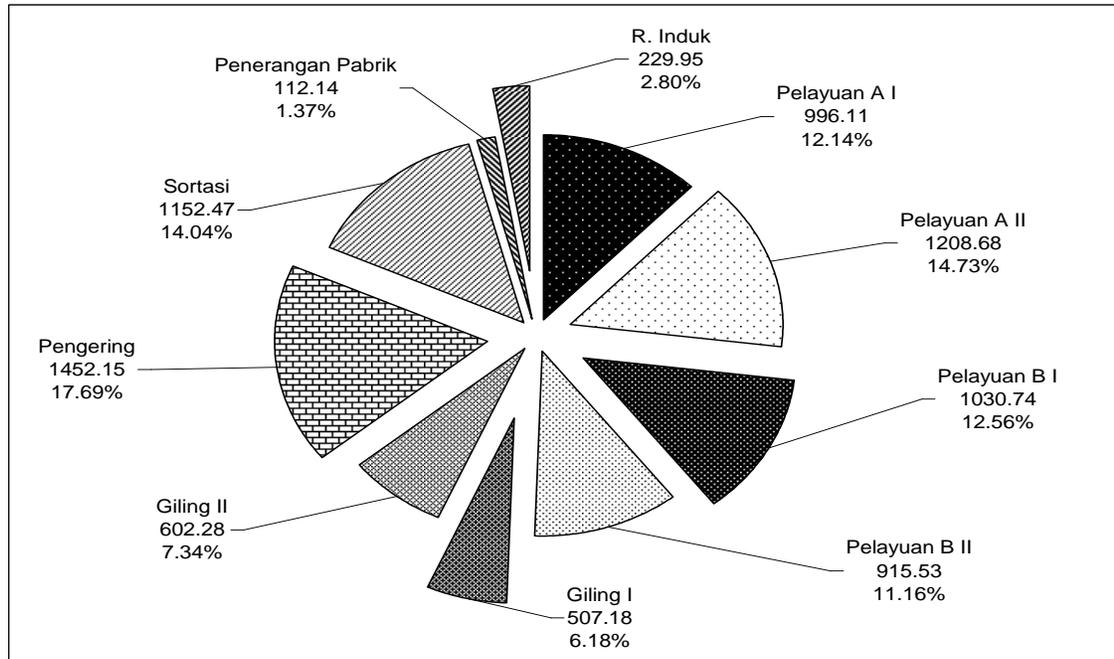
Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 - 30 Oktober beban tertinggi adalah 527,40 kVA, minimum 271,20 kVA dengan rata-rata 440,87 kVA. Hasil pengukuran pada panel utama masing-masing proses diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2 serta Gbr. 9 s.d. Gbr. 11.

Tabel 2. Hasil pengukuran listrik di pabrik teh ‘studi’

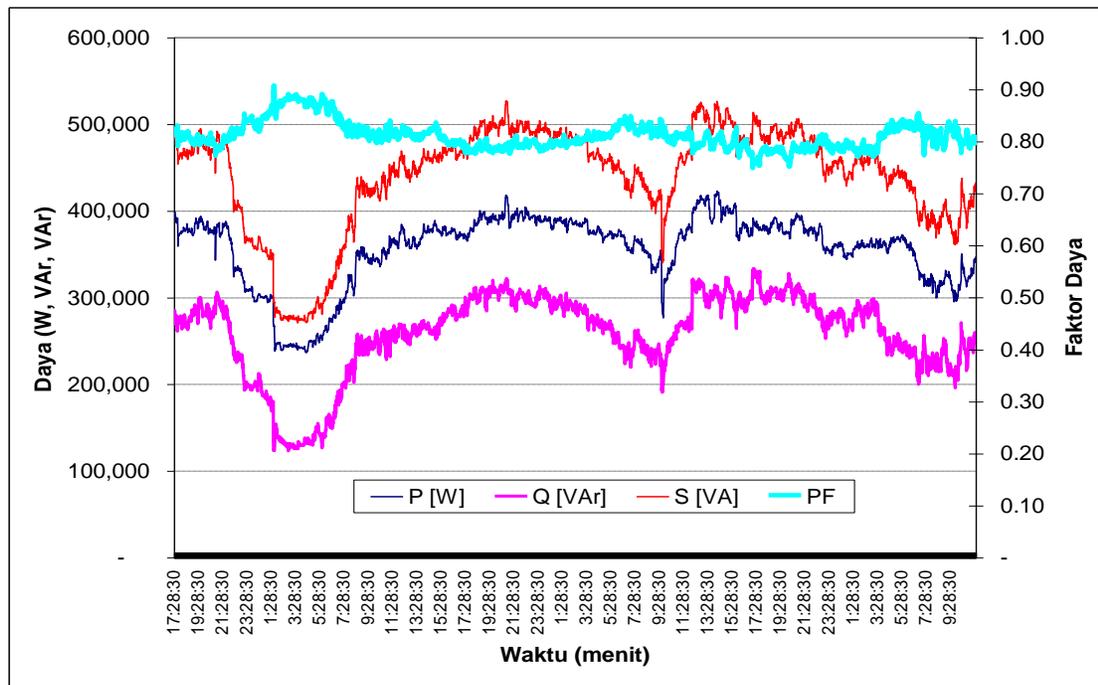
PARAMETER	Pabrik Setempatdari PLTA (28 – 30 Oktober 2008)		
	Min	Rata-rata	Maks
	Tegangan, (Volt)	204,54	223,24
Arus, (Amp)	682,70	1142,30	1378,90
Frekuensi, (Hz)	48,29	49,99	52,71
Daya, (kW)	236,90	356,45	423,20
Daya Reaktif, (kVAR)	123,20	258,75	333,90
Daya Total, (kVA)	271,20	440,87	527,40
Faktor Daya	0,75	0,81	0,91
Konsumsi Energi Max, (kWh/hari)	8549		



Gbr 9. Profil pemakaian energi proses selama 24 jam pabrik teh ‘studi’



Gbr. 10. Prosentase pemakaian energi listrik selama 24 jam tanggal 29 Okt. 2008



Gbr. 11 Konsumsi daya listrik di Pabrik Setempat 28 -30 Oktober 2008, pabrik teh 'studi'

3.4. Faktor Kebutuhan Pabrik Teh ‘Studi’

Faktor kebutuhan diperlukan untuk mengevaluasi besarnya kontrak daya ke PLN. Daya maksimum berdasarkan hasil pengukuran ditambah dengan faktor keamanan merupakan dasar untuk mengevaluasi kontrak daya. Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara daya maksimum yang terjadi dengan daya terpasang.

$$\text{Faktor Kebutuhan} = \frac{\text{Daya maksimum yang terjadi (kVA)}}{\text{Daya terpasang (kVA)}} \times 100\%$$

Saat ini Kontrak Daya PLN di pabrik teh ‘studi’ sebesar 555 kVA. Sedangkan PLTA (PLTMH) yang saat ini masih beroperasi berkapasitas 2×750 kVA: 1500 kVA, dengan daya mampu masih dapat mencapai 80% dari kapasitas terpasangnya. Yang menjadi kendala dalam optimasi pengoperasian PLTMH pada musim kemarau debit air turun dan adanya masalah sinkronisasi untuk kerja paralel terutama pada saat debit air cukup. Sedangkan dari hasil pengukuran penggunaan daya maksimum yang terjadi di pabrik teh ‘studi’ sebesar 527,4 kVA. Dengan demikian faktor kebutuhan dapat dihitung seperti berikut :

- Faktor kebutuhan sumber PLN saja : $\frac{527,4}{555} = 95\%$
- Faktor kebutuhan sumber PTMH, 1 unit saja : $\frac{527,4}{600} = 87,9\%$
- Faktor kebutuhan sumber PTMH, 2 unit bekerja secara sikron : $\frac{527,4}{1200} = 43,95\%$
- Faktor kebutuhan sumber PTMH, 1 unit kerja + PLN : $\frac{527,4}{1155} = 45,66\%$
- Faktor kebutuhan sumber PTMH, 2 unit kerja + PLN : $\frac{527,4}{1755} = 30,05\%$

Mengingat bahwa pabrik teh ‘studi’ ini memiliki sumber energi listrik dari dua sumber, maka keandalan suplai listriknya sangat baik. Ini terlihat dari faktor kebutuhannya cukup rendah, artinya daya yang tersedia masih sangat banyak untuk melayani keseluruhan beban. Ini terlihat bila PLTMH dalam kondisi normal serta bila keduanya dapat bekerja secara paralel.

Fasilitas peralatan pada panel utama sistem kelistrikan di pabrik ini dapat disuplai dari dua sumber (PLN dan PLTMH) secara sendiri-sendiri tanpa kerja paralel keduanya, karena telah dilengkapi dengan *change over switch*. *Change over switch* tersebut terdapat di panel utama pada masing-masing feeder beban. Misalnya beban dipelayuan I, bisa diubah dengan mudah untuk mengambil sumber listriknya dari PLN atau PLTMH, demikian pula beban-beban untuk gilingan, pengering, sortasi dan beban-beban lainnya.

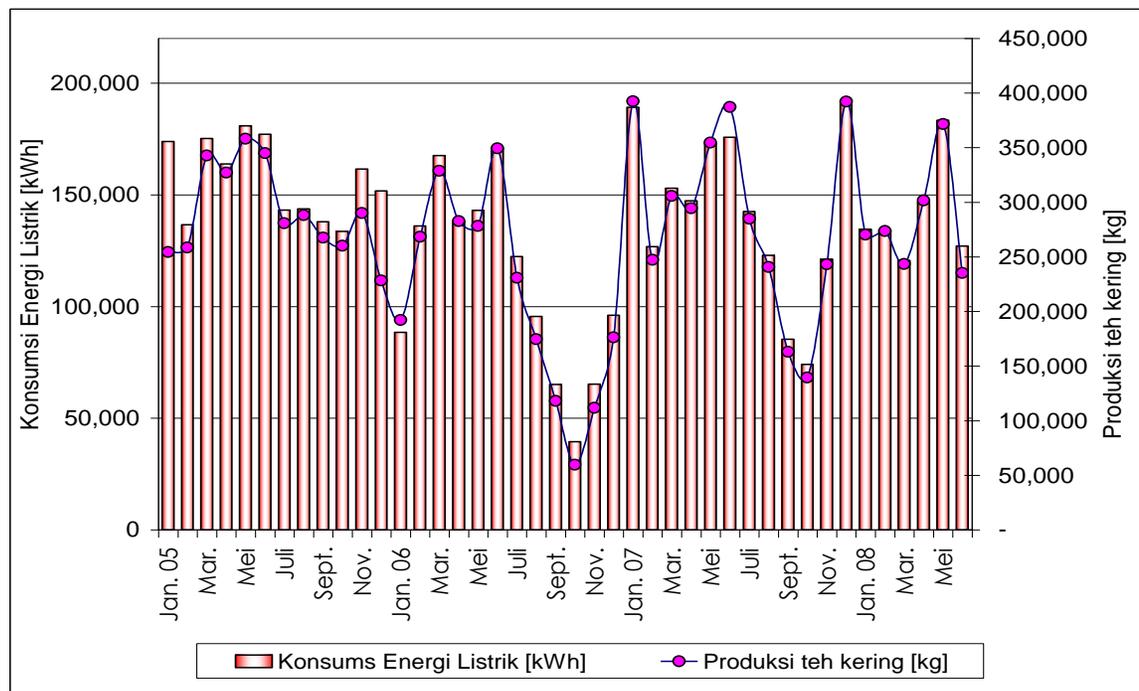
Harga energi listrik pada pabrik ini harusnya lebih rendah dari harga listrik PLN. Harga tertinggi adalah bila menggunakan listrik PLN sepanjang waktu. Namun bila beban-beban yang ada di pabrik, sebagian disuplai dari PLN dan sebagiannya disuplai dari PLTMH,

maha harganya menjadi lebih murah. Dan yang paling murah bila pada waktu-waktu tertentu, terutama pada saat PLTMH beroperasi normal karena ketersediaan debit air yang cukup, maka harga listriknya merupakan harga termurah, karena PLTMH mampu melayani keseluruhan beban pabrik, dan beban-beban lainnya seperti keperluan di listrik Wisma Tamu.

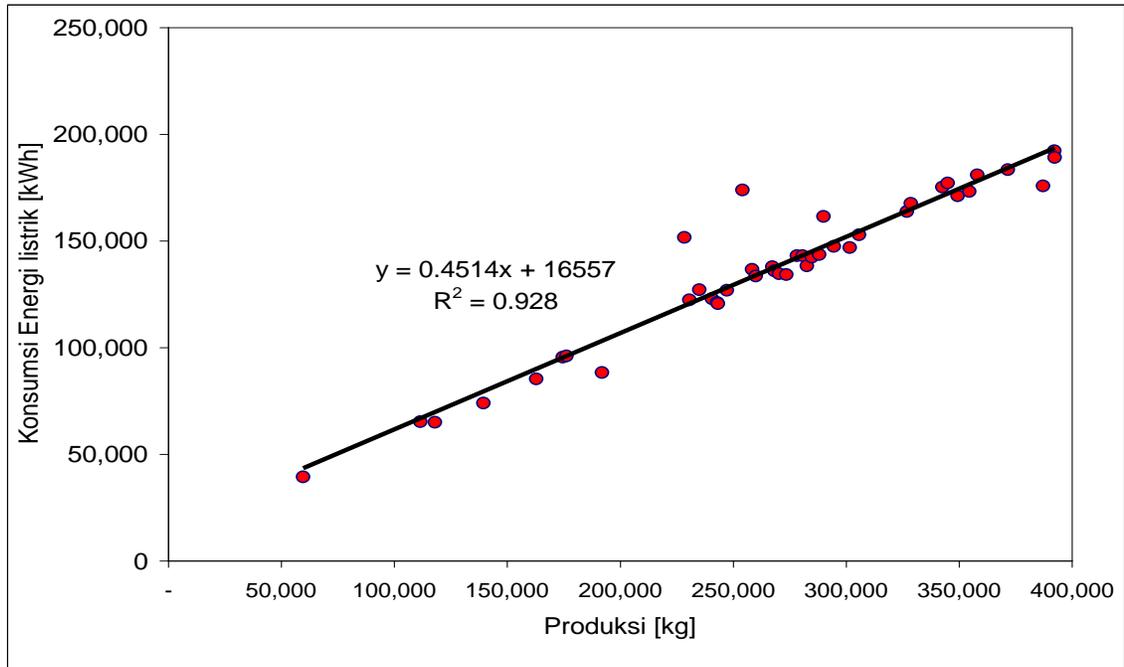
Untuk saat ini kapasitas kontrak daya PLN sebesar 555 kVA, masih cukup dan sudah memadai. Bila debit air dapat dijaga kecukupannya untuk memutar turbin PLTMH, walaupun keduanya belum sikron, maka dapat dipertimbangkan untuk menurunkan kontrak daya PLN.

3.5. Konsumsi Energi Spesifik di Pabrik Teh ‘Studi’

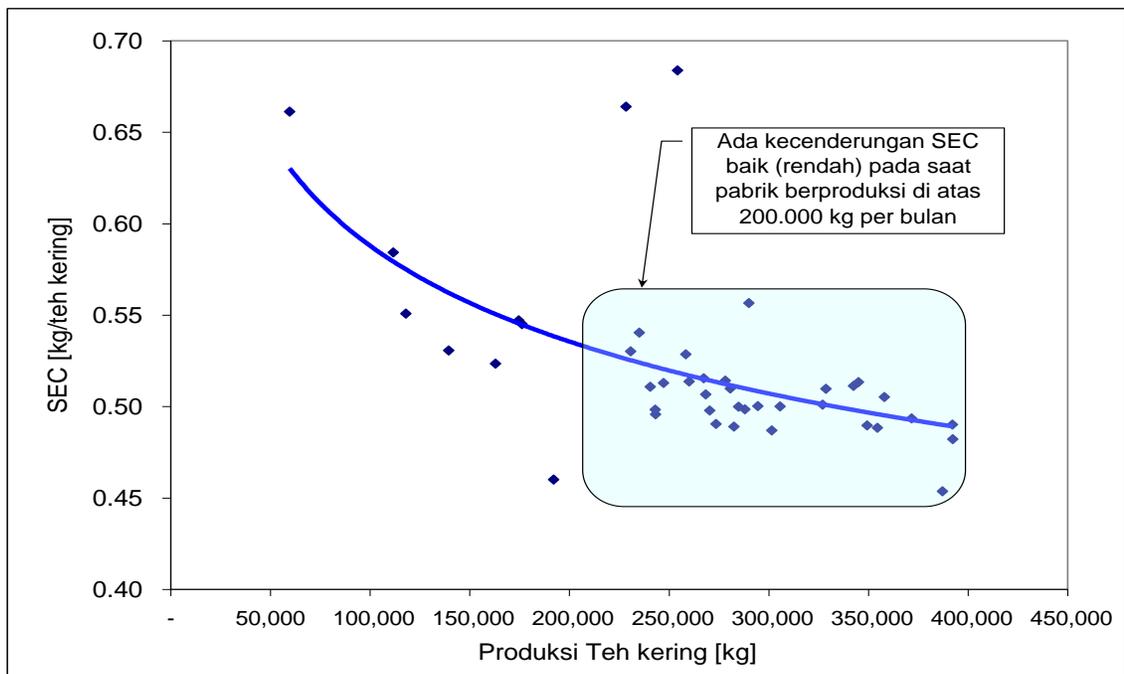
Ada peningkatan performansi penggunaan energi dari tahun ke tahun. Ini terlihat pada tahun 2005, SEC adalah 0,54 kWh/kg. Pada tahun 2006 menurun menjadi 0,52 kWh/kg, dan tahun 2007 turun lagi menjadi 0,50 kWh/kg. Ini berarti setiap tahun terjadi perbaikan penurunan konsumsi energi listrik 0,02 kWh/kg per tahun. Jumlah energi yang dapat dihemat tahun 2007 bila dibanding dengan tahun 2006 adalah 6.895,22 kWh. Hubungan penggunaan energi dengan jumlah produksi pada pabrik teh ‘studi’ tahun 2005 -2008 diperlihatkan pada Gbr. 12 s.d. Gbr. 14 dan Tabel 3.



Gbr 12. Konsumsi energi vs produksi teh, setempat 28 -30 Oktober 2008



Gbr 13. Hubungan konsumsi energi vs produksi teh, setempat 28 -30 Oktober 2008



Gbr 14. Hubungan SEC vs produksi teh, setempat 28 -30 Oktober 2008

Tabel 3. Data konsumsi energi, produksi dan SEC, pabrik teh 'studi' tahun 2005 -2008

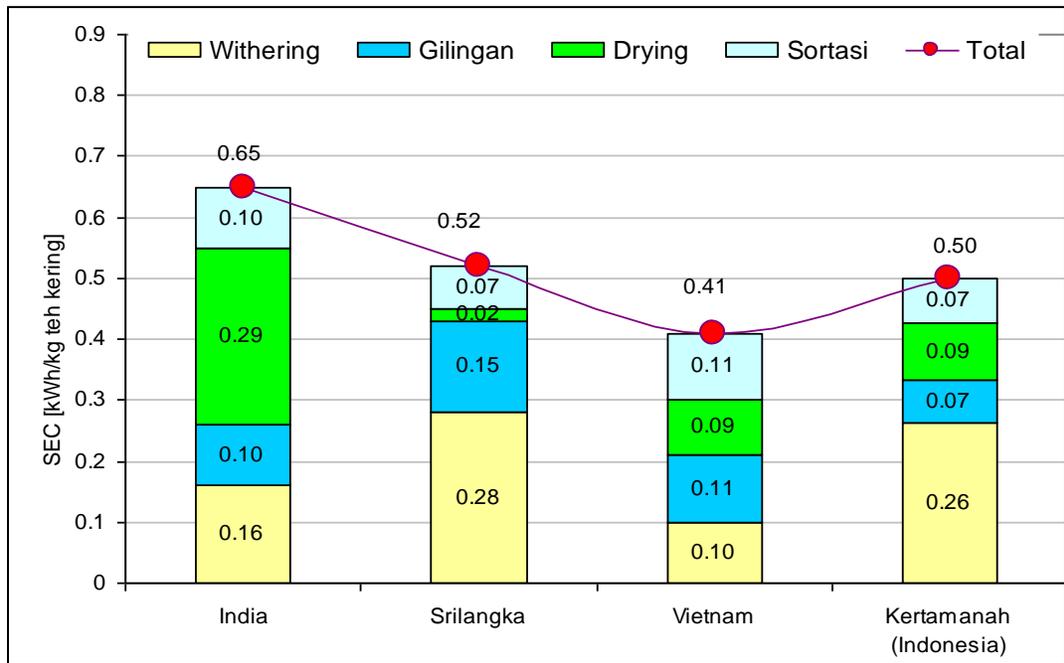
Bulan	Pemakaian energi [kWh]	Produksi [kg]	SEC [kWh/kg]
Jan. 05	173,863	254,235	0.68
Feb.	136,619	258,461	0.53
Mar.	175,150	342,603	0.51
April	163,820	327,004	0.50
Mei	180,860	358,034	0.51
Juni	177,090	345,006	0.51
Juli	143,100	280,707	0.51
Agt.	143,629	288,108	0.50
Sept.	137,845	267,409	0.52
Okt.	133,558	260,010	0.51
Nov.	161,480	290,112	0.56
Des.	151,658	228,404	0.66
Total	1,878,672	3,500,093	0.54
Jan. 06	88,339	192,042	0.46
Feb.	135,962	268,334	0.51
Mar.	167,512	328,680	0.51
April	138,216	282,630	0.49
Mei	143,046	278,260	0.51
Juni	171,101	349,380	0.49
Juli	122,300	230,674	0.53
Agt.	95,517	174,580	0.55
Sept.	65,010	118,030	0.55
Okt.	39,440	59,638	0.66
Nov.	65,191	111,573	0.58
Des.	96,057	176,263	0.54
Total	1,327,691	2,570,084	0.52
Jan. 07	189,160	392,305	0.48
Feb.	126,789	247,223	0.51
Mar.	152,893	305,761	0.50
April	147,354	294,547	0.50
Mei	173,157	354,518	0.49
Juni	175,695	387,258	0.45
Juli	142,425	284,951	0.50
Agt.	122,879	240,593	0.51
Sept.	85,277	162,911	0.52
Okt.	74,024	139,488	0.53
Nov.	121,102	243,020	0.50
Des.	192,220	392,186	0.49
Total	1,702,975	3,444,761	0.49
Jan. 08	134,595	270,350	0.50
Feb.	134,135	273,532	0.49
Mar.	120,601	243,250	0.50
April	146,880	301,631	0.49
Mei	183,374	371,645	0.49
Juni	127,054	235,088	0.54
Total	846,639	1,695,496	0.50

Sebagai perbandingan, dari beberapa negara-negara Asia lainnya yang memproduksi teh hitam diperoleh bahwa di India, SEC: 0,68 kWh/kg, Negara Srilangka, SEC: 0,52 kWh/kg, dan Vietnam 0,41 kWh/kg. Salah satu hal yang membuat nilai SEC pada masing-masing negara tersebut agak rendah karena pemakaian energi dipacking tidak dimasukkan dalam perhitungan SEC. Yang dimasukkan dalam perhitungan adalah energi yang digunakan di *withering*, *drilling*, *drying* dan *grading* (sortasi). Namun demikian secara umum, konsumsi energi spesifik di pabrik teh 'studi' lebih baik dari India dan Srilangka, namun masih lebih tinggi dibanding SEC Vietnam. Salah satu faktor yang mungkin menyebabkan adalah

karena teknologi yang digunakan berbeda, terutama teknik pelayuan. Di India prosentasi energi yang digunakan untuk pelayuan (*withering*) 16% untuk CTC dan 12% untuk orthodox. Sedangkan di Srilangka dan Vietnam masing-masing masing-masing 28% dan 10%. Penggunaan energi listrik di *withering* pabrik teh 'studi' sekitar 28%. Konsumsi energi spesifik masing-masing negara diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data konsumsi energi, produksi dan SEC, pabrik teh 'studi' tahun 2005 -2008

Negara	% Specific Energy Consumption [kWh/kg]				
	<i>Withering</i>	Gilingan	<i>Drying</i>	Sortasi	Total
India	0,16	0,10	0,29	0,10	0,65
Srilangka	0,28	0,15	0,02	0,07	0,52
Vietnam	0,10	0,11	0,09	0,11	0,41
Malabar	0,26	0,07	0,09	0,07	0,50



Gbr 15. Perbandingan nilai SEC Pabrik 'studi' dengan pabrik teh di berbagai negara

Mengingat prosentase penggunaan energi di proses pelayuan (*withering*), mencapai 26% dari total penggunaan energi selama pengukuran dilakukan. Prosentase ini tentunya akan berubah bila gilingan dan pengering orthodox dijalankan. Konsumsi energi spesifik khususnya untuk *withering* tidak dapat diperoleh, karena pencatatan penggunaan energi listrik tidak selama sebulan tidak dilakukan, mengingat tidak berfungsinya kWh meter untuk proses *withering*. Namun berdasarkan referensi dari beberapa negara di Asia

penghasil seperti India, Vietnam dan Thailand, SEC untuk *withering* berada pada kisaran 0,07–0,12 kWh/kg teh kering.

Potensi penghematan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan pengoperasian motor fan. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa kebanyakan motor fan yang terpasang kapasitasnya kebesaran. Udara alir juga kadang terganggu karena damper inlet ada beberapa kisi-kisi terus tertutup. Hal ini akan menghambat udara masuk.

4. KESIMPULAN

- 1) Total konsumsi energi listrik pada tahun 2006 adalah sebesar 1.348.633 kWh, dengan komposisi suplai dari PLN 46,19% dan dari PLTMH 53,81%. Sedangkan tahun 2007 total kebutuhan energi listrik meningkat menjadi 1.702.975 kWh/tahun, dengan komposisi suplai dari PLN 29,56% dan dari PLTMH 70,4%.
- 2) Faktor kebutuhan di pabrik setempat jika hanya mengandalkan sumber listrik dari PLN adalah sebesar 95%. Nilai ini turun menjadi 45,7% apabila ditambahkan dengan penyediaan listrik dari PLTMH 1 unit, atau menjadi hanya 30% jika 2 unit PLTMH beroperasi secara sinkron.
- 3) Biaya pembelian energi listrik dari PLN pada tahun 2007 rata-rata sebesar Rp. 1.232,12/kWh, lebih mahal daripada tahun 2006 yang sebesar Rp. 1.087,33/kWh. Hal ini disebabkan karena batas energi max WBP hanya 7.133 kWh, terlalu rendah bila dibanding dengan kontrak daya 555 kVA. Perlu untuk diklarifikasi terjadinya penurunan kuota batas energi max WBP dari 14.267 kWh menjadi 7.133 kWh mulai pada bulan Maret 2006. Total biaya energi listrik (PLN + PLTMH) di tahun 2007 adalah sebesar Rp. 458 /kWh atau setara dengan Rp. 240/kg-teh.
- 4) Konsumsi energi spesifik di pabrik teh ‘studi’ tahun 2007 adalah sebesar 0,48 kWh/kg. Nilai ini lebih rendah daripada tahun 2005 (0,54 kWh/kg) dan tahun 2006 (0,52 kWh/kg). Jika dibandingkan dengan pabrik di luar negeri nilai KES pabrik Setempat lebih rendah daripada di India (0,65 kWh/kg), Srilangka (0,52 kWh/kg) namun masih lebih tinggi daripada Vietnam (0,41 kWh/kg). Nilai KES berada pada kisaran 0,5 kWh/kg apabila pabrik dioperasikan pada kapasitas produksi minimal 225 ton per bulan.
- 5) Jika dilihat dari penggunaannya proses pelayuan (*withering*) mengkonsumsi energi listrik terbesar dibandingkan dengan proses lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Edi Hilmawan dan Louis, karyawan pabrik teh ‘studi’ yang telah membantu dalam pengumpulan data di lapangan dan masukan-masukannya yang berharga untuk penyelesaian studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AIT, *Small and Medium scale Industries in Asia: Energy and Environment, Tea Sector*, School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology Pathumthani 12120, Interline Publishing, Thailand, 2002.
- [2] Bansal N.K., *Energy Flow in Plantation Industry, Energy Perspectives in the Plantation Sector*, Bangalore, India, Interline Publishing, 1993.
- [3] Basnayake, *Design and Development of Multipurpose Step Grate Furnace; Multipurpose Tree Species in Sri Lanka*, MPTS Research Network, University of Peradeniya, Sri Lanka, 1998.
- [4] PTPN VIII, *Data Produksi dan Penggunaan Energi Pabrik 'Studi'*, PTPN tahun 2005-2008.
- [5] De Silva, *Some Energy Saving Achievements of the Tea Industry in Sri Lanka; Energy Perspectives in Tea Plantation Sector*, Palaniappan, C., S. Kumar and T.M. Haridasan (editors), Interline Publishing, Bangalore, India, 1993.
- [6] Gupta C.L., *Energy Conservation in The Tea Industry*, Renewable Energy Review Journal, Vol.5, No.2, 1983.
- [7] http://www.serd.ait.ac.th/smi2/smi/roadmap/Presentations/Black_Tea_ppt.pdf, diakses 5 Desember 2008.
- [8] http://www.woodenergy.ie/iopen24/defaultarticle.php?cArticlePath=5_29, diakses 12 Januari 2009.
- [9] Institute of Energy, *Case Study on Wood Energy Planning: A Case Study on Wood Energy Data Collection and Assessment and Decentralized Wood Energy Planning in Vietnam*, 2000.
- [10] Rudramoorthy, Sunil Kumar, Sivasubramanian, Rajenthirakumar, *Quality of Made Tea Through Efficient Drying*, Department Mechanical Engineering, PSG Collage of Technology, Tami Nadu India, Interline Publishing, Tea Board of India. www.teaboard.com as of July 2000.