KAJIAN KONSUMSI ENERGI BEBERAPA JENIS PRODUK INDUSTRI KAYU (A study on the energy consumption of several wood industry products)

Oleh/By

Tjutju Nurhayati

Summary

The purpose of this study is to identify the energy consumption from PLN (state electric company) electricity, diesel fuel and wood waste per m³ production of several products of wood industries. The products included in the study are plywood, jointing board, matches and chopstick, wood working, housing component, particleboard, picture frame and sawntimber.

The study revealed that energy consumption from PLN electricity per m³ productions for plywood was 149.51 kwh, jointing board was 152.29 kw, sawntimber ranged from 34.25 to 55.87 kwh and wood working was 178.11 kwh. The consumption of diesel fuel for plywood was 50.97 liters, and sawntimber was 14.23 liters. The biomass energy consumption per m³ productions for picture frame was 0.08 m³ which gave the lowest figure while the highest was for jointing board, namely, 0.604 m³. The share of biomass energy per m³ productions was 82 % of the total energy consumption.

I. PENDAHULUAN

Konservasi atau penghematan bahan bakar minyak merupakan salah satu kebijakan pemerintah yang akhir-akhir ini diintensifkan. Penghematan bahan bakar minyak terutama disektor industri sangat penting mengingat laju pemakaian bahan bakar minyak meningkat terus tiap tahunnya. Sebagai contoh kenaikan pada tahun 1990 mencapai 14 % sementara sumber minyak bumi menurut perkiraan mulai menurun produksinya kira-kira pada tahun 2030 (Ginjar Kartasmita, 1981).

Pemanfaatan limbah kayu sebagai sumber energi merupakan suatu cara penghematan energi komersial seperti listrik PLN dan bahan bakar minyak. Energi potensial kayu/limbah kayu sebesar 12,5 GJ per m³ (Anonim, 1987) apabila dapat dimanfaatkan secara optimal akan dapat menggantikan konsumsi energi komersial. Pengkonversian 1 kg kayu menjadi 1,2 kwh dengan teknik gasifikasi merupakan metode yang dapat diandalkan dalam konservasi bahan bakar minyak bumi.

Kebijakan pemerintah pada industri per kayu selain penghematan energi juga dalam hal efisiensi penggunaan bahan baku kayu. Dengan demikian industri kayu dihadapkan pada status industri yang hemat energi dan hemat bahan baku kayu yang sekaligus juga diharapkan hemat biaya.

Penelitian konsumsi energi yang dilakukan adalah konsumsi energi listrik, solar dan limbah kayu per m³ produk kayu lapis, papan sambung, papan partikel, komponen perumahan, korek api dan supit, hasil pengerjaan kayu, lis gambar dan kayu gergajian. Tujuan penelitian ini adalah

untuk mengidentifikasi konsumsi energi yang diperlukan bagi setiap produk industri kayu. Selain itu juga bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana pelaksanaan penghematan energi yang digalakkan pemerintah.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian konsumsi energi dilakukan pada 16 industri kayu dengan kapasitas produksi bervariasi antara 100 - 100.000 m³ per bulan meliputi 4 pabrik kayu lapis, 2 pabrik papan sambung, papan partikel, komponen perumahan, lis gambar, 3 pabrik pengerjaan kayu, korek api dan supit dan 3 pabrik penggergajian kayu.

Pengumpulan data konsumsi energi pada industri kayu meliputi pemakaian energi listrik dari Perusahaan Listrik Negara, solar dan biomasa atau limbah kayu dilakukan secara acak dari penggunaan daya mesin, kwh meter dan penimbangan limbah kayu industri dengan ulangan 3 - 4 kali. Konsumsi energi tersebut dihitung per m³ jenis produk dengan menggunakan rumus :

$$Ec = \frac{En \text{ (kwh)}}{Pn \text{ (m}^3\text{)}}$$

dimana :

Ec = konsumsi energi (kwh/m³)

En = jumlah energi yang dipakai dalam satu periode dengan pengamatan n kali (kwh)

Pn = jumlah produksi dalam satu periode dengan pengamatan n kali (dalam satuan m³)

Perhitungan dengan rumus yang sama untuk konsumsi energi solar (liter/m³) dan limbah kayu (m³/m³).

Pada penelitian ini diperlukan data penunjang rendemen tiap jenis produk industri kayu yang perhitungannya menggunakan rumus :

$$A = \frac{B}{C} \times 100\%$$

dimana : A = rendemen (%)

B = jumlah produksi (m³)

C = jumlah bahan baku kayu (m³)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsumsi Listrik PLN

Pada Tabel 1 tercantum konsumsi energi listrik PLN, solar dan limbah kayu per m³ produksi kayu lapis, papan sambung, papan partikel, komponen perumahan, lis gambar, pengerjaan kayu, korek api dan supit serta kayu gergajian.

Konsumsi energi listrik per m³ produksi yang paling rendah pada kayu gergajian yaitu berkisar antara 34,25 - 55,87 kwh dan paling tinggi pada industri kayu lapis yaitu 255,48 kwh. Konsumsi energi listrik yang tinggi pada kayu lapis oleh karena tahapan proses pembuatan yang lebih banyak dan memerlukan tenaga listrik diantaranya pemotongan log, pembuatan lembaran venir, perekatan, pengepresan, pengeringan.

Konsumsi energi listrik PLN per m³ dari jenis produk yang sama menunjukkan angka konsumsi yang berbeda sebagaimana tercantum pada Tabel 1 yaitu antara industri kayu lapis A, B dan C; antara industri papan sambung A dan B; industri pengerjaan kayu A dan B serta industri penggergajian kayu A, B dan C. Adanya perbedaan konsumsi energi per m³ produksi antara lain disebabkan karena skala produksi, daya pemesinan, pengaturan proses, pengelolaan ketenagakerjaan.

Konsumsi listrik PLN per m³ produk kayu lapis A menunjukkan angka paling rendah yaitu 149,51 kwh, kayu lapis B 175,886 kwh dan kayu lapis C adalah yang paling tinggi yaitu 255,48 kwh. Tingginya konsumsi energi listrik PLN pada industri kayu lapis C karena produktivitas pemesinan yang rendah dengan adanya penggunaan bahan baku kayu berdiameter kecil. Bahan baku kayu yang digunakan pada pabrik ini berasal dari jenis kayu rawa dengan diameter kayu lebih kecil dari 50 cm. Jika dihubungkan dengan rendemen kayu lapis yang tercantum pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rendemen pabrik kayu lapis C adalah paling rendah yaitu antara 37-40% sedangkan pabrik kayu lapis lainnya berkisar antara 45,05 - 50,22%.

Tabel 1. Konsumsi energi listrik PLN, solar dan limbah kayu per m³ produksi

Table 1. Energy consumption from PLN electricity, diesel and wood waste per m³ production

Jenis produksi (Kind of production)	Listrik PLN (PLN electricity) kwh	Solar (Diesel) l	Limbah kayu (Wood waste) m ³
Kayu lapis (Plywood), A	149.51	80.75	0.308
Kayu lapis (Plywood), B	175.86	-	0.323
Kayu lapis (Plywood), C	225.46	-	0.340
Kayu lapis (Plywood), D	-	50.97	-
Papan sambung (Jointing board), A	152.29	-	0.604
Papan sambung (Jointing board), B	252.61	-	0.585
Papan partikel (Particleboard)	128.38	-	0.28
Komponen perumahan (Housing component)	56.03	-	-
Lis gambar (Picture frame)	-	9.15	0.08
Hasil pengerjaan kayu (Wood working), A	243	-	0.26
Hasil pengerjaan kayu (Wood working), B	178.11	-	-
Hasil pengerjaan kayu (Wood working), C	-	80.56	0.30
Korek api dan supit (Matches and chopstick)	162.87	-	-
Kayu hasil gergajian (Sawn timber), A	55.87	-	-
Kayu hasil gergajian (Sawn timber), B	95.80	-	-
Kayu hasil gergajian (Sawn timber), C	34.25	-	-

Tabel 2. Rendemen beberapa produk industri kayu

Table 2. Recovery of several wood products

Jenis produksi (Kind of production)	Rendemen (Recovery), %
Kayu lapis (Plywood), A	50.22
Kayu lapis (Plywood), B	45.05
Kayu lapis (Plywood), C	36.50
Kayu lapis (Plywood), D	46.23
Komponen perumahan (Housing component)	81.03
Papan partikel (Particleboard)	114.29
Papan sambung (Jointing board), A	19.53
Papan sambung (Jointing board), B	22.03
Korek api dan supit (Matches and chopstick)	50.00
Kayu hasil gergajian (Sawn timber), A	45.43
Kayu hasil gergajian (Sawn timber), B	46.60

Tabel 3. Jenis kayu yang digunakan pada beberapa industri kayu

Table 3. Utilization of wood species by wood industries

Jenis produksi (Kind of production)	Nama jenis kayu (Name of wood species)
Kayu lapis (Plywood)	Meranti, merbau, terentang, pulai, jelutung, durian burung, keruing
Papan sambung (Jointing board)	Sengon
Papan partikel (Particleboard)	Karet
Komponen perumahan (Housing component)	Meranti
Lis gambar (Picture frame)	Ramin
Hasil pengerjaan kayu (Wood working)	Jati, perupuk, keruing, jelutung, Pulai sungkai, meranti, ramin
Korek api dan supit (Matches and chopstick)	Tusam
Penggergajian kayu (Sawn timber)	Jati, perupuk, ramin, meranti, jelutung, merbau, keruing, ramin

Tabel 4. Konversi solar menjadi listrik diesel pada 3 tingkat efisiensi
Table 4. Conversion of diesel fuel to diesel electricity on 3 levels efficiencies

Jenis produksi (Kind of production)	Solar (Diesel)	Listrik diesel (Diesel electricity)		
		Efisiensi (Efficiency)		
		20 %	30 %	40 %
Kayu lapis (Plywood), A	80.75	160.6	240.90	321.20
Kayu lapis (Plywood), D	50.97	101.37	152.06	202.74
Lis gambar (Picture frame)	9.15	18.20	27.30	36.40
Hasil pengerjaan kayu (Wood working)	80.56	160.23	240.34	320.45
Kayu hasil gergajian (Sawn timber)	14.23	28.30	42.45	56.60

Keterangan (Remarks) : 1 liter solar (1 litre of diesel fuel) = 35.8 MJ, 1 kwh = 3.6 MJ

Tabel 5. Biaya pemakaian solar dan listrik PLN per m³ produksi
Table 5. Cost of diesel fuel and PLN electricity per m³ production

Jenis produksi (Kind of production)	Biaya solar (Diesel cost)	Biaya listrik PLN (Diesel electricity)
Kayu lapis (Plywood), A	30685	17107 - 28292
Kayu lapis (Plywood), D	19369	17105 - 28292
Lis gambar (Picture frame)	3477	3023
Hasil pengerjaan kayu (Wood working)	30613	19714 - 27036
Kayu hasil gergajian (Sawn timber)	5407	6091 - 8430

Keterangan (Remarks) : Harga solar Rp. 380,-/l (Diesel fuel price Rp. 380,-/liter)
 Biaya listrik PLN pada WBP Rp.133,50,- dan LWBP Rp.88,- (PLN electricity cost at peak load (WBP) was Rp. 133.50 and normal load (LWBP) was Rp.88,-)

Tabel 6. Persentase konsumsi limbah kayu untuk energi per m³ produksi
Table 6. Percentage of wood waste consumption for energy per m³ production

Jenis produksi (Kind of production)	Total konsumsi energi (Total of energy consumption)	Energi limbah kayu (Wood waste energy)	
	KJ	KJ	%
Kayu lapis (Plywood), A	4388	3850	87.77
Kayu lapis (Plywood), B	4671	4038	86.44
Kayu lapis (Plywood), C	5170	4250	82.21
Papan sambung (Jointing board), A	8098	7550	93.23
Papan sambung (Jointing board), B	8222	7313	88.94
Papan partikel (Particleboard)	3962	3500	88.34
Lis gambar (Picture frame)	1328	1000	75.30
Hasil pengerjaan kayu (Wood working), A	4125	3250	78.79
Hasil pengerjaan kayu (Wood working), B	6634	3750	56.53

Tabel 7. Jumlah limbah kayu yang tersisa
Table 7. The volume of unutilized wood waste

Jenis produksi (Kind of production)	Rendemen (Recovery) %	Konsumsi (Consumption) %	Limbah sisa (Unutilized waste) %
Kayu lapis (Plywood), A	47,78	15,47	33,31
Kayu lapis (Plywood), B	54,97	14,55	40,40
Kayu lapis (Plywood), C	64,50	12,41	52,09
Papan sambung (Jointing board), A	80,47	11,80	68,67
Papan sambung (Jointing board), B	77,97	12,89	65,04

Konsumsi energi papan sambung A 152,61 kwh dan papan sambung B 252,61 kwh. Perbedaan ini selain disebabkan oleh skala produksi dimana industri papan sambung A termasuk industri golongan besar sedang pabrik B termasuk golongan kecil. Selain itu pada pabrik ini terdapat penggunaan kapasitas daya mesin melebihi kebutuhan seperti motor yang digunakan pada pengeringan 5 kVA padahal cukup dengan menggunakan kapasitas 1,5 kVA (Anonim, 1990).

Konsumsi energi pada industri hasil pengerjaan kayu A yaitu 243 kwh per m³ produksi dan pada industri B angkanya lebih rendah yaitu 178,11 kwh. Perbedaan konsumsi energi ini kemungkinan disebabkan oleh teknik pengelolaan ketenagakerjaan yang relatif masih kurang efisien pada pabrik A.

Konsumsi energi PLN per m³ produk kayu gergajian menunjukkan angka yang berbeda pula. Pada penggergajian A konsumsinya 55,87 kwh, pada industri B 95,80 kwh dan industri C angka konsumsinya paling rendah yaitu 34,25 kwh. Perbedaan konsumsi antara A dan C lebih disebabkan oleh perbedaan penggunaan diameter kayu sedang industri penggergajian C disebabkan pengelolaan pemesinan yang relatif kurang baik misalnya mesin dibiarkan hidup pada waktu penggantian jam kerja, daya mesin lebih besar daripada kebutuhan operasionalnya dan lain-lain.

B. Konsumsi Energi Solar

Pada Tabel 1 tercantum 5 pabrik yang menggunakan energi solar sebagai sumber energi yaitu industri kayu lapis A, kayu lapis D, lis gambar, hasil pengerjaan kayu C. Penggunaan solar pada industri ini sehubungan dengan pemeliharaan mesin diesel, reduksi biaya listrik PLN terutama pada bahan puncak, belum tersedia saluran listrik PLN di daerah tertentu, fluktuasi saluran listrik dan daya listrik yang belum mencukupi.

Pada Tabel 4 tercantum konsumsi energi solar per m³ produksi yang dikonversi menjadi listrik diesel pada efisiensi 20%, 30% dan 40%. Pada tingkat efisiensi 30% konversi solar menjadi listrik diesel menunjukkan angka listrik diesel relatif sama dengan konsumsi listrik PLN pada Tabel 1. Sebagai contoh konsumsi listrik diesel per m³ produksi pada kayu lapis sebesar 240,90 kwh relatif sama dengan konsumsi listrik PLN yaitu 255,46 kwh, pada kayu gergajian konsumsi listrik diesel ini pada tingkat efisiensi 30-40% menunjukkan kisaran angka yang sama dengan konsumsi listrik PLN yaitu 34,25 - 55,87 kwh.

Pada Tabel 5 tercantum biaya pemakaian solar dan listrik PLN per m³ produksi dengan asumsi pemakaian listrik PLN biayanya dihitung pada beban puncak (WBP) selama 12 jam dan biasa (LWBP) 12 jam.

Biaya pemakaian energi solar per m³ produksi menunjukkan biaya yang lebih besar dari listrik PLN. Pada Tabel 5

terlihat bahwa biaya pemakaian solar pada kayu lapis A sebesar Rp. 30.685 sedang biaya listrik PLN berkisar antara Rp 17.105 - 28.292,-. Demikian pula biaya solar pada lis gambar, hasil pengerjaan kayu dan kayu gergajian menunjukkan biaya yang lebih tinggi. Hal ini menggambarkan bahwa biaya produksi akan lebih tinggi menggunakan solar daripada listrik PLN. Dihubungkan dengan konservasi energi maka industri kayu tersebut disarankan untuk beralih ke listrik PLN agar menjadi industri yang hemat energi bahan bakar minyak dan hemat biaya.

C. Konsumsi Limbah Kayu

Limbah kayu pada setiap industri perkayuan digunakan sebagai bahan bakar konvensional pada tungku untuk pemanasan ketel uap, bejana air dan pembakaran langsung dalam satu rangkaian proses pengeringan dengan hasil uap panas, air panas dan udara panas. Konsumsi energi limbah per m³ produksi yang paling rendah 0,08 m³ pada industri lis gambar dan paling tinggi 0,604 m³ pada industri papan sambung. Penggunaan limbah pada industri lis gambar untuk pemanasan bejana air pada skala industri kecil dan pada industri papan sambung penggunaan limbah untuk pemanasan bejana uap pada skala industri besar.

Terdapat perbedaan konsumsi energi limbah kayu antara kayu lapis A, B dan C demikian pula antara papan sambung A dan D. Konsumsinya pada kayu lapis berkisar antara 0,308 - 0,340 m³ per m³ produksi dan pada papan sambung antara 0,585 - 0,604 m³ per m³ produksi. Pada umumnya perbedaan ini disebabkan karena isolator tungku yang relatif kurang sempurna sehingga menimbulkan penyebaran panas keluar dari tungku. Kemungkinan lainnya dari perbedaan ini adalah kandungan kadar air kayu yang tidak sama. Makin besar kadar air kayu cenderung makin banyak limbah kayu yang dikonsumsi pada proses pembakaran.

Pada Tabel 6 tercantum energi seluruhnya dan limbah kayu per m³ produksi dalam satuan KJ. Jumlah energi limbah kayu yang dikonsumsi pada industri kayu berkisar antara 56,53 - 93,23 % dari jumlah konsumsi energi yang diperlukan atau rata-rata 82 %. Hal ini berarti peran limbah kayu sebagai energi pada industri kayu cukup besar karena sisanya 12 % diambil dari sumber energi listrik atau solar. Bila jumlah konsumsi energi limbah ini dikonversi ke solar maka setara dengan 119 liter solar. Adanya penggunaan energi limbah pada industri kayu dapat diasumsikan bahwa industri kayu tersebut tergolong industri yang relatif sedikit menggunakan energi komersial atau dengan perkataan lain industri tersebut telah membantu pemerintah dalam menerapkan penghormatan bahan bakar minyak.

Berdasarkan rendemen produksi pada Tabel 2 maka jumlah limbah yang dikonsumsi untuk energi dan limbah

yang masih tersisa dapat diketahui dan ini tercantum pada Tabel 7. Jumlah limbah kayu yang sisa pada industri kayu lapis berkisar antara 0,33-0,52 m³ dan pada industri papan sambung rata-rata sekitar 0,67 m³ per m³ produksi. Dengan demikian konsumsi limbah kayu yang digunakan untuk energi berkisar antara 67-85 % dari jumlah limbah yang tersedia untuk setiap jenis produk industri kayu.

Potensi limbah kayu 0,33-0,52 m³ setara dengan 4,0 - 6,5 GJ, dikonversi ke energi listrik setara dengan 1,11 - 1,81 MWh. Apabila potensi ini dikonversi dengan teknik gasifikasi dengan baik pada tingkat efisiensi 20 % maka energi listrik yang dapat dimanfaatkan berkisar antara 222 - 362 kwh.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Konsumsi energi listrik PLN pada pabrik kayu lapis berkisar antara 149,51 - 255 kwh/m³, papan sambung 152,29 dan 255,46 kwh/m³, papan partikel 123,33 Kwh/m³, komponen perumahan 56,03 kwh/m³, hasil pengerjaan kayu 178,11 dan 243 kwh/m³, korek api dan supit 182,87 kwh/m³ dan penggergajian kayu antara 34,25 - 95,80 kwh/m³.
2. Konsumsi energi solar pada kayu lapis 50,97 l/m³ dan 80,75 l/m³, lis gambar 9,15 l/m³ dan hasil pengerjaan kayu 80,56 l/m³
3. Konsumsi energi limbah pada pabrik kayu lapis antara 0,308 - 0,34 m³/m³, papan sambung 0,585 dan 0,604 m³/m³, papan partikel 0,23 m³/m³, hasil pengerjaan kayu 0,26 dan 0,30 m³/m³
4. Penggunaan energi limbah kayu mencapai 82% dari jumlah konsumsi energi yang diperlukan untuk setiap produk kayu. Jumlah limbah kayu yang dikonsumsi

untuk energi per m³ produksi berkisar antara 67 - 85 % dari limbah yang tersedia.

SARAN

1. Upaya penghematan energi listrik PLN masih diperlukan pada pabrik kayu lapis C, papan sambung B, hasil pengerjaan kayu A dan kayu hasil gergajian B misalnya dengan mengkaji pengelolaan ketenagakerjaan dan keefektifan kapasitas daya pemesian.
2. Disarankan agar pabrik yang masih menggunakan energi solar yaitu pabrik kayu lapis A, kayu lapis D, lis gambar dan hasil pengerjaan kayu C beralih ke pemakaian energi listrik PLN karena biaya energi solar lebih mahal dari pada energi listrik PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987. Regional energy development project of West Java. Direktorat Jendral Energi Baru, Jakarta (Tidak diterbitkan).
- , 1987. Gasification of the main agricultural residues for power generation in Thailand. Rural Energy in the Asia-Pacific Region. Rapa Buletin 1987. FAO. Bangkok
- , 1990. Diskusi dengan PT Basuki sebagai suplyer steamboiler dan kilndrying. Jakarta.
- Kartasasmita, G. 1991. Sambutan Menteri Pertambangan dan Energi selaku ketua KNI - WEC. Hasil-hasil Lokakarya Energi, Jakarta.
- Nasendi B.D. 1987. Pengembangan energi biomas kehutanan di Indonesia. Hasil-hasil Seminar Energi Nasional II KNI-WEC. Jakarta