

HASIL AUDIT ENERGI DI INDUSTRI TEKSTIL

Achmad Hasan

Pusat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

e-mail: a_hasan@webmail.bppt.go.id,hasan_bppt@yahoo.com

Abstract

Energy audit is one way to plan for optimizing the supply and use of energy needed by the industry. Portrait of the use of electrical energy used in textile industry supplied from PT.PLN (Persero) with the power contract for 23000 kVA and POJ Power (Mini Hydro Power Plant, Jatiluhur) with installed capacity of 5800 kVA. Especially for electric energy supplied from POJ Power, status of electricity continues to be a contract with the manager of POJ Power Jatiluhur. Based on the results of measurement of power quality with PQA Hioki 3197 is as described in the previous section, it can be seen that: (a) Voltage magnitude at some of the panel is high (about 250 V), (b) The power factor is very low, (c) Generally, voltage and current THD (Total Harmonic Distortion) is very high.

Kata kunci: energi, listrik, penghematan, filter harmonik, faktor daya

1. PENDAHULUAN

Energi adalah salah satu komponen penting dalam menunjang produksi di suatu perusahaan atau industri. Penggunaan teknologi yang memanfaatkan energi secara efisien dan optimal dalam proses produksinya sangat berpengaruh terhadap biaya operasional. Salah satu langkah penting dalam upaya penghematan energi adalah melakukan audit energi yang merupakan suatu usaha untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai situasi pemakaian energi dari suatu sistem/fasilitas yang mengkonsumsi energi.

Audit energi merupakan salah satu cara untuk merencanakan optimalisasi penyediaan dan pemanfaatan energi yang dibutuhkan oleh industri, baik untuk industri kecil maupun menengah. Selain itu untuk mengoptimalkan alokasi energi dalam proses penciptaan nilai tambah dengan tujuan dapat dijadikan dasar dan pola perencanaan energi sektoral di industri yang bersifat dinamis dan terpadu sebagai bahan penyusunan strategi pengembangan energi, baik untuk jangka pendek, menengah maupun jangka panjang. Suatu industri yang peralatan produksi utamanya mengkonsumsi energi terbesar merupakan industri yang padat energi. Dengan semakin ketatnya persaingan antara industri yang sejenis dalam pemasaran produknya, maka peningkatan kemampuan daya saing dapat diperoleh dari keselarasan harga produk dengan kualitasnya menurut konsumen. Terus meningkatnya harga energi mengakibatkan keselarasan tersebut mem-beratkan konsumen.

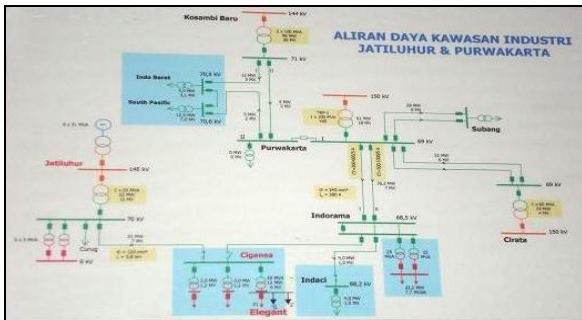
Tujuan dari audit energi ini adalah (H. Pape, 1999) untuk mengidentifikasi dan menghitung konsumsi energi secara rinci dari peralatan energi utama, mengetahui neraca pemakaian energi, efisiensi peralatan konversi energi, konsumsi energi spesifik, serta sumber-sumber pemborosan energi guna mendapatkan langkah-langkah penghematan energi yang layak untuk dilaksanakan. Untuk melakukan audit energi ini diperlukan data rancangan unit proses seperti process flowsheet, P&ID diagram, spesifikasi instrumentasi, dan manual operation, alat ukur. Metodologi dan tahapan dalam pelaksanaan audit energi ini antara lain: menetapkan sasaran dan lingkup audit, pengumpulan data, identifikasi lokasi pengukuran, menentukan parameter dan titik ukur, pengolahan dan analisis data (primer maupun sekunder), pembuatan laporan (data, analisis dan evaluasi) yang bersifat terbatas termasuk di dalamnya kesimpulan dan rekomendasi tentang langkah-langkah yang diperlukan dalam usaha penghematan energi dalam bentuk implementasi penghematan, serta mempresentasikan hasil audit energi kepada pihak manajemen dan staf pengelola energi di perusahaan. (A. Herman, 2003).

2. BAHAN DAN METODE

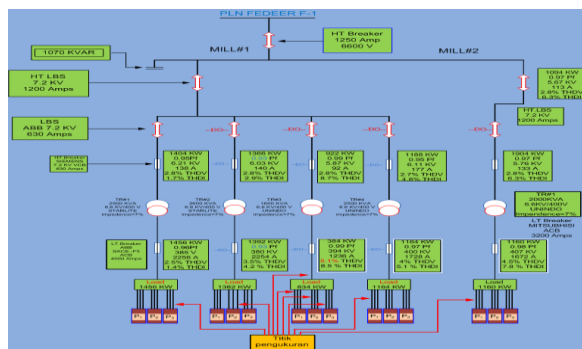
2.1. Sistem Kelistrikan

Sumber energi yang digunakan pada industri ini seluruhnya berasal dari energi listrik yang dipasok oleh PT. PLN (Persero) dengan

kapasitas daya terpasang 23.000 kVA dan POJ Power (Proyek Otoritas Jatiluhur) dengan daya terpasang 5800 kVA (3 phase, 6300 Volt, 50 Hz, 630 Amp). Khusus untuk energi listrik yang dipasok dari POJ Power, status listriknya masih bersifat kontrak dengan pengelola POJ Power Jatiluhur. Single line diagram aliran daya POJ Power dan pasokan dari PT. PLN (Persero) seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Single line diagram POJ Power



Gambar 2. Single line diagram sistem kelistrikan

2.2. Kualitas Daya

Berdasarkan sumber (WEC, 2001) parameter kualitas daya yang menjadi perhatian dalam melaksanakan audit energi adalah sebagai berikut.

Faktor daya merupakan pergeseran fasa antara tegangan dan arus, yang didapatkan dari perkalian bilangan kompleksnya. Faktor daya dapat bersifat *leading* (arus mendahului tegangan) dan dapat juga *lagging* (arus tertinggal dari tegangan). Faktor daya *leading* disebabkan oleh beban yang bersifat kapasitif dan *lagging* karena beban induktif. Faktor daya yang rendah dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada saluran, tidak optimalnya kontrak daya (kVA) dan biaya tambahan akibat denda faktor daya.

Harmonik tegangan, merupakan gelombang distorsi yang merusak bentuk gelombang fundamental (sinusoidal) tegangan, sehingga bentuk gelombang tegangan menjadi buruk (tidak sinusoidal murni). Harmonik tegangan ini dapat

menyebabkan terjadinya pemanasan dan kualitas operasi yang buruk pada kinerja peralatan.

Harmonik arus merupakan gelombang distorsi yang merusak bentuk gelombang fundamental (sinusoidal) arus, sehingga bentuk gelombang arus menjadi buruk (tidak sinusoidal murni). Penyebab utama timbulnya harmonik adalah adanya peralatan listrik yang bersifat non linier, seperti komputer, inverter, UPS, DC Drive dan battery charger. Adanya harmonik arus ini dapat menyebabkan beberapa kerugian pada peralatan di antaranya *overheating*, penurunan *life time* peralatan dan rugi-rugi energi.

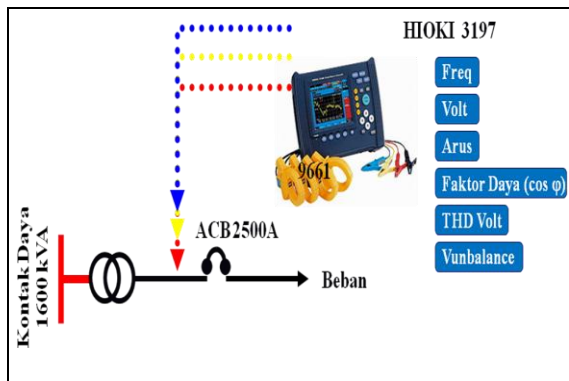
Fluktuasi tegangan, merupakan rentang perubahan tegangan maksimum dan minimum. Besarnya tegangan sangat berpengaruh terhadap pengoperasian suatu peralatan. Apabila tegangan yang dipasok ke beban melebihi tegangan nominalnya maka akan terjadi *over voltage* dan kemungkinan terjadinya gradien tegangan lebih besar, dan bisa menyebabkan *discharge*. Sebaliknya bila tegangannya rendah jauh melebihi tegangan nominalnya, akan berakibat terhadap tidak berfungsinya peralatan listrik dengan baik, dan juga dapat menyebabkan arus lebih. Fluktuasi tegangan menunjukkan karakteristik fluktuasi beban konsumen, semakin rendah fluktuasi tegangan menunjukkan kondisi beban cukup baik.

Ketidakseimbangan tegangan, merupakan prosentase perbedaan tegangan antar fasa. Ketidakseimbangan tegangan terjadi apabila tegangan tiap fasa mempunyai besar dan sudut tegangan yang tidak standar, sehingga tegangan antara fasa tidak sama. Ketidak seimbangan tegangan sangat berpengaruh terhadap beban tiga fasa seperti motor dan trafo. Hal ini akan menyebabkan kenaikan temperatur, rugi-rugi panas dan energi serta penurunan kemampuan operasi.

Ketidakseimbangan arus beban. Idealnya arus masing-masing fasa sebaiknya sama besar. Bila arus fasa tidak seimbang, maka akan berakibat terhadap pemanasan peralatan terutama pada transformator dan motor.

2.3. Metode Pengukuran

Metode pengukuran frekuensi, tegangan, arus, faktor daya, THD (*Total Harmonic Distortion*) tegangan, THD arus dan ketidakseimbangan tegangan di Mill#1 trafo 3 panel 3 pada masing-masing fasa dengan alat ukur PQA (*Power Quality Analyzer*) HIOKI 3197 seperti diperlihatkan pada gambar di bawah.

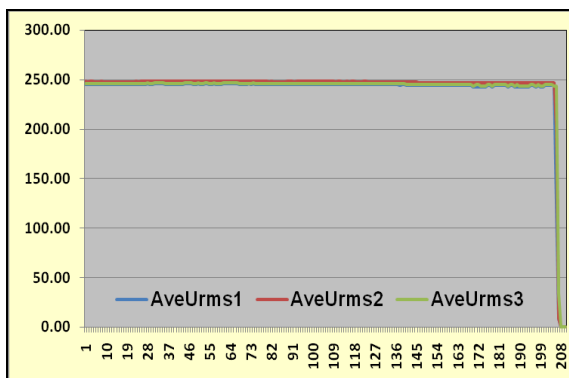


Gambar 3. Titik pengukuran Mill#1 Trfo3 panel 3

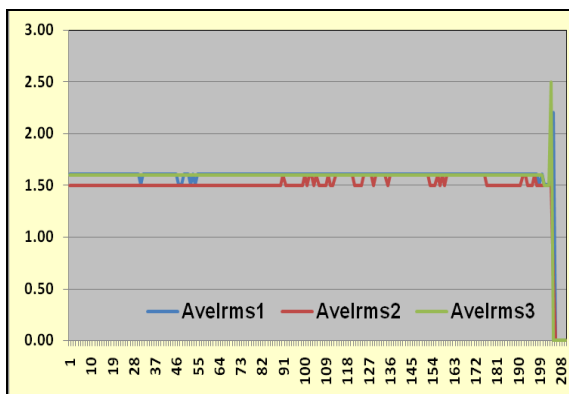


Gambar 4. Titik pengukuran pada trafo

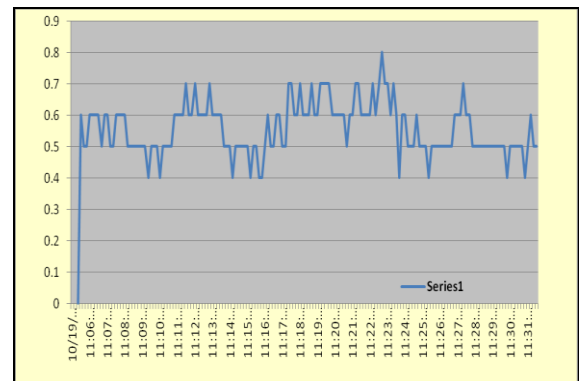
2.4. Hasil Pengukuran



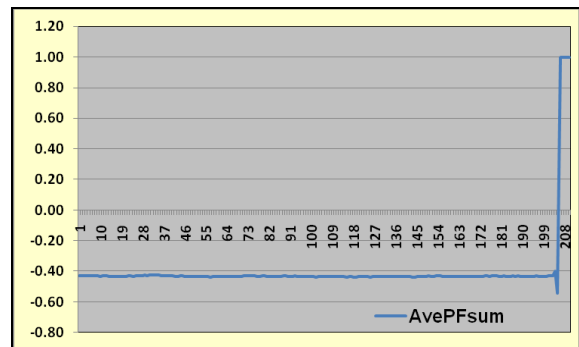
Gambar 5. Grafik tegangan fasa RST



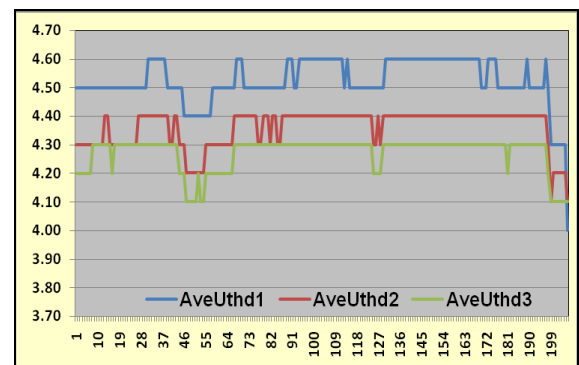
Gambar 6. Grafik arus fasa RST



Gambar 7. Grafik ketidakseimbangan tegangan



Gambar 8. Grafik faktor daya ($\cos\phi$)



Gambar 9. Grafik THD tegangan

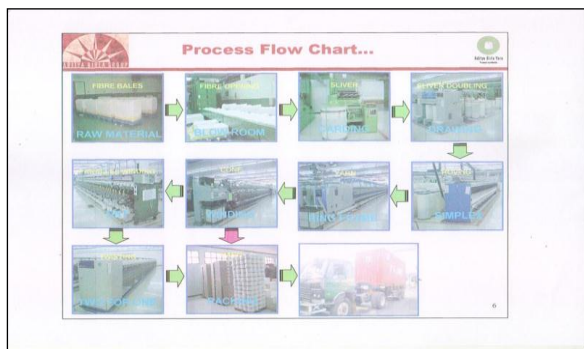


Gambar 10. Tampilan hard copy THD arus

2.5. Proses Produksi

Proses produksi pada industri tekstil untuk menghasilkan berbagai macam benang dengan

menggunakan kapas sebagai bahan baku, semuanya didatangkan dari dalam dan luar negeri. Industri menjadikan proses *spinning* sebagai ujung tombak pemegang kualitas tinggi untuk perkembangan industri yang memproduksi benang. Diagram alir proses produksi seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir proses produksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan pada hasil pengukuran kualitas daya dengan PQA HIOKI 3197 seperti yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka dapat dilihat bahwa telah terjadi ketidakseimbangan beban dilihat dari tegangan dan arus, magnitude tegangan berfluktuasi pada fasa R, S dan T bahkan tegangan mencapai 250 V, faktor daya sangat buruk yaitu berkisar 0.40, nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan di bawah batas toleransi 5% dan ketidakseimbangan tegangan di bawah batas toleransi (2,5%).

3.2. Analisis Data Potensi Penghematan Energi

Dari survei dan pengamatan serta diskusi yang dilakukan di perusahaan, ada beberapa peluang potensi untuk penghematan yang bisa dilakukan seperti dijelaskan berikut ini. (JICA and ECCJ, 2002).

Hasil pengukuran harmonik di Mill #1 trafo 3 panel 3, menunjukkan bahwa ketidakseimbangan tegangan berada di bawah batas toleransi (2,5%), THD tegangan di bawah batas toleransi 5%, serta magnitude tegangan berfluktuasi bahkan mencapai 250 V. Hal ini berdampak pada mesin-mesin akan cepat panas dan juga akan menimbulkan rugi-rugi. Munculnya harmonik ini juga akan membuat peralatan elektronik seperti *inverter* yang digunakan di industri cepat rusak. Disarankan untuk memasang filter harmonik pada Mill #1 trafo 3 panel 3. Karena pemasangan filter harmonik

dapat memberikan penghematan sebesar 20%, tetapi dalam analisis disini hanya 10% penghematan saja yang akan dipertimbangkan. Seperti telah diberikan pada bagian sebelumnya bahwa daya aktual mesin benang adalah antara 100 sampai 120 kVA, dan bila diasumsikan efisiensi mesin 90%, maka rugi-rugi (*losses*) akan menjadi $12 \times 0,7 = 8,4$ kW. Bila filter harmonik berkapasitas 50 kVAr dipasang, maka penghematan energi yang diperoleh dalam satu jam adalah sebesar $8,4 \times 0,1 \times 1 = 0,84$ kWh, atau 7.257,6 kWh per tahun. Apabila pada Mill #1 trafo 3 panel 3 dilengkapi 2 unit filter harmonik (harga energi Rp. 440,- per kWh), maka keseluruhan penghematan yang diperoleh adalah 14.515,2 kWh per tahun atau Rp. 6.386.688,- dalam setahun dari energi yang dikonsumsi sebesar 145.152 kWh per tahun atau Rp. 63.866.880,- per tahun. Dengan perkiraan investasi sebesar Rp. 20.000.000,- akan memberikan *Pay Back Period* (PBP) 3,1 tahun.

Penggantian *ballast* lampu penerangan dari penggunaan *ballast* biasa menjadi *ballast* elektronik khususnya pada ruang kantor, *workshop* yang jumlahnya kurang lebih 100 titik lampu perlu juga dilakukan. Perubahan dari *ballast* konvensional ke *ballast* elektronik untuk lampu TL 36/40 watt, didapatkan selisih konsumsi daya sebesar 12 watt, dengan demikian didapatkan potensi penghematan sebesar 1.200 watt. Bila lampu tersebut digunakan selama 10 jam per hari, maka didapatkan potensi penghematan energi sebesar $12 \text{ watt} \times 10 \text{ jam} \times 100 \text{ unit} \times 22 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} = 3.168 \text{ kWh}$. Bila harga energi Rp. 605,- per kWh, maka didapatkan potensi penghematan biaya sebesar Rp. 1.916.640,-. Penggantian *ballast* pada masing-masing lampu bila *ballast* lampu yang bersangkutan rusak. Dengan investasi sebesar Rp. 3.833.280,- maka akan diperoleh *Pay Back Period* (PBP) 2 tahun.

Salah satu cara untuk mengontrol penggunaan energi adalah dengan menggunakan EMS (*Energy Management System*). (C.B. Smith, 1981). Industri seperti ini dapat menggunakan EMS tipe standar dengan 6 titik monitoring. Investasi peralatan ini sekitar Rp 85.000.000,-. Bila peralatan ini dapat memonitor sistem operasi perusahaan sehingga dapat menghindari sebagian pemakaian energi listrik pada WBP (Waktu Beban Puncak). Diasumsikan, saat ini penggunaan energi saat beban puncak adalah 230.000 kWh/bulan. Bila dengan pemasangan EMS dapat mengurangi penggunaan energi pada WBP (asumsi: 15%), maka biaya energi listrik rata-rata yang dapat dihemat dalam sebulan adalah $0,15 \times 230.000 \text{ kWh} = 34.500 \text{ kWh}$ per bulan. Berdasarkan TDL

Tahun 2010, harga energi listrik untuk jenis tarif I3 adalah LWBP = Rp. 680,- per kWh dan WBP = k x Rp. 680,- per kWh. Dengan demikian potensi penghematan yang dapat diperoleh dengan cara ini adalah : 34.500 kWh x (Rp. 952,- – Rp. 680,-) = Rp. 9.384.000,- per bulan atau sebesar Rp. 56.304.000,- per tahun, maka akan diperoleh *Pay Back Period* (PBP) 1,5 tahun.

Keuntungan lain yang diperoleh dengan pemasangan EMS ini adalah dapatnya dilakukan beberapa hal antara lain identifikasi rugi-rugi energi (*identifying energy losses*), penyeimbangan pembebanan energi *online* (*online energy balancing*), perhitungan pembiayaan energi per unit *output* secara akurat, identifikasi potensi penghematan energi dengan perbaikan proses (*fine-tuning processes*), dan sebagai sarana verifikasi kuantitatif pencapaian penghematan energi setelah instalasi EMS.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Potret penggunaan energi yang digunakan pada perusahaan adalah sebagai berikut. Pertama, kebutuhan energi listrik dipasok dari 2 (dua) sumber, yaitu dari PT. PLN (Persero) dengan kontrak daya sebesar 23.000 kVA dan POJ Power dengan kontrak daya sebesar 5.800 kVA, dengan total konsumsi energi listrik sebesar rata-rata sebesar 65.857.671 kWh per tahun. Kedua, tegangan kerja kurang bagus yaitu antara 240 - 250 Volt, juga ketidakseimbangan tegangan masih rendah yaitu < 2,5%. Rata-rata THD tegangan adalah 2% dan ini dapat dinyatakan kurang baik. Faktor daya sangat buruk yaitu mencapai 0,40.

Tabel 1. total konsumsi energi listrik

No	Langkah - Langkah Penghematan Energi	Konsumsi Energi Listrik		Potensi Penghematan Energi				Biaya Sedang	PBP (thn)
		kWh/hn	Rp/thn	kWh/thn (listrik)	% kWh	Rp/thn	%		
1.	Pemasangan filter harmonik untuk 2 unit masing-masing berkapasitas 100-120 kVA	145,152	63.866,80	14,515,20	10	6.386,688	10	20.000,000	3,1
2.	Penggantian ballast elektronik untuk 100 unit	3.168	1.916,640	411,84	13	249,163	13	3.833,280	2
3.	Pemasangan EMS di 6 titik monitoring	414,000	56.304,000	62,100,000	15	8.445,600	15	85.000,000	1,5
	Total	562,320	122,087,520	77,027,040		15,081,451		108.833,280	

Seperti tercantum pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa total konsumsi energi listrik per tahun sebesar 562.320 kWh atau setara dengan Rp. 122.087.520,- dan potensi penghematan energi listrik per tahun sebesar 77.027 kWh atau setara dengan Rp. 15.081.451,-. Didapat total penghematan per tahun sebesar 13,7%.

Terdapat beberapa potensi penghematan energi yang dapat diidentifikasi pada perusahaan, antara lain pemasangan filter harmonik pada Mill #1 untuk menghindari terjadinya panas tinggi pada mesin-mesin dan peralatan elektronik serta untuk mengurangi rugi-rugi (*losses*), penggantian ballast konvensional ke ballast elektronik untuk lampu TL, pemasangan alat monitoring EMS (*Energy Management System*) dan optimasi kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada beberapa *incoming feeder* transformator.

Dari hasil pengamatan lapangan, pengumpulan dan analisis data yang dilakukan serta kalkulasi terhadap beberapa peralatan pengguna energi utama, terdapat banyak peluang penghematan/ konservasi energi yang dapat dilakukan. Dalam waktu yang relatif singkat, analisis peluang konservasi energi tidaklah dapat dilakukan pada semua peralatan dan proses. Untuk itu improvisasi dan usaha internal haruslah dilakukan dengan berkesinambungan, sehingga proses optimal dan penggunaan energi yang efisien dapat dilakukan sendiri oleh perusahaan. Tabel 1 merupakan ringkasan peluang konservasi energi yang dapat dilakukan dan perkiraan nilai penghematan energi dan biaya serta nilai investasi yang diperlukan

DAFTAR PUSTAKA

- Herman A, et al., 2003. *Hasil Audit Energi Direct Reduction Plant*. UPT-LSDE, Puspipstek, Serpong, Tangerang.
- JICA and ECCJ, 2002. *Energy Efficiency and Conservation*. Textbook, Page 2 of 5, Japan.
- Pape, H., 1999. *Captive Power in Indonesia: Development in the Period 1980 – 1997*. The World Bank.
- Smith, C.B., 1981. *Energy Management Principles*. Pergamon Press, UK.
- WEC, 2001. *Energy Efficiency Policies and Indicators*. Report by the World Energy Council, Australia.