

MANAJEMEN KONSERVASI ENERGI LISTRIK MELALUI PENDEKATAN *FINANCIAL ASSESSMENT* PADA PT XYZ

ELECTRICAL ENERGY CONSERVATION MANAGEMENT THROUGH FINANCIAL ASSESSMENT APPROACH AT PT XYZ

Ajen Mukarom¹, Abdul Kohar Irwanto², dan Armansyah H Tambunan³

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Manajemen
Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
Pos-el: mukaromajen@gmail.com

²Departemen Manajemen Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB

³Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

ABSTRACT

This research discusses the implementation of electrical energy conservation management at PT XYZ. The method used in this research utilizes measurement, survey, and interview. The data analysis includes descriptive analysis, Energy Consumption Intensity (IKE) measurement, identification of energy saving opportunities, and financial assessment analysis approach. The results of this research show that the usage level and electrical energy cost and IKE value on PT XYZ during 2012 fluctuated but they tend to decline, the electricity quality of cos phi, electrical current unbalance, electrical frequency, voltage and current harmonic are still quite good. However, the maximum value of electrical current unbalance exceeds the standard value, mainly in TR2/AC. Based on the observation and measurement on the Overall Thermal Transfer Value, ventilating and air conditioning, and building illumination areal system are suitable to the Indonesia National Standards (SNI). However, there are several ways to achieve the electrical energy conservation in ventilating and air conditioning, and lighting systems.

Keywords: *Electrical energy conservation, Electrical energy audit, Electrical energy efficiency*

ABSTRAK

Penelitian ini membahas penerapan manajemen konservasi energi pada PT XYZ. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah pengukuran, survei, dan wawancara. Analisis data meliputi analisis deskriptif, analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE), analisis peluang-peluang konservasi energi, dan analisis finansial peluang konservasi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penggunaan dan nilai IKE listrik pada PT XYZ, selama tahun 2012 mengalami fluktuasi, tetapi memperlihatkan kecenderungan menurun, aspek pengukuran terhadap kualitas kelistrikan yang terdiri dari nilai cos phi, ketidakseimbangan arus dan tegangan, frekuensi listrik, harmonisa tegangan, dan harmonisa arus masih dalam kondisi yang baik. Akan tetapi, nilai maksimum ketidakseimbangan arus melebihi nilai standar, terutama pada TR2/AC. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran terhadap nilai perpindahan panas menyeluruh, sistem tata udara dan sistem tata cahaya masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI. Walaupun telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), masih terdapat peluang-peluang konservasi energi pada sistem tata udara dan sistem tata cahaya gedung PT XYZ.

Kata kunci: Konservasi energi listrik, Audit energi listrik, Efisiensi energi listrik

PENDAHULUAN

Listrik merupakan bentuk energi yang memiliki peranan strategis sebagai penunjang produktivitas pada sektor pembangunan dan perekonomian. Pemakaian energi listrik harus bijaksana sehingga dapat digunakan secara produktif dan efisien. PLN adalah perusahaan negara penyuplai energi listrik yang sebagian besar produksinya disuplai dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Tindakan efisiensi penggunaan energi listrik harus direncanakan dengan baik agar biaya terhadap penggunaan energi listrik ini dapat diminimalisasi.

Salah satu bentuk upaya dalam mengefisienkan penggunaan energi listrik melalui manajemen konservasi energi adalah dengan melaksanakan audit energi. Audit energi dapat memberikan informasi detail mengenai penggunaan energi pada sebuah fasilitas sehingga dapat diperkirakan biaya penggunaan energi listrik dan potensi penggunaan energi terbesar.

PT XYZ merupakan badan usaha yang bergerak di bidang gas dan perminyakan dengan kegiatan bisnis *energy-intensive*. PT XYZ bertekad untuk mewujudkan kantor dengan predikat *green office*. PT XYZ juga telah mengubah visi yang dijabarkan secara jelas dalam misinya. Salah satu implementasi kebijakan tersebut adalah efisiensi energi. Sebagai pengguna energi, PT XYZ terus melakukan berbagai inisiatif efisiensi energi, misalnya menggalakkan efisiensi energi di kantornya sehingga pada tahun 2010–2012, efisiensi berhasil dilakukan sebesar 8,12 juta KWh. Target efisiensi energi PT XYZ, yakni 5% pada tahun 2010, 7% pada tahun 2011, dan 12,5% pada tahun 2013.

Walaupun PT XYZ dapat memenuhi target dalam efisiensi energi listrik, PT XYZ perlu menerapkan manajemen konservasi energi listrik. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan penggunaan energi listrik secara efisien dan rasional tanpa harus mengurangi kuantitas energi yang memang benar-benar dibutuhkan.¹ Hal ini dikarenakan, selain menyukseskan target dan sasaran nasional terkait konservasi energi dan emisi, kegiatan efisiensi energi juga menjadi salah satu indikator unjuk kerja kunci (*Key Performance Indicator*) dari sebuah perusahaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di PT XYZ pada bulan Februari 2013 sampai dengan Juni 2013. Penentuan lokasi penelitian ditentukan secara sengaja dengan pertimbangan bahwa PT XYZ merupakan lembaga yang bergerak di sektor bisnis energi yang terus mengalami perkembangan. PT XYZ juga telah menetapkan target-target efisiensi energi setiap tahunnya. Pada tahun 2013, PT XYZ menetapkan target efisiensi energi sebesar 12,5%. Namun, PT XYZ belum melakukan langkah-langkah konservasi energi listrik secara optimal sebagaimana yang dianjurkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Penelitian ini menggunakan jenis data primer dan data sekunder, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Data primer diperoleh melalui observasi, sedangkan data sekunder diperoleh dengan cara mempelajari literatur yang relevan dengan topik penelitian. Berdasarkan jenis dan sumber datanya, pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Pengumpulan Data Historis

Pengumpulan data historis konsumsi energi listrik yang dicatat selama ini oleh pihak pengelola dapat memberikan informasi berharga bagi peneliti untuk mengetahui variasi konsumsi dan kebutuhan energi listrik, serta untuk audit energi pendahuluan.

2) Pengukuran

Di samping pengumpulan data historis, pengawasan dan pengukuran secara langsung sangat diperlukan. Untuk mendapatkan data yang akurat, diperlukan seperangkat alat ukur. Di samping itu, perekaman data sangat penting untuk mengetahui kepatutan penggunaan energi listrik pada suatu peralatan, mengidentifikasi peralatan utama pengonversi energi, waktu operasi, kontribusi beban, dan konsumsi energi serta kualitas tegangan antara fase satu dengan fase yang lainnya. Yang perlu diukur secara *on-line* pada sistem kelistrikan adalah daya, faktor daya, dan konsumsi energi. Pada sistem tata udara, pengukuran dilakukan terhadap nilai OTTV, temperatur, kelembapan, dan performansi. Pada sistem tata cahaya, pengukuran dilakukan terhadap intensitas penerangan. Peralatan yang di-

gunakan terdiri dari *power factor analyzer*, *clamp on*, anemometer, dan *lux meter*.

3) Survei Lapangan

Survei dilakukan dengan cara mengidentifikasi jumlah, jenis, dan spesifikasi peralatan yang menggunakan energi listrik di gedung perkantoran PT XYZ.

4) Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap pemegang jabatan yang berkompeten dan merupakan pengambil keputusan di bidang energi.

Pengolahan dan analisis data menggunakan analisis deskriptif, analisis IKE, identifikasi peluang konservasi energi melalui pendekatan *financial assessment*. Analisis deskriptif merupakan metode analisis yang digunakan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran secara mendalam dan objektif mengenai objek penelitian. Dalam upaya membantu memaparkan, hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabulasi, gambar, matriks sesuai dengan hasil pengamatan. Analisis deskriptif juga dilakukan untuk mengkaji pelaksanaan program konservasi energi dan implementasi hasil-hasil audit energi listrik yang dilakukan oleh PT XYZ.

Perhitungan dan analisis Intensitas Konsumsi Energi listrik dilakukan dengan cara membandingkan energi yang digunakan selama satu tahun atau per bulan dengan luas bangunan gedung.² Kemudian, hasil perhitungan dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia. Apabila nilai IKE hasil pengukuran lebih besar dari IKE *benchmark*, penggunaan energi listrik semakin tidak efisien. Rumus untuk menghitung IKE adalah sebagai berikut.

$$IKE = \frac{\text{energi yang digunakan (kWh/tahun)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Sementara itu, perhitungan IKE listrik bulanan dapat dihitung dengan rumus:

$$IKE = \frac{\text{energi yang digunakan (kWh/bulan)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2)$$

Identifikasi peluang hemat energi akan dievaluasi berdasarkan pada kehilangan energi yang ditemukan, yang masih mungkin dikurangi dari segi pengoperasian, peralatannya atau mengubah metode perawatannya. Potensi penghematan

energi yang ditemukan dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu:

- 1) Tanpa biaya/biaya rendah (*no/low cost*), yaitu peluang penghematan energi yang bersifat *house keeping* perbaikan cara pengoperasian alat dan peningkatan kesadaran operator.
- 2) Biaya sedang (*medium cost*), yaitu peluang penghematan energi yang diperoleh melalui modifikasi sistem/peralatan dengan biaya sedang.
- 3) Biaya tinggi (*high cost*), yaitu peluang penghematan energi melalui modifikasi sistem proses dengan biaya tinggi.

Potensi penghematan merupakan hasil analisis IKE untuk selanjutnya dibandingkan dengan standar yang digunakan (SNI, BSN). Jika didapati IKE lebih besar dari IKE standar maka akan ada potensi penghematan.

$$\text{Potensi penghematan} = \frac{\Delta IKE \times \text{tarif listrik}}{12 \text{ bulan/tahun}} \quad (3)$$

Analisis *financial assessment* dilakukan untuk mengukur besarnya konsumsi energi dan biaya pemakaian energi penghematan energi. Pendekatan yang digunakan, yaitu *accounting based analysis*.³ Jumlah konsumsi energi dalam satuan kWh dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Konsumsi kWh per hari} \\ &= \frac{(\sum \text{watt} \times \text{jam penggunaan per hari})}{1000} \quad (4) \end{aligned}$$

Sementara itu, untuk menghitung biaya, digunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Biaya pemakaian listrik per bulan} \\ &= (\text{kWh} \times \text{TDL}) \times 30 \text{ hari} \quad (5) \end{aligned}$$

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di sektor minyak dan gas bumi yang dimiliki pemerintah Indonesia. Bangunan gedung PT XYZ berlokasi di Jln. Medan Merdeka Timur No. 6, Jakarta. Gedung PT XYZ mulai dioperasikan sejak tahun 1970. Bangunan gedung terdiri dari 17 lantai kantor, dua lantai dasar, dan satu lantai auditorium serta area pendukung yang terdiri dari area koridor dan area parkir. Fungsi utama gedung adalah sebagai gedung perkantoran.

Keseluruhan area gedung digunakan untuk kegiatan perkantoran.

Orientasi gedung PT XYZ menghadap ke arah barat. Luas lantai keseluruhan gedung adalah 35.841,9 m² dengan jumlah hunian (okupansi) gedung pada hari kerja rata-rata sekitar 1.005 orang, yang terdiri dari 567 orang karyawan *outsourcing* dan 438 orang karyawan PT XYZ. Pada waktu dilakukan audit, terdapat tiga lantai gedung yang sedang dilakukan renovasi sehingga tidak ada aktivitas pada tiga lantai tersebut. Jumlah staf yang bertanggung jawab atas pengelolaan gedung adalah 18 orang, yang bertugas di bidang keteknikan, termasuk pengelolaan energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Konsumsi Energi Listrik

Total penggunaan energi listrik di gedung PT XYZ pada tahun 2012 mencapai 5.354.300 kWh dengan nilai total biaya Rp4.263.466.750,00. Rata-rata penggunaan energi listrik 446.191 kWh per bulan dengan rata-rata biaya listrik bulanan Rp355.288.895,00. Tren konsumsi dan biaya yang dibayarkan untuk energi listrik pada tahun 2012 berfluktuasi, tetapi cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kegiatan yang dilakukan pada bulan-bulan tertentu, namun cenderung menurun pada akhir tahun.

Intensitas Konsumsi Energi

Apabila dilihat dari aspek IKE, penggunaan energi pada PT XYZ masih tergolong sangat efisien. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata IKE 12.45 kWh/m²/bulan. Nilai IKE yang ditetapkan oleh SNI 6390:2011 untuk ruangan yang dikondisikan adalah 8.5–14 kWh/m²/bulan². Oleh karena itu, gedung PT XYZ termasuk ke dalam kategori gedung perkantoran hemat energi.

Profil Beban Listrik Harian

Profil beban listrik menunjukkan bahwa terdapat ketidaksesuaian antara jam operasi gedung dengan jam operasi yang ditetapkan. Beban listrik pada Trafo 1 dan 2 mulai dinyalakan pada pukul 05.00 WIB dan dimatikan pada pukul 18.00 WIB, padahal jam kerja kantor adalah

pukul 07.00 sampai dengan 16.00. Antara jam masuk kerja dengan jam pengoperasian alat listrik serta waktu mematikan peralatan listrik, terjadi perbedaan dua jam. Nilai daya listrik maksimum pada Trafo 1 yang difungsikan sebagai penerangan dan power kontak terjadi pada pagi hari, yaitu dengan beban maksimum 542.600 watt dan beban minimum 151.300 watt terjadi pada pagi dini hari. Sementara itu, pada Trafo 2 yang difungsikan untuk AC, beban maksimumnya terjadi pada pukul 15.00 WIB dengan besar konsumsi energi 840.000 watt. Pada tahap ini, terdapat peluang konservasi energi dengan cara menggeser jadwal untuk menghidupkan peralatan yang dilakukan oleh petugas untuk Trafo 1 dan 2. Jadwal petugas kontrol dalam menghidupkan peralatan di ruang kerja pada jam masuk pegawai dimundurkan menjadi pukul 06.00 sehingga dapat meminimalisasi selisih antara jadwal jam kerja dengan jam nyala peralatan listrik. Dengan demikian, peluang penghematan energi dengan cara menggeser jam nyala selama satu jam adalah 8.247 kWh. Jumlah penghematan tersebut diperoleh dari hasil kali jumlah daya listrik yang dipakai rata-rata 275 kW x 30 hari. Jika asumsi harga energi listrik per kWh adalah Rp880,00, jumlah energi yang bisa dihemat tiap bulan adalah 8.247 kWh x Rp880,00 = Rp7.257.360,00 per bulan atau sebesar Rp87.088.320,00 per tahun.

Kualitas Kelistrikan

Untuk melihat profil beban dan kualitas kelistrikan telah dilakukan pengukuran terhadap panel listrik yang ada di PT XYZ. Dari pengukuran tersebut dihasilkan nilai cos phi 98%, ketidakseimbangan tegangan rata-rata <3%, nilai ketidakseimbangan arus rata-rata <20%, dan frekuensi 49,9–50,6 Hz. Besaran harmonisa tegangan pada tiap fassa dan harmonisasi arus masih dalam batas standar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas kelistrikan tergolong baik. Akan tetapi, nilai maksimum ketidakseimbangan arus dan nilai maksimum harmonisa sudah melebihi standar yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban terutama di TR2/AC. Ketidakseimbangan arus terjadi selama 12 jam karena terdapat beban satu fassa di fassa T.

Konservasi Energi pada Selubung Bangunan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap sistem selubung bangunan ditemukan hal-hal sebagai berikut.

1) Kaca Jendela

Radiasi matahari merupakan beban *thermal* eksternal bagi sistem tata udara sehingga sistem tata udara tidak dapat bekerja maksimal karena temperatur di dalam ruangan tinggi yang diakibatkan oleh radiasi matahari melalui kaca jendela. Untuk mengantisipasi hal tersebut PT XYZ telah memasang kaca film dan *shading* atau *overhang*.

2) Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Sistem tata udara pada gedung menggunakan 50–70% energi dari keseluruhan energi listrik yang digunakan dalam sebuah bangunan gedung perkantoran.⁴ Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung terdiri dari beban internal, yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni, serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban eksternal, yaitu panas yang masuk dalam bangunan yang diakibatkan oleh radiasi matahari, konduksi dan ventilasi/infiltrasi melalui selubung bangunan. Untuk mengurangi beban eksternal, SNI 6389: 2011 menentukan kriteria desain, yaitu *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) harus lebih kecil dari 35 Watt/m². Nilai OTTV tersebut diperoleh dengan mencari terlebih dahulu *Window to Wall Ratio* (WWR) bangunan gedung, seperti dalam Tabel 1.⁵

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai OTTV gedung sebesar PT XYZ 29.45 watt/m² (Tabel 2), nilai OTTV tersebut masih di bawah nilai standar SNI OTTV (<35 watt/m²). Hal ini dikarenakan keseluruhan gedung menggunakan kaca film dan juga terdapat *shading*

untuk menghalangi pancaran radiasi matahari. Penggunaan kaca film dan *shading* bertujuan untuk mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan tanpa mengurangi cahaya alami.¹ Sistem vegetasi yang ada saat ini juga sudah cukup baik sehingga nilai OTTV masih berada di bawah standar SNI. Sistem vegetasi penting untuk mengurangi temperatur udara pada sekitar gedung. Sistem vegetasi dapat dilakukan dengan cara penanaman tumbuhan dan/atau pembuatan kolam air di sekitar gedung.¹

Sistem Tata Udara

Profil daya sistem tata udara

Air Conditioner dinyalakan mulai dari pukul 05.00 sampai dengan pukul 16.00 WIB dengan sistem pengoperasian unit AC yang menggunakan *remote control* terpusat. Dari hasil pengamatan dan pengukuran, ditemukan bahwa pengoperasian unit AC pada gedung dilakukan dengan mode *cooling* pada *setting* temperatur 21°C.

Hasil pengukuran profil AC memperlihatkan bahwa pola operasi AC *split* di ruang kerja gedung PT XYZ mulai beroperasi dari pukul 05.00 dengan daya maksimum 840 Kw. Pengoperasian AC dilakukan secara manual, di mana bagian perawatan menyalakan AC setiap hari pada pukul 05.00 dan mematikannya pada pukul 16.00, dan sistem pemantauan dilakukan secara otomatis dari ruang kendali.

Kualitas kenyamanan *thermal*

Secara umum, sistem tata udara di gedung PT XYZ sudah memenuhi standar SNI 6390-2011 dengan temperatur berkisar antara 24–26°C dengan kisaran nilai kelembapan 56–65%. Tingkat kenyamanan *thermal* pada suatu ruangan sangat

Tabel 1. Nilai *Window to Wall Ratio* (WWR)

Orientasi Gedung	Luas (m ²)		WWR	SF (d disesuaikan dengan arah sisi bangunan)
	Jendela	Total		
K1	679	1836	0.37	243
K2	588	1836	0.32	130
K3	588	1836	0.32	112
K4	624	1836	0.34	97

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai OTTV Gedung

$\text{OTTV}_i = a [\text{Uw} \times (1 - \text{WWR})] \times \text{TDEk} + (\text{SC} \times \text{WWR} \times \text{SF}) + (\text{Uf} \times \text{WWR} \times \text{DT})$ $\text{OTTV} = (\text{OTTV} \times \text{Ai}) + \dots + (\text{OTTV}_n \times \text{An}) / (\text{Ai} + \dots + \text{An})$			
<i>Properties:</i>			
A		0,86	
Uw		1,193247	$\text{Uw} = 1/(\text{Rup} + \text{Rul} + \text{Rk})$
	RUP	0,299	
	RUL	0,044	
	RK	0,49505	$\text{Rk} = t/k$
	T	0,15	
	k	0,303	
TDEk		10	
SC		0,25	$\text{SC} = \text{SCk} \times \text{SCf}$ $\text{SCk standar} = 0.5$
Uf		5,993443	
	RUP	0,12	
	RUL	0,044	
	RK	0,002849	
	t	0,003	
	k	1,053	
ΔT		5	
<i>OTTV Gedung:</i>			
OTTV A1		40,03	
OTTV A2		26,97	
OTTV A3		25,53	
OTTV A4		25,21	
OTTV total		29,43	

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

penting untuk menunjang fungsi-fungsi ruangan di dalam bangunan gedung. Tingkat kenyamanan yang dimaksud merupakan ekspresi dari kondisi *thermal* udara yang diwakili oleh setidaknya dua properti udara yang ada pada ruangan tersebut, yaitu temperatur dan kelembaban.⁶ Sementara itu, tingkat kenyamanan temperatur ruangan di dalam gedung kantor adalah $25,5^\circ\text{C} \pm 1,5^\circ\text{C}$ ($24\text{--}27^\circ\text{C}$) dan kelembapan udara $60\% \pm 5\%$ ($55\text{--}65\%$).⁷

Sistem dan kapasitas terpasang

Kapasitas peralatan *Air Conditioner* yang terpasang pada bangunan gedung rata-rata 37,85 Watt/m². Kapasitas peralatan yang dinilai konservatif untuk melayani suatu ruangan pada bangunan gedung dapat didefinisikan sebagai kebutuhan

energi *input* sistem pengondisian udara per satuan luas ruangan yang dilayani oleh peralatan tersebut. Berdasarkan SNI,⁷ kapasitas peralatan yang terpasang yang dapat melayani suatu beban *thermal* pada ruangan yang dikondisikan dalam penilaian konservatif haruslah berada pada <50 Watt/m².

Performansi air conditioner (AC)

Faktor lainnya yang dijadikan suatu analisis terhadap peralatan pengondisian udara untuk menunjang kondisi kenyamanan *thermal*, yaitu penilaian unjuk kerja AC.

Secara umum, COP sistem AC pada gedung PT XYZ (Tabel 3) rata-rata berada pada kondisi

optimal, meskipun sudah berada di bawah *name plate*. Hal ini disebabkan oleh perawatan yang teratur, yaitu tiga kali dalam setahun. Suatu peralatan pengondisian udara berlaku sama dengan peralatan-peralatan lain. Faktor usia pakai sangat mempengaruhi unjuk kerja peralatan tersebut di mana umumnya beriring dengan waktu operasinya sehingga terjadi *derating* atau *fouling* yang menyebabkan peralatan tersebut tidak dapat memberikan efek yang sama seperti keadaan sebelumnya, kecuali jika dilakukan perawatan secara berkala dan terus-menerus dan/atau modifikasi.

Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Udara

Profil penggunaan energi menunjukkan bahwa terdapat kelebihan penggunaan jam pemakaian AC, yaitu dihidupkan dua jam sebelum waktu jam kantor yang ditetapkan, yaitu pada pukul 07.00. Oleh karena itu, sebaiknya *chiller* dihidupkan satu jam sebelum jam kerja, meskipun sudah terdapat karyawan yang masuk pada pukul 06.00 WIB, karena nilai penghematan yang dapat diperoleh dengan cara tersebut cukup besar. Tabel

4 menunjukkan simulasi perhitungan peluang konservasi energi yang bisa diperoleh melalui langkah 1.

Peluang konservasi ini dapat tercapai apabila penghuni di masing-masing ruang turut bekerja sama dalam menggunakan AC sesuai dengan kebutuhan dan waktu yang telah disepakati. Anjuran dari ESDM (2012) untuk bangunan gedung BUMN adalah himbauan agar AC sentral dinyalakan 30 menit sebelum jam kerja dan unit *fan* AC dinyalakan 1 jam kemudian¹. Cara tersebut dapat menurunkan jumlah penggunaan energi secara signifikan. Hal tersebut karena komponen terbesar dalam penggunaan energi di gedung 50–70% adalah *Air Conditioner*. Tabel 5 merupakan peluang konservasi yang dapat diperoleh apabila AC atau *chiller* dimatikan 30 menit sebelum jam kerja berakhir.

Anjuran dari ESDM (2012) adalah bangunan gedung BUMN diwajibkan agar mematikan kompresor AC 30 menit sebelum jam kerja berakhir dan unit *fan* AC dimatikan saat jam kerja berakhir.¹ Penetapan kedua langkah tersebut di atas perlu sosialisasi dari pihak pengelola. Selain itu, pengelola perlu menyusun petunjuk

Tabel 3. Performansi AC

No.	Nama Beban	Konsumsi	Cooling	COP		kW/TR		Kondisi
		Daya (kW)	Efek (kW)	Eksisting	Name plate	Eksisting	Name plate	
1	Chiller 1 Cap 150 TR	144,10	482,81	3,66	4,00	0,96	0,88	< standar
2	Chiller 2 Cap 150 TR	152,81	455,27	3,45	4,00	1,02	0,88	< standar
	Kesimpulan	296,91	938,08	3,56	4,00	0,99	0,88	< standar

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

Tabel 4. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Udara Melalui Pengurangan Waktu Nyala AC

Keterangan	Nilai	Satuan
Daya AC rata-rata saat pukul 05.00–06.0	:	696 kW
Lama operasi	:	1 Jam
Konsumsi energi total	:	15.311 kWh/bulan
Biaya listrik	:	13.580.443,00 Rp/bulan
Mengubah jam mati AC		
Estimasi penghematan (%)	:	100 %
Penghematan energi	:	15.311 kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	:	13.580.443 Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	:	162.965.316,00 Rp/tahun

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

Tabel 5. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Udara Melalui Perubahan Jam Mati AC

Keterangan	Nilai	Satuan
Daya AC rata-rata saat pukul 15.30 – 16.00	: 630	kW
Lama operasi	: 0,5	Jam
Konsumsi energi total	: 6.927	kWh/bulan
Biaya listrik	: 6.143.983,00	Rp/bulan
Mengubah jam mati AC		
Estimasi penghematan (%)	: 100	%
Penghematan energi	: 6.927	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	: 6.143.983,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	: 73.727.796,00	Rp/tahun

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

Tabel 6. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Udara Melalui *Setting* Temperatur AC di 24°C

Keterangan	Nilai	Satuan
Daya AC rata-rata saat pukul 05.00–16.00	: 700,3	kW
Lama operasi	: 9,5	Jam
Konsumsi energi total	: 146.353	kWh/bulan
Biaya listrik	: 129.814.727,00	Rp/bulan
Mengubah setting temperatur di 24°C		
Estimasi penghematan (%)	: 6	%
Penghematan energi	: 8.781	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	: 7.788.884,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	: 93.466.608,00	Rp/tahun

Sumber: PT XYZ (Data Diolah)

atau suatu pedoman yang mengikat agar dapat dipatuhi bersama.

Langkah konservasi pada sistem tata udara lainnya, yaitu dengan cara mengatur temperatur AC di 24°C (Tabel 7). Setiap kenaikan temperatur 1°C akan menghemat penggunaan energi pada AC sebesar 1–6%. Apabila pengaturan temperatur awal diubah menjadi 24°C, diasumsikan terjadi penurunan konsumsi paling kurang sebesar 6%.⁸ Gambaran simulasi perhitungan disajikan pada Tabel 6. Usaha tersebut patut dipertimbangkan mengingat tidak mengeluarkan biaya sama sekali, namun mengurangi konsumsi energi serta menghasilkan penghematan biaya.

Sistem tata cahaya

Penerangan di masing-masing ruangan gedung PT XYZ menggunakan lampu jenis TL 18 watt, TL 36 watt, *down lite* 14 watt, lampu hias 10 watt dan lampu sorot 1.000 watt. Sistem pengoperasian lampu menggunakan saklar atau *switch* dengan

pola pengoperasian manual dan belum dikontrol secara otomatis dengan menggunakan BAS.

Kebutuhan penerangan di dalam suatu bangunan selain dapat diperoleh melalui sistem penerangan buatan, juga dapat diperoleh melalui sumber penerangan alami (sinar matahari) atau kombinasi keduanya. Berdasarkan hasil observasi, pemanfaatan sumber pencahayaan alami pada gedung PT XYZ belum dapat terpenuhi. Hal itu terjadi karena sumber pencahayaan alami pada gedung terkendala oleh penggunaan kaca film di seluruh bagian bangunan sehingga menghalangi sinar matahari masuk ruangan. Akan tetapi, hal ini memberikan dampak positif karena dapat mengurangi beban *thermal* sistem tata udara.

Intensitas daya penerangan

Pengukuran kuat pencahayaan lebih difokuskan pada pengukuran *illuminance* (pengukuran kuat pencahayaan yang jatuh pada satu unit permukaan). Pengukuran dilakukan dengan

menggunakan *lux* meter yang menggunakan sensor elektronik. Sistem tata cahaya gedung menunjukkan intensitas daya penerangan yang hemat. Keseluruhan ruangan pada bangunan gedung memiliki intensitas daya penerangan lebih kecil, yaitu 2,24–6,90 Watt/m² dengan kuat pencahayaan 100 hingga 250 *lux*. Sementara itu, batasan SNI 6197:2011, yaitu <12 W/m² dengan kuat pencahayaan untuk ruang kerja 350 *lux*⁹.

Kuat cahaya penerangan

Untuk mendapatkan gambaran mengenai kualitas pencahayaan yang ada di gedung PT XYZ, dilakukan pengukuran kuat pencahayaan dengan menggunakan *lux* meter. Pengukuran dilakukan dengan pengambilan sampel data kuat pencahayaan pada beberapa titik di dalam ruangan (tiga titik per masing-masing ruang). Hasil pengukuran kuat pencahayaan (*lumen*) di dalam ruangan dengan menggunakan peralatan ukur *lux* meter, didapatkan nilai sebaran kuat pencahayaan (*lumen*) di ruang kerja secara umum yang berada di bawah standar SNI 6197:2011, yaitu berkisar dari antara 105 hingga 265 *lux* untuk ruang kerja gedung PT XYZ (standar SNI untuk ruang kerja, yaitu 300–350 *lux*).

Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Cahaya

Berdasarkan hasil pengukuran dan observasi terhadap kondisi sistem tata cahaya di gedung PT XYZ, terdapat peluang dan langkah-langkah yang memungkinkan untuk penghematan energi listrik, khususnya pada sistem tata cahaya. Peluang dan langkah-langkah konservasi tersebut antara lain:

- 1) Meretrofit lampu TL 36 watt dengan LED 18 watt di ruang kerja.

Penggunaan lampu TL 36 watt di gedung PT XYZ sebanyak 752 unit dari total lampu keseluruhan atau sekitar 15% dari total lampu terpasang. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *lux* meter, kuat pencahayaan di ruang kerja masih berada di bawah standar SNI. Untuk meningkatkan kuat pencahayaan sesuai dengan standar SNI (ruang kerja 300–350 *lux*), dilakukan penggantian lampu jenis TL 36 watt menjadi lampu TL-LED 18 watt. Tiap dua unit lampu TL 36

watt diretrofit dengan dua unit lampu TL-LED 18 watt. Dari proses penggantian lampu tersebut, didapatkan peluang penghematan energi sebesar 50% per tiap penggantian dua unit lampu TL 36 watt menjadi dua unit lampu TL-LED 18 watt.⁸ Lampu LED dapat menghasilkan *lumen* yang jauh lebih baik dibandingkan lampu jenis TL 36 watt. Selain itu, sinar lampu yang dihasilkan juga lebih nyaman di mata. Perhitungan potensi penghematan energi sistem tata cahaya dengan cara mengganti lampu TL 36 watt menjadi LED 18 watt ditunjukkan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7, retrofit 752 unit lampu TL 36 watt menjadi 752 unit lampu TL-LED membutuhkan investasi sebesar Rp225.600.000,00 dengan *simple payback* 85,4 bulan.

- 2) Meretrofit lampu TL 18 watt dengan LED 9 watt di ruang kerja.

Total lampu TL 18 watt yang terpasang di gedung PT XYZ adalah 3.336 unit atau sekitar 42% dari total lampu terpasang. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *lux* meter, kuat pencahayaan di ruang kerja masih berada di bawah standar SNI. Untuk meningkatkan kuat pencahayaan sesuai dengan standar SNI (ruang kerja 300–350 *lux*), dilakukan penggantian lampu jenis TL 18 watt menjadi lampu TL-LED 9 watt. Tiap dua unit lampu TL 18 watt diretrofit dengan unit lampu TL-LED 9 watt. Oleh karena itu, akan didapatkan peluang penghematan konsumsi energi sebesar 50% per tiap penggantian dua unit lampu TL 18 watt menjadi dua unit lampu TL-LED 9 watt.⁸ Lampu LED menghasilkan *lumen* yang jauh lebih baik dibandingkan lampu jenis TL. Selain itu, sinar lampu yang dihasilkan juga lebih nyaman di mata. Perhitungan potensi penghematan sistem tata cahaya dengan cara mengganti lampu TL 18 watt menjadi LED 9 watt ditunjukkan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8, retrofit 3.336 unit lampu TL 18 watt menjadi 3.336 unit lampu TL-LED 9 watt membutuhkan investasi sebesar Rp870.696.000,00 dengan *simple payback period* 148,6 bulan.

Tabel 7. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Cahaya melalui Retrofit Lampu TL 36 Watt dengan LED 18 Watt

Keterangan		Nilai	Satuan
Jumlah lampu TL 36 watt yang terpasang	:	752	Unit
Kapasitas daya total TL 36 watt	:	27.07	kW
Lama operasi	:	10	Jam
Konsumsi energi total	:	5.956	kWh/bulan
Biaya listrik	:	5.282.830,00	Rp/bulan
Meretrofit lampu TL 36 watt dengan jenis TL-LED 18 watt			
Estimasi penghematan	:	50	%
Penghematan energi	:	2.978	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	:	2.641.415,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	:	31.696.980,00	Rp/tahun
Biaya investasi	:	225.600.000,00	Rp
<i>Simple payback period</i>	:	85,4	bulan

Tabel 8. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Cahaya melalui Retrofit Lampu TL 18 Watt dengan LED 9 Watt

Keterangan		Nilai	Satuan
Jumlah lampu TL 18 watt yang terpasang	:	3.336	Unit
Kapasitas daya total TL 18 watt	:	60,05	kW
Lama operasi	:	10	Jam
Konsumsi energi total	:	13.211	kWh/bulan
Biaya listrik	:	11.717.767,00	Rp/bulan
Meretrofit lampu TL 18 watt dengan jenis TL-LED 9 watt			
Estimasi penghematan	:	50	%
Penghematan energi	:	6.605	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	:	5.858.883,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	:	70.306.596,00	Rp/tahun
Biaya investasi	:	870.696.000,00	Rp
<i>Simple payback period</i>	:	148,6	bulan

- 3) Meretrofit lampu PLC 14 watt dengan LED 9 watt di koridor dan lobi.

Penggunaan lampu PLC 14 watt di gedung PT XYZ sebanyak 1.077 unit dari total lampu keseluruhan (sekitar 42% dari total lampu terpasang). Berdasarkan potensi penghematan melalui retrofit lampu jenis PLC 14 watt menjadi LED 9 watt, akan didapatkan peluang penghematan konsumsi energi sebesar 35%⁸. Lampu LED mampu menghasilkan *lumen* yang jauh lebih baik dibandingkan lampu jenis PLC. Selain itu, sinar lampu yang dihasilkan juga lebih nyaman di mata. Perhitungan peluang konservasi ditunjukkan pada Tabel 9.

Berdasarkan Tabel 9, retrofit 1.077 unit lampu PLC 14 watt diretrofit dengan LED 9 watt membutuhkan investasi sebesar Rp96.930.000,00 dengan *simple payback* 94.1 bulan.

- 4) Mematikan lampu di lobi saat pencahayaan dari luar mencukupi.

Berdasarkan hasil observasi langsung, lampu TL 18 watt pada lobi berjumlah 48 unit dan PLC 14 watt berjumlah 55 unit yang dinyalakan. Padahal, dengan adanya sumber pencahayaan dari luar yang sudah mencukupi, lampu tersebut seharusnya dimatikan. Akan didapatkan potensi penghematan konsumsi energi sebesar 100% apabila mematikan

Tabel 9. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Cahaya Melalui Retrofit Lampu PLC 14 Watt dengan LED 9 Watt

Keterangan		Nilai	Satuan
Jumlah lampu PLC 14 watt yang terpasang	:	1.077	Unit
Kapasitas daya total PLC 14 watt	:	15,08	kW
Lama operasi	:	10	Jam
Konsumsi energi total	:	3.317	kWh/bulan
Biaya listrik	:	2.942.321,00	Rp/bulan
Meretrofit lampu PLC 14 watt dengan jenis LED 9 watt			
Estimasi penghematan	:	35	%
Penghematan energi	:	1.161	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	:	1.029.812,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	:	12.357.744,00	Rp/tahun
Biaya investasi	:	96.930.000,00	Rp
<i>Simple payback period</i>	:	94,1	bulan

Tabel 10. Peluang Konservasi Energi Sistem Tata Cahaya dengan Cara Mematikan Lampu di Lobi Saat Pencahayaan dari Luar Mencukupi

Keterangan		Nilai	Satuan
Jumlah lampu di lobi	:	48 TL	Unit
		55 PLC	Unit
Kapasitas daya total PLC 14 watt	:	2.50	kW
Lama operasi	:	5	Jam
Konsumsi energi total	:	275	kWh/bulan
Biaya listrik	:	243.730,00	Rp/bulan
Mematikan lampu di lobi saat pencahayaan dari luar mencukupi			
Estimasi penghematan	:	100	%
Penghematan energi	:	275	kWh/bulan
Penghematan biaya listrik (bulan)	:	243.730,00	Rp/bulan
Penghematan biaya listrik (tahun)	:	2.924.760,00	Rp/tahun

lampu pada lobi pada saat pencahayaan dari luar mencukupi (Tabel 10).

Berdasarkan Tabel 10, akan diperoleh penghematan biaya listrik sebesar Rp243.730,00 per bulan atau Rp2.924.758,00 per tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, secara umum dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- 1) Hasil audit energi pada PT XYZ menunjukkan bahwa penggunaan dan biaya energi listrik pada tahun 2012 cenderung mengalami penurunan. Hasil perhitungan terhadap Intensitas

Konsumsi Energi, diperoleh IKE 12.45 kWh/bulan/m² sehingga tergolong kategori sangat efisien. Hasil pengukuran kualitas kelistrikan menunjukkan nilai cos phi, ketidakseimbangan tegangan, ketidakseimbangan arus dan nilai frekuensi yang baik, kecuali nilai maksimum ketidakseimbangan dan harmonisa arus pada Trafo 2 yang melebihi nilai standar.

- 2) Nilai OTTV gedung masih di bawah nilai standar SNI OTTV.
- 3) Sistem tata udara dan sistem tata cahaya gedung secara umum tergolong efisien. Akan tetapi, masih terdapat peluang-peluang konservasi energi.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri ESDM No.13 tahun 2012 tentang *Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik*. Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- ²Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 2011. *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung* (SNI 6196:2011). Jakarta: BSN.
- ³Indrajit. 2004. *Kajian Strategis Cost Benefit Teknologi Informasi*. Panduan Investasi Pengembangan TI perusahaan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- ⁴Maryam. 2012. *Kerangka Kebijakan dan Instrumen Regulasi Konservasi dan Efisiensi Energi*. Direktorat Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. Jakarta: Kementerian ESDM.
- ⁵Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 2011. *Konservasi Energi Sistem Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung* (SNI 6389: 2011). Jakarta: BSN.
- ⁶ASHRAE. 2009. *Handbook: Fundamentals, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning*. Atlanta: Engineers. Inc.
- ⁷Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 2011. *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung* (SNI 6390:2011). Jakarta: BSN.
- ⁸Energy Management Indonesia [EMI]. 2010. *Best Practice Efisiensi Energi pada Bangunan Perkantoran*. Jakarta: EMI.
- ⁹Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 2011. *Konservasi Energi Sistem Pencahayaan* (SNI 6197:2011). Jakarta: BSN.