

## **Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero)**

<sup>+</sup>ACHMAD MARZUKI DAN RUSMAN

*Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak, Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124*

*Alamat korespondensi: <sup>+</sup>mzkachmad@yahoo.com*

**Abstrak:** Kantor gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (PTPN XIII) berada di daerah perkantoran dan bisnis, jalan Sultan Abdurrachman No. 11 Pontianak, Kalimantan Barat. Kebutuhan energi listrik untuk operasional gedung disuplai dari PLN sebagai sumber utama dengan daya sebesar 240 kVA dan sumber listrik cadangan (genset) berkapasitas 250 kVA. Kualitas daya listrik yang disuplai oleh PLN melalui transformator distribusi pada gedung tersebut cukup baik, dari hasil pengukuran parameter tegangan, arus dan faktor daya (*power factor*) masih memenuhi standard mutu yang ditetapkan oleh IEC. Komposisi pengguna energi terbagi dalam tiga kelompok beban yaitu; beban penerangan 4,54%, air conditioner (AC) 57,36% dan peralatan kantor lainnya 38,10%. Berdasarkan standard konservasi energi yang digunakan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia dan ASEAN – USAID, intensitas konsumsi energi (IKE) dalam gedung digolongkan dalam dua bagian yaitu ruangan ber-AC dan tanpa AC. Penggunaan energi listrik rata-rata dari rekening listrik selama 8 bulan dari bulan maret sampai dengan Oktober 2011 adalah sebesar 39,593 kWh/bulan, dengan tariff rata-rata sebesar Rp 966,10 /kWh. Potensi penghematan dari selisih penggunaan energi dari penggantian AC konvensional dengan AC *inverter* hemat energi untuk seluruh gedung kantor direksi PT. PN XIII (Persero) adalah sebesar Rp 13,083,536 /bulan atau Rp 157,002,429 /tahun. Penggantian lampu TL dengan lampu LED tidak terlalu signifikan dalam penurunan rekening listrik karena persentasenya cukup kecil, namun dalam jangka panjang akan berdampak positif bagi lingkungan, juga panas yang dihasilkan oleh lampu LED jauh lebih rendah (lebih sejuk) dari lampu lain sehingga dapat menurunkan beban kerja AC, dan apabila teknologinya sudah lebih murah, lampu LED merupakan alternatif pilihan yang tepat untuk solusi hemat energi pada sistem penerangan.

**Keyword :** *IKE, AC Inverter, LED*

Energi merupakan kebutuhan dasar untuk menggerakkan hampir seluruh aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Dari waktu ke waktu kebutuhan energi semakin meningkat, sedangkan cadangan energi global semakin langka. Penggunaan energi secara boros dan berlebihan akan berdampak pada kerusakan lingkungan, penurunan daya saing produk dan gejolak sosial ekonomi jangka panjang. Seiring dengan permasalahan energi yang semakin kompleks, manajemen penggunaan energi pada sisi beban khususnya pada gedung perkantoran dan industri, sudah saatnya menjadi bagian penting dalam struktur manajemen perusahaan.

Kegiatan audit energi merupakan *top down initiative*, yang keberhasilannya sangat bergantung kepada *resources* yang dialokasikan. Dalam banyak cara, audit energi sama halnya dengan laporan keuangan dan pemeriksaan. Audit energi ini merupakan dokumentasi spesifik

atas berbagai bentuk energi yang digunakan selama rentang waktu tertentu – biasanya untuk satu tahun.

Maksud dari kegiatan audit energi ini adalah untuk mengetahui penggunaan energi aktual gedung serta mengetahui pilihan ECO (Energy Conservation Opportunities) yang paling tepat, tanpa mengurangi kualitas, kenyamanan dan tingkat pelayanan. Sedangkan tujuannya adalah sebagai masukan kepada pemangku kepentingan dalam penentuan kebijakan konsumsi energi (efisiensi energi) suatu gedung dalam kaitannya dengan penyediaan dan pengelolaan energi ke arah yang lebih optimal.

Kajian audit energi ini dilakukan pada Gedung Kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kalimantan Barat Pontianak dalam upaya melakukan kebijakan efisiensi energi. Adapun kegiatan ini dilakukan pada seluruh ruangan dan area gedung kantor tersebut dengan subyek kajian adalah perangkat konsumsi energi maupun perilaku konsumen sebagai pengguna (*demand*) dan sumber energi sebagai penyedia (*supply*).

## **METODE**

Dalam kaitannya dengan evaluasi penggunaan energi dalam gedung perkantoran atau industri maka diperlukan Audit Energi dengan metode pelaksanaan meliputi: (1) *Pre Audit* untuk memperoleh data makro yang berkaitan dengan utilitas gedung dan sistem management energy (2) *Detail Audit* yang meliputi : (a) kegiatan survey dan pengukuran. Kegiatan ini berkaitan dengan pengumpulan data riil spesifikasi setiap peralatan, konsumsi energi, mekanisme proses operasional peralatan, sistem teknologi yang dipakai, data perencanaan dan tata ruang gedung. (b) Analisa dan identifikasi efisiensi penggunaan energi yaitu menganalisa efisiensi energy, kebutuhan energy, dan pola penggunaan energi pada seluruh ruangan gedung. (c) Identifikasi peluang konservasi energi yang meliputi perbaikan proses, perilaku, sitem management energi, Alaternativ penggunaan teknologi hemat energi, dan (d) Analisa biaya konservasi energi yaitu berkaitan dengan kelayakan ekonomis terhadap alternatif investasi konservasi energi, Rancangan konservasi energy jangka pendek, menengah, dan panjang. (3) *Post Audit* yaitu Implementasi dan tindak lanjut, berupa penyusunan Action Plan, schedule implementasi, dan pelatihan.

## **PEMBAHASAN**

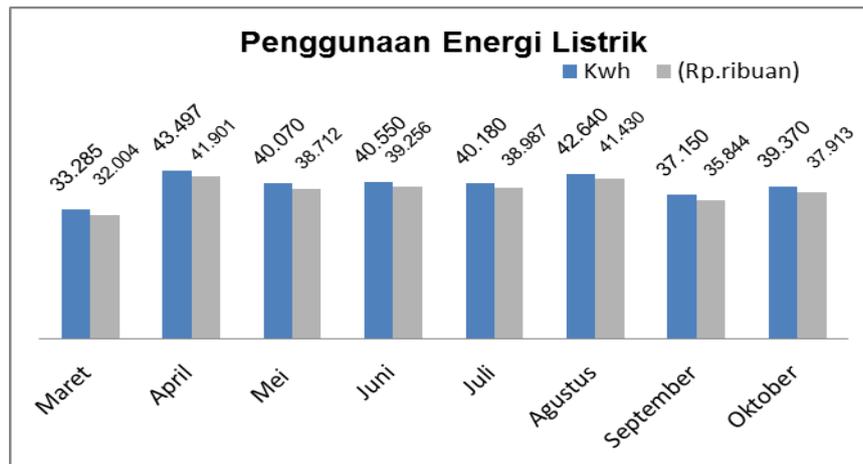
### **Gambaran umum Sistem Kelistrikan Gedung Direksi PT.PN XIII (persero)**

Kompleks bangunan gedung PT. Perkebunan Nusantara XIII mempunyai luas bangunan

kotor sekitar 4265 m<sup>2</sup> dengan rincian lantai 1 (satu) sekitar 1533 m<sup>2</sup>, lantai 2 (dua) sekitar 1665 m<sup>2</sup> dan lantai 3 (tiga) sekitar 1067 m<sup>2</sup>. Sedangkan luas ruangan ber-AC sebesar 2068 m<sup>2</sup> (48.49%) dan luas ruangan non AC sekitar 2197 m<sup>2</sup> (51.51%). Dilihat dari data beban kelistrikan, prosentase beban terpasang terhadap variasi beban menunjukkan bahwa sebagian besar atau 57.36% dari keseluruhan beban kelistrikan pada gedung direksi PT.PN XIII (Persero) adalah pembebanan pada sistem tata udara (Air Conditioning). Adapun beban penerangan mencapai 4.54% dari beban terpasang total dan selebihnya 38.10% merupakan beban-beban lainnya (seperti perangkat komputer, televisi, dispenser, exhaust fan, mesin photo copy, kipas angin, dll). Gedung direksi PT. PN XIII (Persero) menggunakan sumber energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN (Persero) sebagai suplai utama. Dilihat dari data pelanggan dan model sambungan secara instalasi, kategori penyambungan pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) merupakan konsumen TM (tegangan menengah) dengan tarif bisnis (B3) dan kapasitas daya sebesar 240.000 VA (240 kVA). Daya listrik tersebut digunakan untuk memikul seluruh beban listrik yang ada di dalam bangunan. Suplai daya listrik tegangan menengah dari PLN sebelum didistribusikan ke peralatan (beban) dalam bangunan, terlebih dahulu diturunkan tegangannya menjadi tegangan rendah pada gardu trafo (*step down*) yang dihubungkan pada panel pembagi utama (*main distribution panel*), kemudian didistribusikan pada beberapa sub panel. Selain itu pada gedung PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) juga mempunyai suplai daya listrik cadangan dari Genset dengan kapasitas mencapai 250 kVA.

### **Pola penggunaan Energi listrik**

Dalam pelaksanaan audit energi pada bangunan kompleks gedung direksi PT. PN XIII (Persero), dilakukan pengambilan data sekunder konsumsi energi dari rekening listrik bulanan pada tahun 2011. Gambar 1. adalah data pemakaian energi listrik pada gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) Tahun 2011. Dari tabel tersebut dapat diamati bahwa konsumsi energi listrik gedung tersebut pada tahun 2011 setiap bulan berkisar antara 33,285 kWh hingga 43,497 kWh atau dengan pemakaian energi rata-rata per bulan mencapai 39,593 kWh dan biaya energi rata-rata sebesar Rp. 966.10 per kWh. Power factor beban cukup baik diatas 0,85 sehingga tidak dikenakan denda terhadap kelebihan penggunaan daya reaktif.



**Gambar 1. Diagram Penggunaan Energi Listrik Gedung Direksi PT.PN XIII (Persero)**

### Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Intensitas Konsumsi energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya jumlah penggunaan energi tiap meter persegi luas kotor (*gross*) bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu. Penentuan nilai Intensitas Konsumsi Energi listrik telah diterapkan di berbagai Negara (ASEAN, APEC), dan dinyatakan dalam satuan kWh/m<sup>2</sup> per tahun.

Untuk menetapkan “target” dalam hal ini digunakan nilai IKE dari hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID yang laporannya dikeluarkan pada tahun 1992 dengan rincian seperti pada tabel 1.

**. Tabel 1. IKE Listrik Hasil Penelitian ASEAN-USAID Tahun 1992**

No.	Klasifikasi	IKE (kWh/m <sup>2</sup> /thn)
1.	Perkantoran (Komersial)	240
2.	Pusat Perbelanjaan	330
3.	Hotel (Apartemen)	300
4.	Rumah Sakit	380

Nilai IKE tersebut tidak menutup kemungkinan untuk mengalami perubahan sesuai dengan tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan energi. Seperti Singapura misalnya telah menetapkan IKE Listrik untuk perkantoran hanya sebesar 210 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Dalam menghitung besarnya IKE Listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan antara lain IKE Listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*netto*), yaitu luas total ruang ber-AC dan IKE Listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang ber-AC) ditambah dengan luas total ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC). Sebagai pedoman, telah ditetapkan nilai standart IKE untuk bangunan

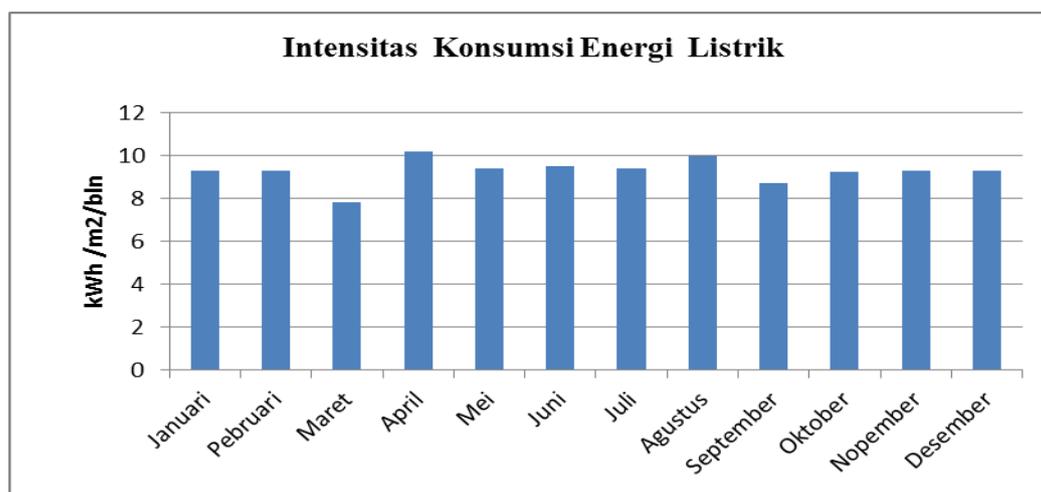
di Indonesia yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2004 seperti ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia**

No.	Kriteria	Ruang ber-AC (kWh/m <sup>2</sup> /bln)	Ruang tanpa AC (kWh/m <sup>2</sup> /bln)
1.	Sangat Efisien	4.17 s/d 7.92	0.84 s/d 1.67
2.	Efisien	7.92 s/d 12.08	1.67 s/d 2.50
3.	Cukup Efisien	12.08 s/d 14.58	-
4.	Agak Boros	14.58 s/d 19.17	-
5.	Boros	19.17 s/d 23.75	2.50 s/d 3.34
6.	Sangat Boros	23.75 s/d 37.75	3.34 s/d 4.17

Perhitungan audit awal Intensitas Konsumsi Energi Listrik pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) dilakukan dengan melihat data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2011 yang dikaitkan dengan luas kotor (*gross*) gedung direksi PT. PN XIII (Persero) yaitu sebesar 4,265.4 m<sup>2</sup>. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi dapat dihitung sebagai berikut.

Perhitungan Intensitas konsumsi Energi (IKE) bulanan dihitung berdasarkan persamaan berikut:  $IKE = ( \text{Total kWh per bulan} / \text{Luas Gross} )$ . Sebagai contoh untuk menghitung IKE pada bulan maret tahun 2011 adalah  $IKE = ( 33,285 / 4,265.4 ) = 7.80 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ per bulan}$ . Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun dihitung sbb:  $IKE = ( \text{Total kWh per tahun} / \text{Luas Gross} )$ . Untuk menghitung IKE tahun 2011 adalah seperti berikut:  $IKE = ( 475,114 / 4,265.4 ) = 111.39 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ per tahun}$ . Dengan cara perhitungan yang sama dapat dilakukan perhitungan untuk seluruh data dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2. Diagram IKE Gedung Direksi PTPN XIII (Persero)**

Dilihat dari nilai target IKE yang digunakan yaitu standar IKE ASEAN-USAID tahun 1992 dimana untuk klasifikasi perkantoran (komersil) yaitu sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun (Tabel 2), maka dapat dikatakan dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) berdasarkan data sekunder konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2011 yaitu sebesar 111.39 kWh/m<sup>2</sup> per tahun angka ini masih berada dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan sehingga bisa dikatakan bahwa nilai IKE ini masih efisien. Dapat dilihat juga dari angka IKE per bulan yang berkisar antara (7.80 s/d 10.20) kWh/m<sup>2</sup>/bulan seperti ditunjukkan dalam tabel 2., dimana nilai IKE listriknya per bulan menurut standar IKE (Tabel 1.) masih berada dalam kriteria efisien.

Berdasarkan data data beban listrik terpasang pada ruang ber-AC dan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan pada masing-masing lantai dimana beban penerangan untuk lantai 1 (satu) adalah sebesar 2,522 watt atau 2.522 kW sedangkan beban Air Conditiner (AC) lantai satu sebesar 44,790 watt atau 44.790 kW sedangkan beban lainnya sebesar 28.565 kW. Jadi total beban kelistrikan (penerangan + AC+ Beban lain) pada lantai satu adalah sebesar 75.877 kW. Apabila diasumsikan bahwa jumlah jam kerja (operasional kegiatan) dalam satu hari selama 8 (delapan) jam yaitu dari pukul (07.30 s/d 15.30) WIB dan faktor kebutuhan beban dalam hal ini diasumsikan sebesar 70%. Maka dapat diperkirakan konsumsi energi per hari untuk beban kelistrikan (penerangan + AC + Beban lain) pada lantai satu adalah sebesar : 75.877 kW x 8 jam x 0.70 = 424.911 kWh/hari. Apabila diambil hari efektif sebanyak 22 hari dalam satu bulan maka konsumsi energi listrik per bulan untuk lantai satu adalah 424.911 x 22 = 9,348.042 kWh/bulan, atau sebesar 9,348.042 x 12 = 112,176.504 kWh/tahun.

Dari data diketahui bahwa luas ruang ber-AC pada lantai satu sekitar 729.64 m<sup>2</sup>, sehingga Intensitas Konsumsi Energi (IKE) ruang ber-AC lantai satu adalah sebesar (9,348.042 kWh/bulan / 729.64 m<sup>2</sup>) = 12.812 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, atau sebesar (112,176.504 kWh/tahun / 729.64 m<sup>2</sup>) = 153.74 kWh/m<sup>2</sup>/tahun.

Selanjutnya dengan cara perhitungan yang sama serta dengan penggunaan asumsi seperti diatas dapat dilakukan perhitungan IKE ruang ber-AC pada lantai dua dan tiga serta perhitungan IKE ruang non AC untuk ketiga lantai gedung tersebut, hasilnya ditunjukkan pada tabel 3. dan 4.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan IKE Untuk Ruang ber-AC**

No	Nama area (lantai)	Konsumsi Energi (kWh/hari)				Luas (m <sup>2</sup> )	IKE kWh/m <sup>2</sup> /bln	IKE kWh/m <sup>2</sup> /thn
		Pene-rangan	AC	Beban Lain	Jumlah			
A	Lantai 1	20.176	358.320	228.52	607,016	729.64	12.81	153.74
B	Lantai 2	22.176	468.384	216.56	707.056	781.8	13.93	167.15
C	Lantai 3	23.328	443.52	392.36	859.208	557.00	23.76	285.07
Total ruang AC (A+B+C)		65.680	1,270.16	837.44	2,173.28	2,068.44	16.18	194.17

**Tabel 4. Hasil Perhitungan IKE Untuk Ruang Non AC**

No	Nama area (lantai)	Konsumsi Energi (kWh/hari)				Luas (m <sup>2</sup> )	IKE kWh/m <sup>2</sup> /bln	IKE kWh/m <sup>2</sup> /thn
		Pene-rangan	AC	Beban Lain	Jumlah			
A	Lantai 1	12.832		3.288	16.12	803.04	0.39	4.74
B	Lantai 2	12.608		1.488	14.096	883.52	0.25	2.95
C	Lantai 3	9.504		1.488	10.992	510.4	0.33	3.98
Total ruang non AC (A+B+C)		34.944		6.264	41.208	2,196.96	0.32	3.84

**Tabel 5. Hasil Perhitungan IKE Untuk Ruang ber-AC + Non AC**

No	Nama area (lantai)	Konsumsi Energi (kWh/hari)				Luas (m <sup>2</sup> )	IKE kWh/m <sup>2</sup> /bln	IKE kWh/m <sup>2</sup> /thn
		Pene-rangan	AC	Beban Lain	Jumlah			
A	Lantai 1	33.008	358.32	231.808	623.136	1532.68	6.31	75.67
B	Lantai 2	34.784	468.32	220.208	721.152	1665.32	6.67	80.03
C	Lantai 3	32.832	443.52	393.848	870.20	1067.40	12.55	150.66
Total ruang ber-AC + Non A (A+B+C)		100.624	1,270.16	843.704	2,214.49	4,265.40	8.01	96.14

Dari tabel hasil perhitungan IKE dapat dilihat bahwa IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) untuk gedung direksi PT. PN XIII (Persero) adalah sebesar 16.18 kWh/m<sup>2</sup> per bulan sedangkan IKE listrik per satuan luas gedung yang tidak dikondisikan penataan udaranya (Non AC) adalah 0.32 kWh/m<sup>2</sup> per bulan dan IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung sebesar 8.01 kWh/m<sup>2</sup> per bulan. Nilai ini apabila dikaitkan dengan Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia (Tabel 1.), untuk ruangan ber-AC pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) masuk dalam kategori agak boros dan untuk ruangan Non AC masuk pada kriteria sangat efisien.

Namun dari hasil perhitungan diatas untuk IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) perlu mendapat perhatian serius dimana secara keseluruhan sudah masuk dalam kategori agak boros sehingga tidak menutup kemungkinan apabila tidak cepat diantisipasi pola penggunaan energi untuk klasifikasi ini dapat menurunkan kategorinya kearah yang lebih rendah. Apalagi kalau dilihat dari hasil yang didapat untuk masing-masing lantai terlihat bahwa nilai IKE listrik per satuan luas ruang yang dikondisikan (ber-AC) pada lantai tiga sudah mencapai nilai sebesar 23.76 kWh/ m<sup>2</sup> per bulan, ini berarti konsumsi energi listrik pada lantai tiga sudah masuk pada kategori sangat boros. Sedangkan untuk lantai satu dengan IKE listrik per satuan luas ruang ber-AC yaitu sebesar 12.81 kWh/ m<sup>2</sup> per bulan masih berada pada kategori cukup efisien dan pada lantai dua dengan IKE per satuan luas ruang ber-AC sebesar 13.93 kWh/ m<sup>2</sup> per bulan juga masih dalam kriteria cukup efisien.

Kalau dilihat dari nilai target IKE yang digunakan untuk klasifikasi perkantoran (komersil) yaitu sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun maka dapat dikatakan dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) pada gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) yaitu sebesar 194.17 kWh/m<sup>2</sup> per tahun nilai ini masih relatif lebih rendah dari standar target yang ditentukan.

### **Analisa Peluang Penghematan Energi dan Biaya**

**Peluang Penghematan Energi Sistem Penerangan.** Berdasarkan data peralatan yang terpasang untuk sistem pencahayaan, diketahui bahwa pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) terdapat 564 buah lampu neon (*Flourecent*) dengan daya masing-masing sebesar 18 watt, 128 buah lampu CFL (SL) 18 watt dan 30 buah lampu taman juga masing-masing sebesar 18 watt. Penggunaan lampu-lampu neon (flourecent) dan lampu CFL (SL) dapat digantikan dengan lampu LED (*light Emitting Diode*) yang dapat menghasilkan cahaya dengan Lux yang lebih tinggi tetapi konsumsi daya listriknya lebih rendah. Lampu LED menghemat energi dan tidak merusak lingkungan, sedangkan lampu CFL masih mengandung sedikit mercury.

Apabila lampu-lampu TL (Neon) diganti dengan lampu LED, maka dapat dihitung besarnya potensi penghematan biaya sebagai berikut: Lampu LED memiliki *lifespan* sekitar 50.000 jam, sedangkan *lifespan* dari lampu TL adalah 6.000 jam. Dengan asumsi pemakaian selama 8 jam sehari (sesuai dengan jam kerja), dan setelah 6.000 jam lampu TL diganti, maka pemakaian lampu TL adalah selama kurang lebih 2 tahun. Sedangkan pemakaian lampu LED selama lebih kurang 12 tahun. Lampu TL memiliki efikasi lumen 50 s/d 60 lumens/watt dan lampu LED memiliki efikasi lumen lebih dari 100 lumens/watt. Berdasarkan tabel 3.12 dan 3.13 lampu TL 18 watt dapat diganti dengan LED 12 watt. Lampu TL 18 watt memerlukan daya

tambahan sebesar 9,5 watt untuk ballast, sehingga daya riil yang diperlukan sebesar 27,5 watt sedangkan lampu LED 12 watt tidak memerlukan daya tambahan. Lampu TL 18 watt menghasilkan efikasi lumen 1050, sedangkan LED 12 watt menghasilkan efikasi lumen 1100.

Dari ilustrasi perhitungan di atas dapat dikatakan bahwa penggunaan satu buah lampu LED akan memberikan penghematan energi listrik sebesar 0,124 kWh / hari, namun apabila dilakukan penggantian seluruh lampu sejumlah 564 buah maka akan memberikan potensi penghematan energi sebesar  $0,124 \times 564 \times 22 = 1,538.592$  kWh / bulan atau sebesar 18,463.104 kWh / tahun. Sehingga biaya yang dapat dihemat (tanpa memperhitungkan biaya investasi untuk pengadaan / penggantian lampu) untuk setiap bulan adalah  $1,538.592 \times 966 = \text{Rp. } 1,486,279.872$  atau sebesar Rp 17,835,358.46 / tahun. Secara menyeluruh kalau dilihat dari hasil yang ditunjukkan dari perhitungan diatas, maka langkah untuk melakukan penggantian lampu yang sudah ada dengan lampu LED, akan memberikan banyak keuntungan; dari sisi finansial yaitu memberikan potensi penghematan sebesar Rp 575,387 untuk setiap unit lampu selama kurun waktu lebih kurang usia pakai lampu LED tersebut yaitu 50,000 jam.

Dengan asumsi tingkat suku bunga bank 12%, harga lampu LED Rp. 441,500 / bh, tariff listrik Rp. 966 /kWh dengan eskalasi 2,5% per tahun, harga lampu TL 18 watt seperti dalam tabel 5., penggantian 1 buah lampu TL dengan LED dalam kurun waktu lifespan 50.000 jam diperoleh variabel kelayakan investasi dengan Pay Back Periode selama 130 bulan dan IRR sebesar 16%.

Efisiensi pemakaian energi listrik dapat ditingkatkan dengan cara sebagai berikut: (a) Pengelompokan lampu, untuk ruangan yang cukup besar perlu adanya *grouping* lampu dengan saklar tertentu sehingga tidak semua harus dihidupkan atau dimatikan tapi bisa sebagian saja, sehingga dapat menghemat penggunaan energinya; (b) Rancangan sistem pengelompokan penyalan harus disesuaikan dengan letak lubang cahaya yang dapat dimasuki cahaya alami pada siang hari; (c) Kurangi penerangan listrik yang berlebihan; (d) Menghidupkan lampu hanya pada saat diperlukan saja; (e) Mewarnai dinding, lantai dan langit-langit dengan warna terang sehingga tidak membutuhkan penerangan yang berlebihan; (f) Memasang lampu penerangan dalam jarak yang tepat dengan obyek yang akan diterangi; dan (g) Mengatur perlengkapan (perabot kantor) agar tidak menghalangi penerangan.

### **Peluang Penghematan Energi Sistem Pendingin Ruangan**

Setelah dilakukan pengukuran suhu udara pada ruangan di gedung direksi PT. PN XIII (Persero) didapatkan data bahwa suhu ruangan berkisar antara  $22^{\circ}$  -  $31^{\circ}$  C. Penggunaan Air Conditioner (AC) pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) tidak diatur pada suhu yang terlalu

dingin, sehingga penggunaan AC sudah cukup hemat. Berdasarkan data hasil pengecekan lapangan, diperoleh bahwa hampir seluruh AC yang terpasang masih menggunakan teknologi konvensional, kinerja kompresor dikendalikan oleh thermostat dengan aksi kendali ON – OFF dan gas pendingin menggunakan freon jenis R22. Gas freon R22 dapat merusak lapisan ozon, oleh karenanya direkomendasikan untuk tidak digunakan lagi dimasa mendatang.

Teknologi AC yang terbaru menggunakan gas freon jenis R410 dengan karakteristik lebih baik dari R22, dan lebih ramah terhadap lingkungan. Untuk kapasitas AC yang sama gas freon tipe R410 hanya diperlukan 2/3 dari volume gas freon tipe R22, sehingga daya kompresor yang diperlukan juga turun 30% lebih rendah. Pengaturan temperature dikendalikan oleh putaran kompresor dengan aksi kendali Proporsional – Integral – Differensial (PID) yang sepenuhnya dikontrol oleh inverter. Penggunaan inverter sebagai pengendali kompresor akan memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut: (1) Waktu yang lebih cepat untuk mencapai suhu ruangan yang kita inginkan; (2) Arus start 1/3 lebih rendah dibandingkan AC yang tidak menggunakan teknologi inverter; (3) Hemat energi, beberapa merk AC telah mengembangkan teknologi ini dan dapat melakukan penghematan hingga 60% dibanding dengan AC type konvensional; (4) Dapat menghindari beban yang berlebihan pada saat AC dijalankan; (5) Fluktuasi temperatur hampir tidak terjadi; dan (6) Suara lebih halus (tidak berisik).

Dari data beban terpasang lebih dari 57% penggunaan energi listrik di gedung kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) dikonsumsi oleh peralatan pengkondisi udara (AC). Dari biaya rekening listrik rata-rata Rp 38,255,953 /bulan, dapat dilihat bahwa beban biaya energi untuk operasional sistem pendingin udara (AC) sebesar Rp 21,805,893 /bulan. Jika diasumsikan semua AC konvensional diganti dengan AC inverter dengan penghematan energi sebesar 60%, maka potensi penghematan sebesar Rp 13,083,536 /bulan atau Rp 157,002,429 /tahun.

Sebagai ilustrasi analisa potensi penghematan energi dan biaya untuk penggunaan AC inverter dan konvensional 2 PK adalah sebagai berikut: Harga AC konvensional merk Panasonic Rp. 6,850,000, daya listrik 1750 Watt. Harga AC teknologi inverter merk Panasonic Rp. 8,050,000. Kebutuhan energi listrik AC konvensional jika 1 hari bekerja selama 8 jam, 22 hari dalam sebulan :  $1,750 \times 8 \times 22 = 308$  kWh /bulan, jika tarif listrik rata-rata Rp 966 / kWh, maka biaya energi listrik per bulan sebesar Rp 297,528., atau Rp 3,570,336 / tahun. Jika diasumsikan selama beroperasi AC menarik daya listrik rata-rata 80% dari daya maksimum, maka besarnya biaya energi listrik per tahun sebesar Rp 2,856,269. Biaya energi untuk AC inverter jika potensi penghematan sebesar 60% dari AC konvensional, adalah sebesar Rp 1,142,508 /tahun. Jika

lifetime dari AC selama 5 tahun maka selisih biaya investasi dan energi untuk kedua AC sebesar Rp 7,367,805 seperti ditunjukkan dalam tabel 6. berikut:

**Tabel 6. Biaya Investasi dan Operasional AC Inverter dan Konvensional, 2 PK**

Jenis AC	Biaya Investasi (Rp)	Biaya Energi (Rp / th)	Total Biaya Investasi dan Energi selama 5 th (Rp)
AC Konvensional (2 PK)	6,850,000	2,856,269	21,131,345
AC Inverter (2 PK)	8,050,000	1,142,508	13,762,540

Selain memilih AC hemat energi berteknologi inverter, penghematan energi pada sistem pengkondisian udara dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut: (a) Mematikan AC bila ruangan tidak dipergunakan atau mengatur operasional, yaitu dihidupkan pada pagi hari dan dimatikan 1 jam sebelum kegiatan kantor berakhir; (b) Mengatur suhu ruangan secukupnya minimal 25°C, dan tidak mengkondisikan suhu ruangan terlalu dingin; (c) Menutup pintu, jendela dan ventilasi ruangan agar udara panas dari luar tidak masuk atau memasang plastik film anti radiasi sinar matahari pada jendela kaca yang berhubungan langsung dengan cahaya matahari; (d) Menempatkan posisi AC (bagian outdoor) terlindung dari sinar matahari langsung agar efek pendinginan tidak berkurang; dan (e) Membersihkan saringan (filter) udara secara berkala.

## SIMPULAN

Kualitas daya listrik pada gedung kantor Direksi PT.PN XIII (Persero) cukup baik terindikasi dari kualitas tegangan, THD tegangan maupun arus dan *power factor* yang masih memenuhi standard baku mutu.

Komposisi pengguna energi pada gedung kantor Direksi PT. XIII (Persero) terdiri 4,54% beban penerangan, 57,36% beban Air Conditioner (AC), dan selebihnya 38,10% peralatan kantor seperti komputer, televisi, mesin foto copy, dispenser, exhaust fan, kipas angin dan lain sebagainya.

Berdasarkan data rekening pembayaran listrik selama delapan bulan dari bulan maret sampai dengan bulan oktober 2011, konsumsi energi listrik gedung PT.PN XIII (Persero) bervariasi antara (33,285 s/d 43,497) kWh /bulan, dengan pemakaian energi rata-rata mencapai 39,593 kWh /bulan, dan biaya energi sebesar Rp 966.10 per kWh.

Dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) terhadap data sekunder

konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik pada tahun 2011 adalah sebesar 111.39 kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Angka ini masih berada dibawah batas standar (target IKE) yang ditentukan yaitu standar IKE ASEAN-USAID tahun 1992 dimana untuk klasifikasi perkantoran (komersil) yaitu sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun (Tabel 1.). Sehingga bisa dikatakan bahwa **nilai IKE ini masih sangat efisien.**

IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) untuk gedung direksi PT. PN XIII (Persero) adalah sebesar 16.18 kWh/m<sup>2</sup> per bulan sedangkan IKE listrik per satuan luas gedung yang tidak dikondisikan penataan udaranya (Non AC) adalah 0.32 kWh/m<sup>2</sup> per bulan dan IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung sebesar 8.01 kWh/m<sup>2</sup> per bulan. Nilai ini apabila dikaitkan dengan Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia (Tabel 2.), untuk ruangan ber-AC pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) masuk dalam **kategori agak boros** dan untuk ruangan Non AC masuk pada **kriteria sangat efisien.**

IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) perlu mendapat perhatian *serius* dimana secara keseluruhan sudah masuk dalam kategori agak boros sehingga tidak menutup kemungkinan apabila tidak cepat diantisipasi pola penggunaan energi untuk klasifikasi ini dapat menurunkan kategorinya kearah yang lebih rendah. Apalagi kalau dilihat dari hasil yang didapat untuk masing-masing lantai terlihat bahwa nilai IKE listrik per satuan luas ruang yang dikondisikan (ber-AC) pada lantai tiga sudah mencapai nilai sebesar 23.76 kWh/m<sup>2</sup> per bulan, ini berarti konsumsi energi listrik pada lantai tiga sudah masuk pada **kategori sangat boros.** Sedangkan untuk lantai satu dengan IKE listrik per satuan luas ruang ber-AC yaitu sebesar 12.81 kWh/m<sup>2</sup> per bulan masih berada pada **kategori cukup efisien** dan pada lantai dua dengan IKE per satuan luas ruang ber-AC sebesar 13.93 kWh/m<sup>2</sup> per bulan juga masih dalam **kriteria cukup efisien.**

Dilihat dari nilai target IKE yang digunakan untuk klasifikasi perkantoran (komersil) yaitu sebesar 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun maka dapat dikatakan dari data hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) pada gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero) yaitu sebesar 194.17 kWh/m<sup>2</sup> per tahun nilai ini masih relatif lebih rendah dari standar target yang ditentukan.

Berdasarkan data hasil survey dilapangan didapatkan daya pencahayaan maksimum (W/m<sup>2</sup>) untuk setiap lokasi dan tingkat pencahayaan (intensitas penerangan) yang didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan Lux meter pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero). Dapat dikatakan bahwa besar daya pencahayaan maksimum dan intensitas penerangan pada

gedung direksi PT. PN XIII (Persero) masih berada jauh dibawah batas maksimal yang diijinkan sesuai standar. Atau dapat dikatakan bahwa sistem penerangannya masih sangat efisien.

Solusi penggunaan lampu LED untuk lampu hemat energi akan memberikan banyak keuntungan. Sesuai data dan perhitungan, jika lampu yang ada sekarang diganti dengan lampu LED, energi yang dapat dihemat sebesar 1,538.592 kWh / bulan atau sebesar 18,463.104 kWh /tahun. Sehingga biaya yang dapat dihemat (tanpa memperhitungkan biaya investasi untuk pengadaan /penggantian lampu) untuk setiap bulan adalah Rp. 1,246,557.312 atau sebesar Rp. 14,958,687.74/tahun. Apabila dilakukan perhitungan secara menyeluruh dengan memperhitungkan biaya investasi awal dan biaya pengadaan / penggantian lampu tersebut, hasil perhitungan menunjukkan adanya potensi penghematan sebesar Rp. 1,486,279.872 / bulan (Rp. 17,835,358.46 / tahun). Walaupun nilai penghematan yang dapat dilakukan masih relatife rendah seperti yang diketahui bahwa secara keseluruhan beban pencahayaan (penerangan) hanya mencapai 4.54% dari total beban namun untuk tujuan konservasi energi maka seluruh langkah penghematan menjadi penting untuk dilakukan.

Hasil pengukuran suhu udara pada ruangan di gedung direksi PT. PN XIII (Persero) menunjukkan bahwa rata-rata suhu ruangan berkisar antara 22 - 31 derajat Celsius. Penggunaan Air Conditioner (AC) pada gedung direksi PT. PN XIII (Persero) tidak diatur pada suhu yang terlalu dingin, sehingga penggunaan AC sudah cukup hemat.

Apabila semua penggunaan Air Conditioner (AC) konvensional pada gedung Direksi PT. PN XIII (Persero) diganti dengan AC inverter dengan asumsi penghematan energi sebesar 60%, maka akan memberikan potensi penghematan biaya sebesar Rp 13,083,536 /bulan atau Rp 157,002,429 /tahun.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ASEAN-USIAD. 1992. *Building Energy Conservation Project*. ASEAN-Lawrence Barkeley Laboratory.
- Badan Standarisasi Nasional, 2011. *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung dan Konservasi energy Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung (SNI 03-6196-2000; SNI 03-6390-2000; SNI 03-6197-2000)*.
- Departemen Pendidikan Nasional.Hendra Rizki Hadiputra. 2007. *Audit Energi Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Dr. Karyadi Semarang*. Fakultas Teknik UNDIP, Jurusan Teknik Elektro, Semarang.
- Wahyu Sujatmiko. 2008. *Penyempurnaan Standar Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Prosiding PPIS Bandung.