

STUDI PELUANG PENGHEMATAN PEMAKAIAN ENERGI PADA GEDUNG SEKRETARIAT JENDERAL PEKERJAAN UMUM

Wahyu Sujatmiko

Pusat Litbang Permukiman
Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan-Kabupaten Bandung 40393
Email: wsujatmiko@yahoo.com

Diterima: 23 Juni 2010; Disetujui: 06 Oktober 2010

Abstrak

Gedung lama seperti Gedung Sekretariat Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum yang telah berusia lebih 25 tahun perlu dikaji tingkat efisiensi penggunaan energinya. Terkait dengan tujuan tersebut, studi peluang penghematan energi pada Gedung Sekjen-PU telah dilakukan dengan mengkaji selubung bangunan (OTTV dan RTTV), Intensitas Konsumsi Energi (IKE), profil energi, tingkat pencahayaan, kondisi termal ruangan dan persepsi termal penghuni. Hasil studi memperlihatkan bahwa OTTV 21,71 W/m², RTTV 7,31 W/m², IKE 154,815 kWh/m²/tahun (12,9 kWh/m²/bulan), faktor daya 0,922, berarti kategori efisien, akan tetapi fasa tidak seimbang sehingga terjadi arus netral yang cukup besar, konsentrasi CO₂ rendah, yakni 762,5 ppm, tetapi rata-rata temperatur dan kelembaban tinggi, yakni 26,3 °C dan 61,3%, berarti terdapat kebocoran energi. Rentang rata-rata tingkat pencahayaan 98-147 lux, berarti di bawah standar 250 lux. Penghuni merasakan bahwa kondisi ruangan lebih rendah dari netral, tidak seluruh penghuni menerima kondisi ini dan cenderung ingin kondisi temperatur lebih rendah. Dengan demikian direkomendasikan untuk melakukan penghematan dengan perbaikan tingkat kebocoran pemakaian pengkondisian udara dan meningkatkan tingkat pencahayaan saat ini.

Kata Kunci: *Bangunan perkantoran, konservasi energi, IKE, OTTV, RTTV, kesan termal, Gedung Sekjen-PU*

Abstract

Old buildings like the General Secretary of Ministry of Public Works building, which has been aged over 25 years, are needed to examine the level of efficiency in the use of energy. Related to this goal, studies on energy saving opportunities in the General Secretary of Ministry of Public Works building has been done by reviewing building envelope (OTTV and RTTV), Energy Consumption Intensity (IKE), energy profile, the level of lighting, thermal conditions of the room and occupant thermal perception. Results of studies show that OTTV is 21.71 W/m², RTTV is 7.31 W/m², IKE is 154.815 kWh/m²/year (12.9 kWh/m²/month), power factor is 0.922, which means all efficient, but phase currents are not balanced so there is neutral currents, CO₂ concentration is relatively low, i.e 762.5 ppm, but the average temperature and humidity are high, i.e 26.3 °C and 61.3% respectively, thus there is the possibility of energy leakage. The range of average level of illumination is 98-147 lux, which means far below the standard, i.e 250 lux. The occupants feel that the room condition is cooler than neutral, not all occupants receive this condition and tend to the lower temperature conditions. Thus recommended to make savings by improving the level of leakage of air conditioning usage and improve the current level of lighting.

Keywords: *Office building, energy conservation, IKE, OTTV, RTTV, thermal perception, General Secretary of Ministry of Public Works Building*

PENDAHULUAN

Mulai tahun 2010, berdasarkan ketentuan UU No. 28 tentang Bangunan Gedung, bangunan perkantoran harus memiliki sertifikat laik fungsi (SLF), dengan salah satu persyaratannya adalah hemat energi dan nyaman. Terkait dengan SLF tersebut, perlu dilakukan audit energi pada Gedung Sekretariat Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum yang telah berusia lebih dari 25 tahun untuk mencari peluang penghematan energi dan untuk mengetahui respon kenyamanan termal penghuni. Audit energi dilakukan untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung

dan mengenali cara-cara untuk penghematannya (SNI 03-6196-2000). Kegiatan audit energi berkaitan dengan upaya konservasi energi, yakni upaya mengefisienkan pemakaian energi agar pemborosan energi dapat dihindarkan (SNI 03-6196-2000).

Penulisan karya tulis ini dimaksudkan untuk mengetahui peluang penghematan pemakaian energi listrik dan mengetahui tingkat kenyamanan termal penghuni Gedung Sekretariat Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum.

TINJAUAN TEORITIS

Salah satu ukuran hemat tidaknya suatu bangunan dalam memakai energi adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE). IKE adalah besaran yang menyatakan tingkat konsumsi energi per satuan luas lantai bangunan gedung. Satuan IKE adalah kWh/m²/tahun atau dapat juga dihitung perbulan kWh/m²/bulan. Kriteria IKE menurut Dirjen LPE diberikan pada tabel 1 dan menurut ASEAN *Data Base Office* 1990 diberikan pada tabel 2 (Nugroho, dkk, 2007). IKE maksimum menurut Lomba Gedung Hemat Energi 2006 untuk kantor adalah 200 kWh/m²/tahun (Nugroho, dkk, 2007).

Tabel 1 Standar Kriteria IKE Menurut Dirjen LPE

IKE (kWh/m ² /bln)	Kriteria
4,17 – 7,92	Sangat efisien
7,92 – 12,08	Efisien
12,08 – 14,58	Cukup efisien
14,58 – 19,17	Agak boros
19,17 – 23,75	Boros
23,75 – 37,5	Sangat boros

Sumber : Nugroho, dkk, 2007

Tabel 2 Standar Kriteria IKE Menurut ASEAN

IKE (kWh/m ² /tahun)	Kriteria
340 ± 5%	Energy Intensive
240 ± 5%	Base Case
180 ± 5%	Energy Standard
145 ± 5%	Energy Efficient

Sumber : Nugroho, dkk, 2007

Pemakaian energi dalam suatu bangunan perkantoran di daerah tropis sekitar 60% untuk pengkondisian udara (Nugroho, dkk, 2007). Beban pengkondisian udara dipengaruhi oleh beban eksternal (yakni radiasi matahari) dan beban internal (yakni penghuni, pencahayaan dan peralatan). Beban eksternal dapat dikurangi dengan mendesain selubung bangunan yang hemat energi. Pada standar selubung bangunan Indonesia (SNI 03-6389-2000) ditetapkan nilai maksimum OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dan RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*) maksimal sebesar 45 W/m². OTTV dengan satuan W/m² dihitung memakai persamaan (SNI 03-6389-2000):

$$OTTV = \alpha [(U_w \times (1 - WWR)] \times TD_{Ek} + (SC \times WWR \times SF) + [U_f \times WWR \times \Delta T](1)$$

dengan:

- α = absorbtansi radiasi matahari
- UW = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (Watt/m².Kelvin, disingkat W/m².K)
- WWR = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar
- TD_{Ek} = beda temperatur ekuivalen (K)
- SF = faktor radiasi matahari (Watt/m² disingkat W/m²)
- SC = koefisien peneduh dari sistem penetrasi.

- U_f = transmitansi termal fenestrasi (W/m².K).
- ΔT = beda temperatur perencanaan (diambil 5K)

RTTV dengan satuan W/m² dihitung memakai persamaan (SNI 03-6389-2000):

$$RTTV = \frac{\alpha(A_r \times U_f \times TD_{Ek}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_o \times SC \times SF)}{A_o} (2)$$

dengan:

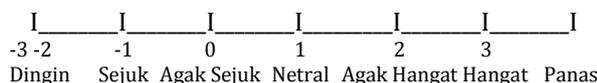
- α = absorbtansi radiasi matahari
- A_r = luas atap yang tak tembus cahaya (m²)
- A_s = luas *skylight* (m²)
- A_o = luas total atap = A_r + A_s (m²)
- U_r = transmitansi termal atap tak tembus cahaya (W/m².K)
- TD_{Ek} = beda temperatur ekuivalen (K)
- SC = koefisien peneduh dari sistem fenestrasi
- SF = faktor radiasi matahari (W/m²)
- U_s = transmitansi termal fenestrasi (*skylight*) (W/m².K)
- ΔT = beda temperatur perencanaan (5 K)

Untuk pencahayaan, Gedung Sekjen selaku gedung perkantoran harus memiliki tingkat pencahayaan 250 lux (SNI 03-6197-2000).

Besar temperatur ruangan bangunan pemerintah untuk penghematan energi menurut Inpres No. 10 Tahun 2010 adalah temperatur bola kering (T_{db}) 25 °C. Sedangkan kadar CO₂ ruangan untuk menghasilkan pertukaran udara yang hemat 15 cfm (*cycle per minute*) menurut standar ASHRAE adalah 700 ppm di atas kadar CO₂ luar bangunan (ASHRAE 61.1, 2007).

Persepsi atau kesan kenyamanan termal penghuni bangunan dapat digali dengan pertanyaan tentang kenetralan termal (diberi kode KusA1), keterterimaan termal (kode KusA2) dan preferensi termal (kode KusA3) (Sujatmiko, W., dkk, 2008) sebagai berikut:

(KusA1) Mohon Saudara beri tanda (V) pada skala di bawah ini yang menggambarkan kesan termal Saudara terhadap ruangan ini: (Jika diinginkan boleh memberi tanda di antara dua skala)



(KusA2) Menurut Saudara, kondisi termal ruangan ini sudah sesuai/ cocok dengan kondisi tubuh Saudara?

1. Ya (dapat diterima/ sudah sesuai)
2. Tidak (tidak dapat diterima/ tidak sesuai)

(KusA3) Silahkan pilih lingkaran di bawah ini sesuai dengan yang Saudara harapkan saat ini: Saya ingin ruangan ini menjadi:

1. lebih sejuk, 2. tidak berubah / tetap, 3. lebih hangat

METODE PENELITIAN

Objek penelitian berupa Gedung Sekretariat Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum yang terdiri dari 85 ruangan dalam 1 *basement* dan 4 lantai, terletak di kompleks Kementerian Pekerjaan Umum Jalan Pattimura 20 Jakarta Selatan sebagaimana tertera pada gambar 1. Penelitian dilaksanakan bulan April – Mei 2009. Pertama-tama dilakukan pengamatan selubung bangunan, dihitung tingkat hemat selubung dengan menghitung nilai OTTV menggunakan persamaan 1 dan RTTV dengan persamaan 2.

Kemudian dilakukan perhitungan IKE menggunakan data rekening listrik yang diperoleh dari pengelola bangunan dan membagi terhadap luasan lantai yang dikondisikan (menggunakan mesin pendingin/ mesin pengkondisian udara) 10.637,5 m².

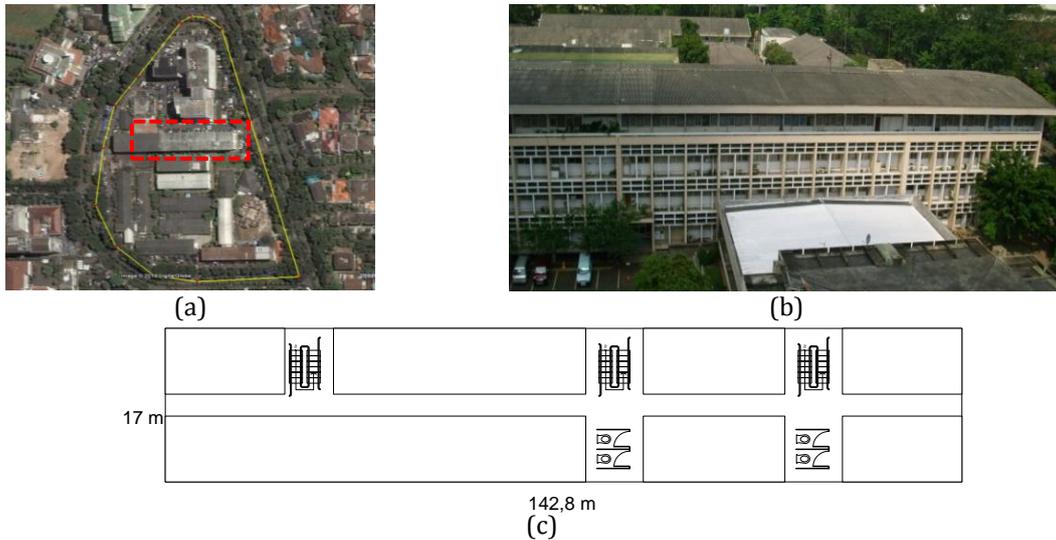
Selanjutnya pengukuran profil pemakaian energi dengan HIOKI Power Meter pada 4 panel listrik bergantian, masing-masing panel 7 hari dalam seminggu siang malam. Panel listrik induk Gedung Sekjen adalah: Panel 1:220 V memasok listrik lantai II dan VIP lantai 1-2-3, Panel 2: 220 V memasok listrik lantai 1, Panel 3:110 V memasok

listrik lantai 3 & 4 dan Panel 4:110 V memasok lift dan *basement*.

Kemudian dilakukan pengukuran kondisi termal ruangan (temperatur T_{db} , temperatur radian T_{globe} dan kelembaban RH menggunakan alat ukur “Questemp”), tingkat pencahayaan dengan lux meter “Lestem” pada titik ukur bidang kerja (0,75 m dari lantai) tepat di bawah lampu (disebut Lux tinggi) dan tidak tepat atau jauh dari lampu (disebut Lux rendah), kadar CO₂ ruangan dengan “Testo” (tiap ruangan satu titik ukur) dan kesan termal penghuni menggunakan kuesioner kenetralan termal (KusA1), preferensi termal (KusA2) dan keterterimaan termal (KusA3). Responden dipilih satu orang yang bersedia mengisi kuesioner untuk tiap ruangan yang ada penghuninya saat pengukuran berlangsung. Diperoleh data 76 responden dari 670 karyawan yang hadir dengan jumlah karyawan keseluruhan terdata 744 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan OTTV dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 dengan dihitung bertahap.



Gambar 1 Gedung Sekretariat Jenderal PU (a) Lokasi Dalam “Google Earth” (Tanda Garis Merah Putus-Putus), (b) Selubung Bangunan dan (c) Denah Lantai Tipikal (Hasil Analisis)

Pertama menghitung konduksi panas melalui dinding (tabel 3), kemudian menghitung konduksi panas melalui kaca (tabel 4) dan transmitansi panas melalui kaca (tabel 5). Dengan menjumlah total aliran panas dan total luasan, diperoleh OTTV selubung sebesar 21,71 W/m².

Adapun perhitungan RTTV menggunakan persamaan 2 dengan memakai data-data berikut: luas atap A_r 2803,15 m², tranmitansi termal bahan atap U_r 0,5 W/m².K, α beton ekspos 0,61 dan TD_{ek24} , diperoleh hasil RTTV sebesar 7,31 W/m².

Dengan demikian hasil perhitungan OTTV dan RTTV tersebut memenuhi ketentuan maksimal 45 W/m². Dengan demikian menurut SNI 03-6389-2000 bangunan Gedung Sekjen PU tergolong berselubung hemat energi.

Selanjutnya pada gambar 2 disampaikan data rekening pemakaian listrik (kWh) untuk perhitungan IKE. Pada gambar 2.a ditampilkan rekening bulan April 2006 – Desember 2007. Terlihat pemakaian listrik berfluktuatif seiring aktifitas penghuni, dimana menurut hasil

wawancara dengan pengelola, pemakaian listrik bulan Januari 2007 tertinggi karena pada bulan tersebut penghuni banyak kerja lembur untuk menyelesaikan Laporan APBN 2006. Total pemakaian listrik setahun pada tahun 2007 adalah 1.646.851,2 kWh, sehingga diperoleh IKE pertahun 154,815 kWh/m²/tahun dan IKE perbulan 12,9 kWh/m²/bulan untuk luasan bangunan yang dikondisikan. Hasil ini menurut Standar Dirjen LPE (tabel 1) cukup efisien dan menurut ASEAN (tabel 2) tergolong kategori energi standar. Pada gambar 2.b ditampilkan rekening bulan Januari – April 2009. Terlihat rata-rata pemakaian listrik tiap bulan lebih rendah, yakni 103.428,00 kWh, sehingga diperoleh IKE perbulan 9,7 kWh/m²/bulan. Apabila dibandingkan dengan IKE perbulan tahun 2007, terlihat terjadi penurunan IKE yang cukup besar 25% dibandingkan IKE tahun 2007. Menurut pihak pengelola gedung, selama tahun 2008 terjadi langkah-langkah penghematan dengan pengurangan jumlah lampu dan pembatasan waktu lembur.

Selanjutnya dianalisis profil pemakaian energi 24 jam selama satu minggu pada keempat panel pasokan listrik PLN. Grafik hasil pengukuran ditampilkan satu saja, yakni hasil pengukuran panel 1 seperti tertera pada gambar 3. Perbandingan data keempat panel disampaikan pada tabel 6. Hasil pengukuran keempat panel memperlihatkan adanya karakteristik yang sama, yakni terdapat ketidakseimbangan fasa R-S-T, beban utama terjadi pada hari kerja Senin – Jumat dengan beban puncak pada rentang pukul 11 – 14

dan faktor daya naik turun mengikuti besar arus pemakaian dengan nilai rata-rata 0,922. Pada tabel 7 disampaikan data perbandingan pemakaian listrik untuk hari libur (hari Jumat jam 21.00 – sampai Senin jam 06.00). Terlihat faktor daya yang relatif sama dengan pemakaian hari biasa dan pada hari libur pemakaian listrik tetap ada, mencapai 14,07%.

Berdasarkan data tabel 6, dapat dihitung penurunan daya untuk penghematan listrik. Dari tabel 6 terlihat bahwa beban puncak maksimal 345,14 kVA. Sedangkan daya terpasang yang terbaca pada rekening PLN adalah 630 kVA, jadi beban puncak saat pengukuran sekitar 55% dari daya terpasang. Biaya beban per kVA adalah Rp. 23.800. Jadi tiap bulan pengelola Gedung Sekjen PU harus membayar Rp. 23.800 x 630 = Rp.14.994.000. Dapat dipertimbangkan di sini kemungkinan penurunan daya terpasang. Seandainya daya terpasang diturunkan menjadi sekitar Rp. 23.800 x 400 = Rp. 9.520.000. Jadi terdapat penghematan sebesar Rp. 14.994.000 – Rp. 9.520.000 = Rp. 5.474.000,- tiap bulan. Namun, pengurangan daya perlu mempertimbangkan hal berikut; dari data rekening 2006 – 2007 terlihat bulan pemakaian energi terbesar adalah Desember – Januari dan Agustus – September. Sedangkan pada survei ini pengukuran dilakukan bulan April – Mei. Dengan demikian bukan dilakukan pada bulan-bulan dengan kecenderungan terbesar pemakaian, sehingga hasil ini perlu mempertimbangkan kecenderungan tersebut.

Tabel 3 Perhitungan OTTV-Konduksi Panas Melalui Dinding Tembok

Arah	Bahan	Luas (m ²)	SC	U	α	Hasil kali (W)
Utara	dinding bata	626	12	2.71	0.6	12215,10
	dinding	1276,56	12	2.71	0.6	24908,23
Selatan	dinding	2033,65	12	2.71	0.6	39680,59
	dinding roster	75,1	12	2.71	0.6	1464,87
Barat	dinding	319,4	12	2.71	0.6	6231,65
Timur	dinding	255,52	12	2.71	0.6	4985,32
Jumlah		4586.19				89485.74

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4 Perhitungan OTTV-Konduksi Panas Melalui Kaca

Arah	Bahan	Luas (m ²)	SC	SF	CF	Hasil kali (W)
Utara	kaca bening 5 mm	390,61	0.3	130	0.72	10968,32
Selatan	kaca bening 5 mm	117,2	0.3	97	0.74	2172,35
	lubang roster	54,62	0.3	97	0.74	1616,67
Barat	dinding ventilasi	30,65	0.3	243	1.23	2746,05
Timur	dinding ventilasi	24,52	0.3	112	1.23	1012,52
Jumlah		638.01				18867.37

Sumber: Hasil Analisis

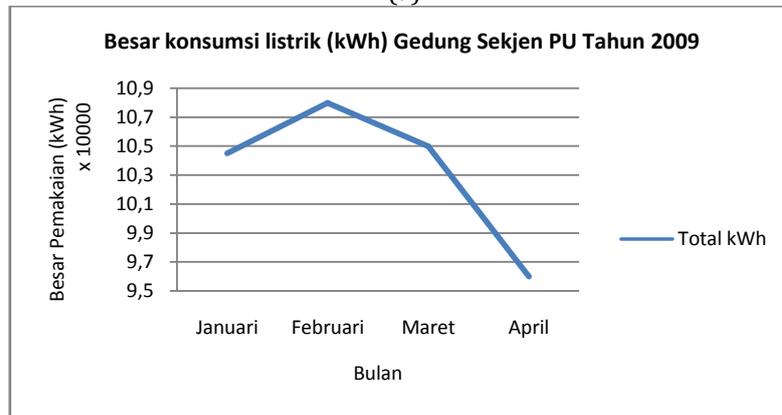
Tabel 5 Perhitungan OTTV-Transmitansi Panas Melalui Kaca

Arah	Bahan	Luas (m ²)	ΔT	U(Ur)	Hasil kali (W)
Utara	kaca bening 5 mm	390,61	5	5.93	11581,59
Selatan	kaca bening 5 mm	117,2	5	5.93	3474,99
	lubang roster	75,1	5	5.93	2225,96
Barat	dinding ventilasi	30,65	5	5.93	908,05
Timur	dinding ventilasi	24,52	5	5.93	726,44
Jumlah		638.01			18917.00

Sumber: Hasil Analisis

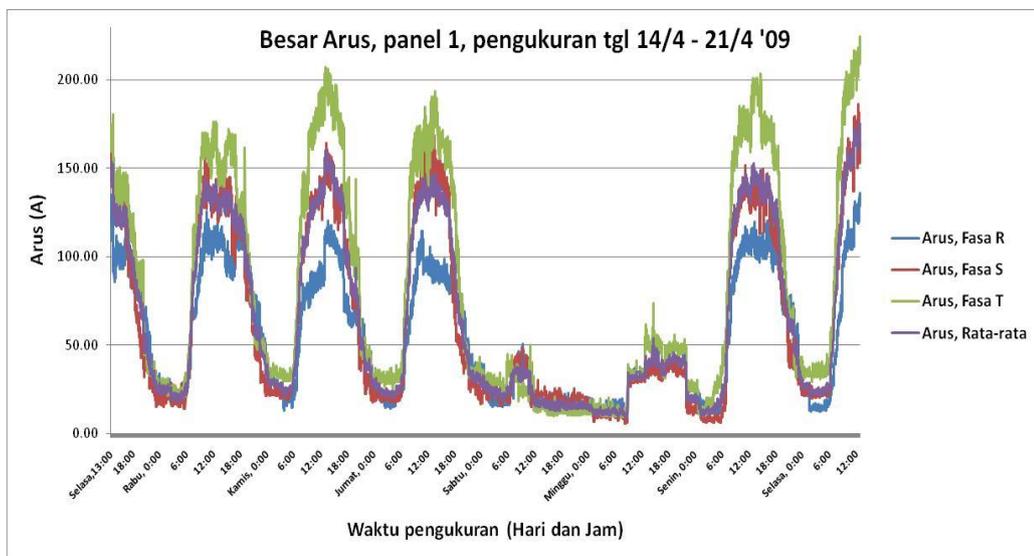


(a)

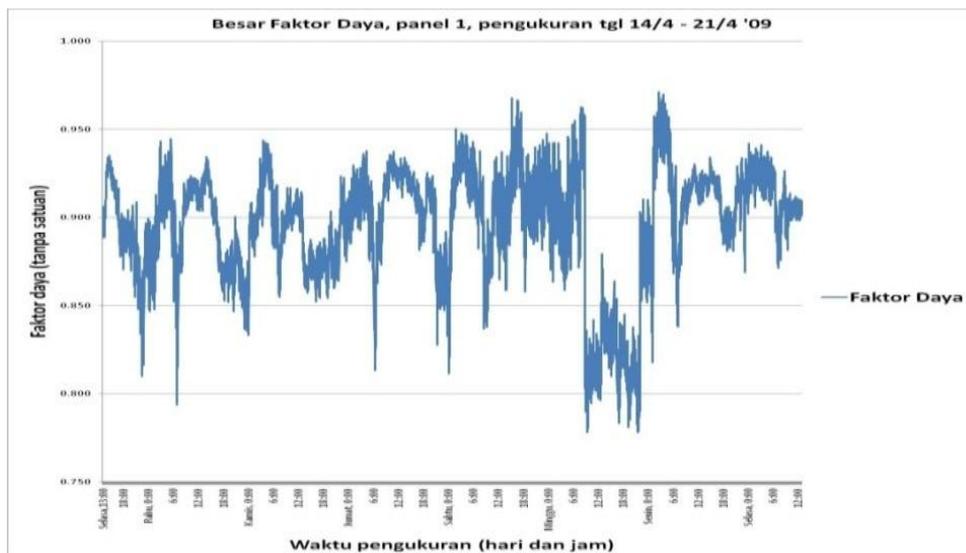


(b)

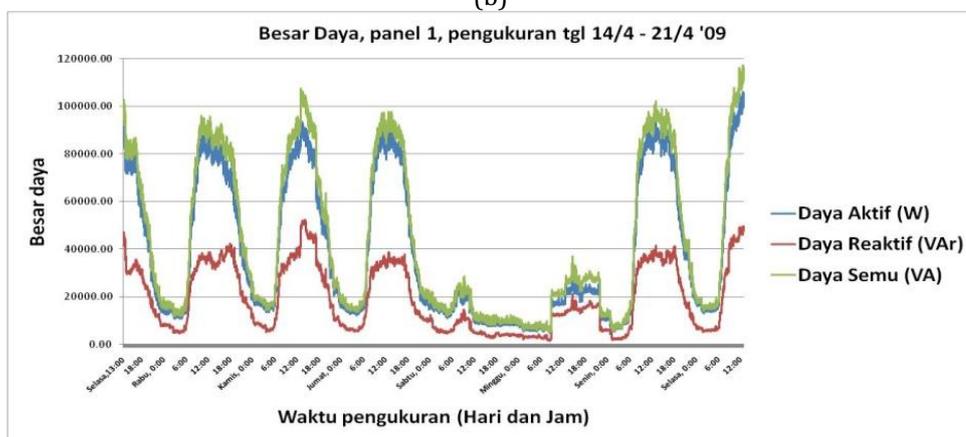
Gambar 2 Profil Tagihan Konsumsi Listrik (kWh) Gedung Utama Dep PU (a) April 2006 – Desember 2007, dan (b) Januari – April 2009 (Hasil Analisis)



(a)



(b)



(c)

Gambar 3 Profil (a) Besar Arus, (b) Faktor Daya dan (c) Besar Daya Hasil Pengukuran Panel 1 Gedung Sekjen PU (Hasil Analisis)

Tabel 6 Perbandingan Hasil Pengukuran Pemakaian Listrik pada Ke-4 Panel Induk

Panel	Arus				Daya			Daya Semu (%)	Daya Semu Puncak (kVA)	Faktor Daya
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Tiga Fasa	Aktif (kW)	Reaktif (kVAr)	Semu (kVA)			
1	535218	620022	784963	646734	389696	189341	439028	36,93	117,2	0,895
2	662337	408991	625741	565689	363809	995551	377632	31,76	103,3	0,961
3	649966	521798	427675	533146	190548	54305	199254	16,76	60,6	0,925
4	446865	451952	469699	456173	160701	61013	172971	14,55	64,0	0,905
Total					1104754	1300210	1188885	100,00	345,14	0,922

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7 Perbandingan Hasil Pengukuran Pemakaian Listrik Hari Libur

Panel	Daya semu hari libur (kVA)	Persentase Daya Semu	Faktor daya hari libur	Persentase pemakaian hari libur
1	53.271	31,85	0,886	12,13
2	55.518	33,19	0,964	14,70
3	40.072	23,96	0,914	20,11
4	18.406	11,00	0,882	10,64
Total	167.267	100,00	0,912	14,07

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 8 Hasil Pengecekan Fasa R-S-T-N pada Panel Pembagi Tiap Lantai

No	Panel Induk Asal	Lokasi Panel Pembagi	Hasil Pengukuran				Keterangan
			R	S	T	N	
1	Panel Bsm 110 V	Basement	31,04	61,97	75,24		Tidak ada N
2	Panel Lt 1 220 V	Lantai 1	68,71	101,70	154,68	76,97	
3	Panel Lt 2 220 V	Lantai 2	87,65	100,99	141,10	136,21	
4	Panel Lt 3 110 V	Lantai 3	91,80	80,80	79,00	0,00	Tidak ada N
5	Panel Lt 3 220 V	Lantai 3	49,08	76,37	49,07	65,74	Ground = 0.15 A
6	Panel Lt 4 110 V	Lantai 4	181,10	193,70	192,40		Tidak ada N
7	Panel Lt 4 220 V	Lantai 4	52,90	17,80	66,70	11,53	Panel kecil

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 9 Total Persentase Rating Nominal Peralatan Terpasang

Pemakaian	Watt	Persentase
Peralatan kantor (komputer, printer, fotokopi, proyektor digital)	178.075	30,51
Peralatan lain-lain (TV, kulkas, dispenser, fan)	23.850	4,09
AC	357.000	61,16
Lampu	24.812	4,25
Total	583.737	100,00

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 10 Statistik Deskriptif Kondisi Termal Ruangan

	N Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic
T _{db}	79	24.80	27.90	26.3418	.82113
T _{globe}	79	24.50	28.10	26.4722	.84807
RH	79	44.00	86.00	61.3544	8.06391
CO ₂	75	500.00	1604.00	762.8133	209.78037
Lux Rendah	75	20.00	240.00	98.0800	47.29001
Lux Tinggi	75	25.00	320.00	147.7467	66.86091
Ket. : Lux Rendah		: titik ukur bidang kerja tidak di bawah lampu			
Lux Tinggi		: titik ukur bidang kerja terdekat di bawah lampu			

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 11 Statistik Deskriptif Kesan Termal

	N Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic
KusA1	76	-3.00	3.00	-.5658	1.47951
KusA2	76	.00	2.00	1.2500	.46547
KusA3	76	1.00	2.00	1.3947	.49204

Sumber : Hasil Analisis

Selanjutnya pada tabel 8 disampaikan hasil pengukuran fasa R-S-T dan N pada panel pembagi lantai dan diperoleh adanya ketidakseimbangan fasa dan arus netral yang cukup besar. Arus netral perlu mendapat perhatian karena kabel netral umumnya berdiameter kecil sehingga cepat panas tidak dipasang saklar pengaman karena tidak dipersyaratkan PUIL 2000.

Selanjutnya, pada tabel 9 disampaikan hasil pendataan peralatan, AC dan lampu yang dipergunakan pada seluruh ruangan yang ada. Terlihat dengan melihat rating nominal peralatan yang ada tanpa memperhitungkan lama waktu pemakaian (lama waktu pemakaian diasumsikan sama), diperoleh AC peringkat tertinggi, lalu peralatan kantor, peralatan lain-lain dan lampu.

Pada tabel 10 ditampilkan hasil statistik kondisi termal ruangan. Terlihat kondisi temperatur ruangan rata-rata T_{db} dan T_{globe} masing-masing 26,34 °C dan 26,47 °C atau hampir sama. Hal ini menandakan kondisi selubung bangunan yang relatif bagus dalam menahan panas radian. Sebagai perbandingan udara luar rata-rata T_{db} 30,7 °C, T_{globe} 33,39 °C dan RH 75,5% dan koridor tak dikondisikan T_{db} 27,1 °C, T_{globe} 27,5 °C dan RH 74,86%. Rata-rata T_{db} ruangan di atas 25 °C memenuhi ketentuan penghematan energi.

Selanjutnya, pada tabel 10 tertera nilai rata-rata CO₂ ruangan sebesar 762,8 ppm dan RH 61,3%, jauh dari ketentuan ASHRAE 62.1-2000 yang mengizinkan untuk penghematan energi kadar CO₂ ruangan hingga 700 ppm di atas udara luar. Kadar CO₂ udara luar rata-rata 488,71 ppm, sehingga

kadar CO₂ maksimal 1189 ppm masih bisa diterima. Kadar CO₂ rendah, padahal T_{db} dan RH relatif tinggi, hal ini diduga akibat jendela yang dibiarkan terbuka ketika mesin AC menyala dan lubang-lubang pada dinding yang tidak tertutup rapat. Tercatat 25 ruangan (berarti 29,4%) yang terbuka saat pengukuran padahal mesin AC sedang dijalankan.

Pada tabel 10 hasil pengukuran tingkat pencahayaan menunjukkan hasil rata-rata 98 - 147,7 lux, berarti jauh di bawah ketentuan standar 250 lux⁵. Dengan demikian langkah konservasi yang telah dilaksanakan pengelola dengan mematikan sebagian lampu dipandang tidak tepat, tidak sesuai dengan tujuan konservasi, yang diharapkan dapat menghasilkan bangunan hemat tanpa mengesampingkan aspek kenyamanan, baik termal maupun visual.

Pada tabel 11 tertera rata-rata statistik KusA1 dari 76 responden adalah -0,57 berarti antara pilihan agak hangat dan hangat. Dengan demikian kondisi ruangan dirasakan penghuni lebih sejuk dari netral. Untuk KusA2 diperoleh rata-rata 1,25 berarti responden memilih antara menerima dan tidak menerima, yang berarti tidak semua menerima kondisi ruangan. Sedangkan KusA3 diperoleh rata-rata 1,39 yang berarti antara tidak berubah dan ingin lebih sejuk, berarti cenderung ingin kondisi bertemperatur lebih rendah dan hasil korelasi menunjukkan bahwa antara KusA1 dan KusA2 berkorelasi positif 0,589 dan antara KusA1 dan KusA3 negatif -0,468.

KESIMPULAN

Selubung bangunan Gedung Sekjen PU termasuk selubung hemat energi (OTTV 21,71 W/m² dan RTTV 7,31 W/m²), IKE 154,815 kWh/m²/tahun (12,9 kWh/m²/bulan) tergolong cukup efisien dan termasuk kategori energi standar, faktor daya bagus 0,922 tapi terdapat ketidakseimbangan fasa R-S-T sehingga terukur arus netral yang cukup besar, daya terpakai sekitar 55% daya terpasang, hari libur ada pemakaian listrik 14,10%, pencahayaan 98-147 lux (di bawah standar 250 lux), ada kebocoran udara (kadar CO₂ rendah 762,5 ppm, rata-rata temperatur dan kelembaban tinggi 26,3°C dan 61,3%). Ruangan dirasakan sebagian penghuni lebih dingin dari netral, tapi tidak semua menerima kondisi ini dan ingin temperatur lebih rendah.

Dengan demikian pemakaian listrik Gedung Sekjen-PU tergolong hemat, akan tetapi kondisi kenyamanan visual dan termal penghuni belum dipenuhi. Untuk memenuhi kondisi yang hemat tapi juga nyaman secara visual dan termal perlu dilakukan sejumlah langkah sebagai berikut : penurunan daya, pembenahan ketidakseimbangan fasa R-S-T, perbaikan tingkat penerangan dan perbaikan kebocoran energi pengkondisian udara.

SARAN

Pada penelitian ini kenyamanan visual hanya dibandingkan antara data terukur dengan standar acuan, tetapi tidak mempertimbangkan kesan kenyamanan visual penghuni. Pada penelitian selanjutnya untuk melengkapi kuesioner kenyamanan termal perlu dimasukkan juga kuesioner kenyamanan visual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Fefen Suhendi, ST atas bantuannya selama pengukuran dan kepada Prof. Dr. Masno Ginting atas bimbingannya selama penulisan karya tulis ini saat Diklat Peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- UU No. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung*. Dirjen Cipta Karya-PU.
- SNI 03-6196-2000 Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*. BSN.
- Nugroho, dkk, 2007, *Audit Energi Gedung Dirjen LPE*. PPE-ITB.
- SNI 03-6389-2000 Konservasi Energi pada Selubung Bangunan*. BSN.
- SNI 03-6197-2000 Konservasi Energi Sistem Pencahayaan*. BSN.
- Sujatmiko, W, W. Hendradjit, dan Soegijanto, 2008, Menuju Penyusunan Standar Kenyamanan Adaptif di Indonesia, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Standardisasi (PPIS) 2008*. BSN.
- Inpres No. 10 Tahun 2005 tentang Penghematan Energi pada Bangunan Pemerintah*.
- ASHRAE 62.1-2007, 2007, ASHRAE Standard-Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, Atlanta-USA. ASHRAE.
- BSN, 2000, *Peraturan Umum Listrik Indonesia (PUIL)*. BSN.