

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

AUDIT ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG KAMPUS UNDIP PLEBURAN SEMARANG

Oleh: Ricky Salpanio (L2F002605)

Jurursan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak - Konsumsi energi listrik di kampus UNDIP Pleburan mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga perlu dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik ulang guna mengetahui apakah konsumsi energi listriknya masih hemat dan efisien atau tidak. Setelah dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik, kemudian mencari alternatif peluang untuk penghematannya. Untuk maksud inilah perlu dilaksanakan kegiatan audit energi listrik di kampus UNDIP Pleburan.

Audit energi listrik diawali dengan pengumpulan data historis gedung kampus UNDIP Pleburan. Kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dari setiap pelanggan yang ada di kampus UNDIP Pleburan. Dari hasil perhitungan IKE tersebut akan diketahui tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan.

Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik di kampus UNDIP Pleburan dapat dilakukan dengan penghentian penggunaan beberapa pelanggan listrik, dimana pelanggan listrik tersebut penggunaannya sudah tidak efisien. Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik di kampus UNDIP Pleburan juga dapat dilakukan dengan penurunan kapasitas pelanggan listrik yang ada di kampus UNDIP Pleburan.

Kata kunci : Audit energi listrik, Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik, efisiensi, kampus UNDIP Pleburan.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa faktor yang melatarbelakangi perlu dilakukannya audit energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan Semarang adalah:

1. Peningkatan populasi dan pembangunan gedung baru di Kampus UNDIP Pleburan
2. Penambahan beban listrik di Kampus UNDIP Pleburan
3. Perubahan fungsi ruangan.
4. Penambahan Pelanggan Listrik
5. Tingkat kuat penerangan yang tidak memadai

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah menghitung intensitas konsumsi energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan guna mengetahui sejauh mana efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan, baik secara keseluruhan maupun pada masing-masing sektor

penggunaan dan mencari bagaimana cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan tanpa mengurangi produktifitas dan kenyamanan penghuninya.

1.3 Batasan Masalah

1. Audit energi listrik hanya dilakukan pada 21 pelanggan yang ada di kampus UNDIP Semarang
2. Data pengukuran beban harian mengacu pada pengukuran yang dilakukan pada tanggal 13 – 19 Januari 2007.
3. Pelaksanaan audit energi listrik pada kampus UNDIP Pleburan Semarang berpedoman kepada SNI 03-6196-2000 tentang Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung.
4. Standarisasi sistem tata udara berpedoman kepada SNI 03-6090-2000 tentang Komservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung
5. Standarisasi sistem pencahayaan berpedoman kepada SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Pada Bangunan Gedung.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilaksanakannya audit energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan Semarang diharapkan memberikan manfaat, antara lain:

1. Mengetahui besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik pada kampus UNDIP Pleburan Semarang.
2. Mencegah pemborosan tanpa mengurangi kenyamanan penghuni gedung.
3. Mengetahui profil penggunaan energi listrik.
4. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.
5. Memberikan masukan kepada Universitas Diponegoro tentang peluang penghematan energi yang dapat dilakukan pada gedung kampus UNDIP Pleburan dalam rangka konsevasi energi listrik.

II DASAR TEORI

2.1 Pengertian Audit Energi ^[20]

Audit Energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya.

2.2 Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung ^[20]

2.2.1 Audit Energi Awal

Kegiatan yang dilakukan pada saat audit energi awal adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan dan penyusunan data energi bangunan gedung.

Data-data tersebut antara lain:

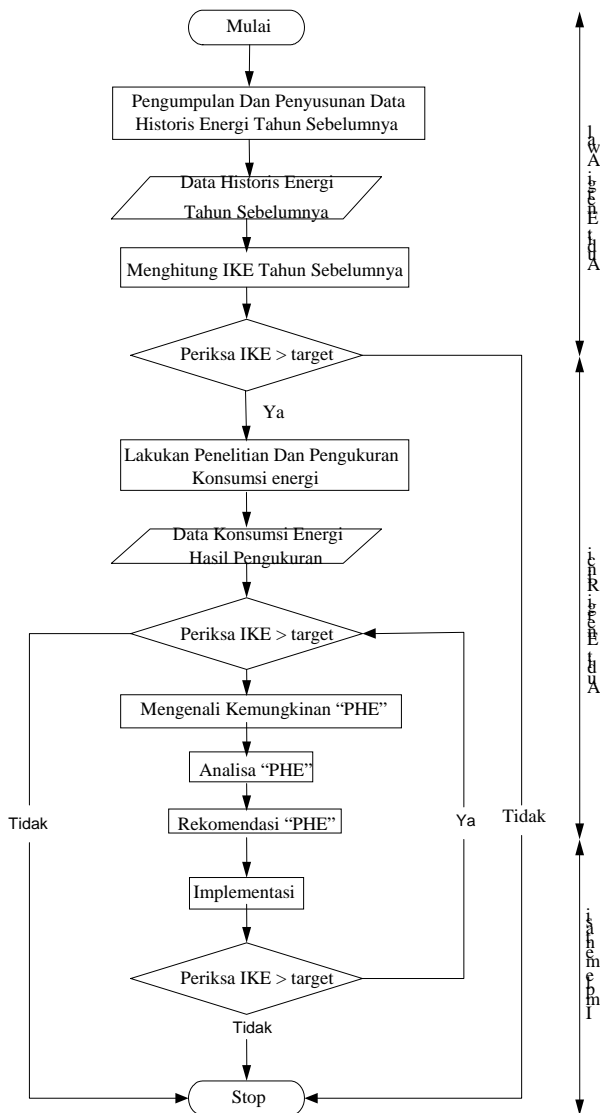
- a. Dokumentasi bangunan terdiri dari:
 - Denah bangunan gedung.
 - Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
 - Kurva satu garis listrik
- b. Pembayaran rekening listrik bulanan
- c. Tingkat hunian bangunan (occupancy rate)

2. Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) Gedung.

2.2.2 Audit Energi Rinci

Audit energi rinci dilakukan bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan. Jika dari hasil perhitungan IKE ternyata sama atau lebih kecil dari pada IKE yang ditargetkan, audit energi rinci masih dapat dilakukan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Kegiatan yang dilakukan dalam audit energi rinci adalah :

1. Penelitian Konsumsi Energi
2. Pengukuran energi
3. Identifikasi Peluang Hemat Energi
4. Analisis Peluang Hemat Energi



Gambar 2.1: Bagan Alur Proses Audit Energi

2.3 Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik dan standar^[19]

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung

Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC.

Tabel 2.1: IKE Bangunan Gedung Tidak ber-AC

Kriteria	Keterangan
<p>Efisien (0,84 – 1,67) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konversi energi listrik b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan system manajemen energi terpadu</p>
<p>Cukup Efisien (1,67 – 2,5) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi b) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan</p>
<p>Boros (2,5 – 3,34) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi</p>
<p>Sangat Boros (3,34 – 4,17) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi /peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan</p>

Tabel 2.2. Kriteria IKE Bangunan Gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
<p>Sangat Efisien (4,17 – 7,92) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Desain gedung sesuai standar tatacara perencanaan teknis konservasi energi b) Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip management energi</p>
<p>Efisien (7,93 – 12,08) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur b) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan system manajemen energi terpadu</p>
<p>Cukup Efisien (12,08 – 14,58) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Penggunaan energi cukup efisien melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan b) Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi</p>
<p>Agak Boros (14,58 – 19,17) kWh/m²/bulan</p>	<p>a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi</p>

Boros (19,17 – 23,75) kWh/m ² /bulan	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Instalasi peralatan dan desain pengopeasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penhematan energi
Sangat Boros (23,75 – 37,5) kWh/m ² /bulan	a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi /peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan b) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

2.4 Audit Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan gedung ^[20]

Kondisi suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan sangat mempengaruhi kenyamanan penghuni yang berada diruangan tersebut Rasa nyaman dapat diperoleh apabila suhu ruangan berkisar antara 24°C – 26°C dan dengan kelembaban udara antara 50 – 70%. Untuk mencapai kondisi yang diinginkan tersebut maka digunakan peralatan penyejuk udara misalnya kipas angin dan *air conditioning* (AC). Audit energi sistem tata udara bertujuan untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan dan mengetahui efisiensi penggunaan peralatan penyejuk udara.

2.5 Audit Energi Sistem Pencahayaan pada bangunan gedung ^[20]

Audit energi sistem pencahayaan bertujuan untuk mengetahui tingkat kuat penerangan dalam suatu ruangan. Tingkat kuat penerangan dalam suatu ruangan harus disesuaikan dengan jenis aktifitas didalam ruangan tersebut. Jika aktifitasnya membutuhkan ketelitian yang tinggi, maka tingkat kuat penerangan yang dibutuhkan juga semakin besar. Selain untuk mengetahui tingkat kuat penerangan dalam suatu ruangan, audit energi sistem pencahayaan juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi untuk sistem pencahayaan dalam suatu ruangan.

III GAMBARAN UMUM KONSUMSI ENERGI LISTRIK KAMPUS UNDIP PLEBURAN

Dari data rekapitulasi pembayaran rekening listrik diketahui bahwa konsumsi energi listrik kampus UNDIP Pleburan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Konsumsi energi listrik terbesar terjadi pada bulan Juni tahun 2006 yaitu sebesar 239.657 kWh. Selain itu juga diketahui bahwa pembayaran rekening listrik kampus UNDIP Pleburan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Bahkan pembayaran energi listrik kampus UNDIP Pleburan setiap tahunnya diatas 1 Milliyar Rupiah.

IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Audit energi awal

Audit Energi Awal dilakukan dengan menganalisis tingkat kuat penerangan, sistem tata udara disetiap ruangan dan menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik setiap pelanggan yang ada di kampus UNDIP Pleburan. Konsumsi energi listrik suatu gedung dikatakan efisien jika tingkat kuat

penerangan, sistem tata udara disetiap ruangan dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listriknya sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan.

4.1.1 Analisis Tingkat Kuat Penerangan

Dari hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar aktifitas di kampus UNDIP Pleburan dilakukan pada siang hari. Dan ruangan-ruangan gedung kampus UNDIP Pleburan masih menggunakan penerangan alamiah pada waktu siang hari. Lampu penerangan hanya dinyalakan pada saat dibutuhkan saja.

Perbandingan tingkat kuat penerangan hasil pengukuran dengan standar yang sudah ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000 untuk beberapa sampel ruangan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1: Perbandingan hasil pengukuran tingkat kuat penerangan

No	FAKULTAS	GEDUNG	RUANGAN	Lux	
				Ukur	Standar
1	Hukum	Dekanat	Umper	49	350
2	Ekonomi	F. Ekonomi	Keuangan	21,7	350
3	FPIK	Gedung A	E 107	39	250
4	FISIP	Gedung A	R. Dosen ANI	133	350
5	Sastra	G. F Sastra	E-103	97,3	250
6	Rektorat	Rektorat	Adm SPMB	67,3	350
7	Pasca Sarjana	Gedung A	R. TU	88,3	350
8	UPT	UPT Komp	R. Arsip	114,7	300

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa hampir semua ruangan yang ada di kampus UNDIP Pleburan, tingkat kuat penerangannya berada dibawah standar yang telah ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000.

4.1.2 Analisis Sistem Tata Udara

Hasil perhitungan kapasitas AC yang ideal dan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara untuk beberapa sampel ruangan pada gedung kampus UNDIP Pleburan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2: Hasil perhitungan kapasitas AC dan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara

No	Fakultas	GEDUNG	Ruangan	Kapasitas AC (pk)		Suhu (°C)	RH (%)
				hitungan	Terpasang		
1	Hukum	Dekanat	Umper	4,44	2	29	65
2	Ekonomi	FE	Keuangan	23,41	5,5	25	67
3	FPIK	Gedung A	E 106	1,05	1,5	28	66
4	FISIP	Gedung A	R Dsn ANI	1,36	1,5	26	68
5	Sastra	G. F. Sast	RB-4	9,94	4	25	69
6	Rektorat	Rektorat	Adm SPMB	5,8	1	28	66
7	Pasca Sarj	Gedung A	R. TU	2,29	2	27	67
8	UPT	Komp	R. Pimp	2,24	2	26	68

Dari tabel 4.2 diketahui bahwa suhu dan kelembaban udara pada ruangan ber-AC di gedung kampus UNDIP Pleburan pada saat beban pendinginan minimum berkisar antara 22 °C – 26 °C dengan kelembaban 66 % – 69 %. Dan dari tabel 4.2 juga diketahui bahwa kapasitas sistem penyejuk udara (AC) berdasarkan analisis perhitungan pada setiap ruangan lebih besar jika dibandingkan dengan kondisi terpasang, hal tersebut menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban

udara disetiap ruangan gedung kampus UNDIP Pleburan pada saat beban pendinginan maksimum tidak sesuai dengan standar.

4.1.3 Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Pada tabel 4.3 berikut dapat dilihat nilai IKE dari setiap pelanggan listrik yang ada di kampus UNDIP Pleburan.

Tabel 4.3: Kriteria IKE Pelanggan Listrik Kampus UNDIP Pleburan

No	NAMA PELANGGAN	Luas Gedung (m ²)	Jenis Gedung	IKE KWH/m ² /bln
1	Undip Pasca Sarjana	6990,25	ber-AC	4,32 s/d 6,2
2	Lmb Bhs Fak Sastra	713	ber-AC	4,77 s/d 9,62
3	LPPU Undip	535	tidak ber-AC	0,16 s/d 0,25
4	Gedung Lab Undip	285	tidak ber-AC	0 s/d 0,38
5	Laboratorium Undip	-	-	-
6	Masjid Undip	360	tidak ber-AC	0,97 s/d 1,53
7	Univ Diponegoro	657	ber-AC	0,74 s/d 1,25
8	Lab Fak Peternakan	290	ber-AC	3,86 s/d 7,45
9	Dinas Peternakan	56	ber-AC	11,02 s/d 16,93
10	G Fak Sastra Undip	1201,7	ber-AC	2,25 s/d 4,86
11	Undip	15.869,35	ber-AC	3,33 s/d 4,96
12	Fakultas Ekonomi	1250	ber-AC	12,92 s/d 20,36
13	R D3 Fak Sastra	312	ber-AC	4,35 s/d 7,32
14	BMOM Fak HKM	749	ber-AC	5,66 s/d 57,88
15	FISIP UNDIP	1122,4	ber-AC	3,49 s/d 12,51
16	FE Prog Ekstensi	1048,5	ber-AC	0 s/d 3,15
17	FE Prog Komputer	1005	ber-AC	0,37 s/d 1,91
18	Lab Akunt & Komp	1039,6	ber-AC	3,35 s/d 6,12
19	Lab Fak Sastra	104	ber-AC	13,46 s/d 60
20	Sastra Ekstensi	336	ber-AC	3,1 s/d 11,96
21	Program MM	2003	ber-AC	5,42 s/d 8,66

Dari audit energi awal dapat disimpulkan bahwa tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan belum dapat dihitung. Hal tersebut disebabkan karena tingkat kuat penerangan disebagian besar ruangnya masih dibawah standar yang ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000. Dan kondisi suhu dan kelembaban udara disetiap ruangnya pada saat terjadi beban pendinginan maksimum tidak sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan.

4.2 Audit energi rinci

Audit energi rinci dilakukan dengan penelitian terhadap beban-beban listrik yang disuplai oleh masing-masing pelanggan dan penelitian terhadap hasil pengukuran beban harian dari masing-masing pelanggan.

4.2.1 Pelanggan Dinas Peternakan (R3/TR/7,7 kVA)

Konsumsi daya listrik pelanggan Dinas Peternakan berkisar antara 0,71 s/d 5,69 kVA. Sebelum digunakan sebagai gedung administrasi D3 Sastra

Inggris, gedung tersebut merupakan milik Dinas Peternakan.

Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan pada gedung administrasi D3 Sastra Inggris adalah dengan pemutusan pelanggan Dinas Peternakan (R3/TR/7,7 kVA). Sebagai pengganti suplai gedung administrasi D3 Sastra Inggris, diambil dari pelanggan Lab Fak Peternakan (S2/TR/22 kVA) yang menyuplai gedung administrasi D3 Sastra Jepang yang letaknya disebelah gedung administrasi D3 Sastra Inggris.

4.2.2 Pelanggan laboratorium Undip (S2/TR/53 kVA)

Dari hasil audit awal diketahui bahwa sejak Januari 2006 sampai dengan Desember 2006 konsumsi energi listrik terbesar pelanggan Laboratorium Undip adalah 2.120 kWh. Bahkan beberapa bulan konsumsi energi listrik pelanggan Laboratorium Undip adalah nol. Jika dibandingkan dengan kapasitas pelanggan Laboratorium Undip sebesar 53 kVA, maka dapat dikatakan bahwa konsumsi energi listrik pelanggan Laboratorium Undip sangat kecil sekali. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan pelanggan Laboratorium Undip dengan kapasitas 53 kVA tidak efisien lagi.

Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan terhadap pelanggan Laboratorium Undip adalah dengan penurunan kapasitas langganan dari 53 kVA menjadi 22 kVA .

4.2.3 Pelanggan FE Prog Ekstensi UDP (S2/TR/22 kVA) dan pelanggan FE Prog Komputer UDP (S2/TR/22 kVA)

Pelanggan FE Prog Ekstensi UDP digunakan untuk menyuplai gedung ekstensi FE lantai 1 dan pelanggan FE Prog komputer digunakan untuk menyuplai gedung ekstensi FE lantai 2. Konsumsi energi listrik kedua pelanggan tersebut sangat kecil, karena kedua pelanggan tersebut hanya digunakan sebagai cadangan (emergency), sedangkan yang menjadi suplai utama gedung ekstensi FE adalah pelanggan Undip Pasca Sarjana (S2/TR/147 kVA).

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa beban puncak pelanggan Undip Pasca Sarjana adalah 146,11 kVA. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi daya listrik pelanggan Undip Pasca Sarjana mendekati nilai kapasitas langganan, dimana kapasitas langganannya adalah 147 kVA. Keadaan tersebut sangat berbahaya, karena jika konsumsi daya listriknya melebihi kapasitas langganannya maka dapat menyebabkan terjadinya *trip*, sehingga akan terjadi pemadaman dan mengganggu aktifitas pada gedung-gedung yang disuplai oleh pelanggan Undip Pasca Sarjana.

4.2.4 Pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip (S2/TR/82,5 kVA)

Beban puncak pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip sebesar 21,88 kVA. Jika dibandingkan dengan kapasitas langganannya (82,5 kVA), maka penggunaan pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer tidak efisien. Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan adalah dengan penurunan kapasitas langganan.

4.2.5 Pelanggan Fakultas Ekonomi (S2/TR/147 kVA)

Beban puncak pelanggan Fakultas Ekonomi

adalah 87,21 kVA. Jika dibandingkan dengan kapasitas langganannya (147 kVA), maka penggunaan pelanggan Fakultas Ekonomi tidak efisien. Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan adalah dengan penurunan kapasitas langganan.

4.2.6 Pelanggan Sastra Ekstensi (S2/TR/22 kVA)

Beban puncak pelanggan Sastra Ekstensi adalah 13,59 kVA. Jika dibandingkan dengan kapasitas langganannya (22 kVA), maka penggunaan pelanggan Sastra Ekstensi tidak efisien. Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan adalah dengan penurunan kapasitas langganan.

4.2.7 Pelanggan Gedung Fakultas Sastra Undip (S2/TR/22 kVA)

Beban puncak pelanggan Gedung Fakultas Sastra Undip adalah 18,51 kVA. Jika dibandingkan dengan kapasitas langganannya (22 kVA), maka penggunaan pelanggan Gedung Fakultas Sastra Undip sudah efisien.

4.2.8 Pelanggan Lab Fak Sastra Undip (S2/TR/ 22 kVA)

Beban puncak pelanggan Lab Fak Sastra Undip adalah 20,63 kVA. Jika dibandingkan dengan kapasitas langganannya (22 kVA), maka penggunaan pelanggan Lab Fak Sastra sudah efisien.

4.3 REKOMENDASI

Pada rekomendasi ini akan diberikan langkah-langkah yang dapat ditempuh guna penghematan konsumsi energi listrik, penghematan biaya konsumsi energi listrik dan peningkatan keandalan penyaluran energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan.

4.3.1 Langkah-langkah Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Penerangan

1. Memanfaatkan cahaya alami pada siang hari sebaik-baiknya. Dalam pemanfaatan cahaya alami pada siang hari, masuknya radiasi matahari langsung kedalam bangunan harus dibuat seminimal mungkin. Cahaya langit harus diutamakan daripada cahaya matahari langsung.
2. Matikan lampu-lampu listrik apabila sudah tidak digunakan.
3. Menyalakan lampu halaman/taman apabila hari benar-benar telah mulai gelap. Jika malam sudah menjelang larut, hendaknya lampu-lampu tersebut dikurangi. Matikan segera jika hari telah mulai terang kembali.
4. Peliharalah bola lampu atau tabung lampu beserta kapnya atau reflektornya agar tetap bersih. Lampu dan kap lampu yang kotor dapat mengurangi cahaya sehingga mungkin menyebabkan timbulnya keinginan untuk menambah lampu lagi, atau ingin menggantinya dengan lampu lain yang lebih besar Wattnya.

4.3.2 Langkah-langkah Untuk Mengurangi Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Tata Udara

1. Mematikan AC bilamana ruangan tidak ditempati (kosong) dalam waktu yang relatif sama.
2. Usahakan agar pintu dan jendela selalu tertutup. Bila AC telah dioperasikan tutuplah pintu dan jendela

kecuali jendela yang khusus dimaksudkan untuk ventilasi udara. Dengan demikian beban AC karena infiltrasi udara dapat dihindari/dikurangi.

3. Perhatikan kondisi udara luar. Jika temperatur diluar cukup dingin misalnya dibawah 27 °C maka AC dapat dimatikan dan jangan lupa untuk membuka jendela agar ada sirkulasi udara.
4. Pertimbangkan menggunakan fan (kipas angin) yang konsumsi listriknya lebih kecil dibandingkan dengan AC. Dengan menggunakan fan maka udara panas dari dalam ruangan dapat ditarik keluar dan diganti dengan udara segar yang lebih dingin, khususnya pada kondisi udara luar yang tidak terlalu panas.
5. Hindari sinar matahari langsung mengenai kondensor AC. Unjuk kerja akan turun bila terkena radiasi langsung matahari. Bila tidak mungkin untuk menempatkan AC pada tempat yang terlindung dari cahaya matahari, maka sebaiknya AC ditutup dengan peneduh.
6. Bersihkan filter AC secara teratur. Pada umumnya AC dilengkapi dengan filter untuk menyaring debu dan kotoran-kotoran lainnya masuk kedalam ruangan bersama-sama dengan udara. Jika filter AC menjadi kotor maka efisiensi dari AC tersebut akan berkurang.
7. Aturilah Pengatur Suhu (Thermostat) agar selalu pada batas nyaman nyaman tertinggi yang diperbolehkan. Perbedaan temperatur sedikit saja akan memberikan dampak yang cukup besar terhadap penggunaan energi AC.

4.3.3 Pelanggan FE Prog Ekstensi UDP (S2/TR/22 kVA) dan Pelanggan FE Prog Komp UDP (S2/TR/22 kVA) dijadikan suplai utama

Dan dari hasil audit energi rinci diketahui bahwa konsumsi daya listrik pelanggan Undip Pasca Sarjana mendekati nilai kapasitas langganannya. Keadaan tersebut sangat berbahaya, karena jika konsumsi daya listriknya melebihi kapasitas langganannya maka dapat menyebabkan terjadinya *trip*, sehingga akan terjadi pemadaman dan mengganggu aktifitas pada gedung-gedung yang disuplai oleh pelanggan Undip Pasca Sarjana.

Untuk mengatasi hal tersebut maka pelanggan FE Prog Ekstensi UDP dan FE Prog Komputer UDP yang hanya digunakan sebagai cadangan, dijadikan sebagai suplai utama sehingga konsumsi daya listrik pelanggan Undip Pasca Sarjana akan berkurang. Dan kemungkinan terjadinya *trip* dapat dihindarkan.

4.3.4 Pemutusan Pelanggan Dinas Peternakan (R3/TR/7,7 kVA)

Jika pelanggan Dinas Peternakan diputus dan suplai gedung administrasi D3 Sastra Inggris diambil dari pelanggan Lab Fak Peternakan maka total beban listrik yang terhubung ke pelanggan Lab Fak Peternakan adalah 19,08 kVA. Dengan faktor kebutuhan (F_{dm}) 0,7 dan ditambah cadangan 20% maka kebutuhan daya maksimum pelanggan Lab Fak Peternakan agar dapat menyuplai beban-beban listrik yang terdapat pada ruang administrasi D3 Sastra Jepang, gedung B FPIK dan ruang administrasi D3 Sastra Inggris adalah:

Kebutuhan daya maksimum
= $(F_{dm} \times \text{Total beban terhubung}) + (\text{cadangan})$
= $(0,7 \times 19,08 \text{ kVA}) + 0,2 (5,69 + 10,08) \text{ kVA}$
= 16,51 kVA

Dengan kapasitas langganan 22 kVA, maka pelanggan Lab Fak Peternakan dapat digunakan untuk menyuplai beban-beban listrik yang terdapat diruang administrasi D3 Sastra Jepang, gedung B FPIK dan ruang administrasi D3 Sastra Inggris.

Jika pelanggan Dinas Peternakan (R3/TR/7,7 kVA) diputus kemudian sebagai ganti suplai gedung administrasi D3 Sastra Inggris diambil dari pelanggan Lab Fak Peternakan (S2/TR/22 kVA), maka akan dapat dilakukan penghematan sebesar Rp 5.809.495,00 per tahun (60,18%).

4.3.5 Penurunan Kapasitas Langganan

Penurunan kapasitas langganan dilakukan dengan membandingkan kapasitas langganan terpasang dengan beban puncaknya. Jika selisih antara beban puncak dan kapasitas langganan terpasang besar, maka ada peluang penghematan pembayaran energi listrik yaitu dengan penurunan kapasitas langganan.

Perhitungan penurunan kapasitas langganan dilakukan dengan asumsi bahwa tidak terjadi penambahan beban listrik pada gedung-gedung kampus UNDIP Pleburan untuk beberapa tahun ke depan.

4.3.5.1 Pelanggan Laboratorium Undip (S2/TR/53 kVA)

Penurunan kapasitas pelanggan Laboratorium Undip dari 53 kVA menjadi 22 kVA akan dapat dilakukan penghematan sebesar Rp 11.306.000,00 per tahun (54,8%).

Biaya yang dibutuhkan untuk penurunan kapasitas langganan tersebut adalah:

= UJL baru + biaya administrasi
= $(22.000 \text{ VA} \times 105, - \text{ Rp/VA}) + (\text{Rp } 16.500, -)$
= Rp 2.326.500,-

Biaya tersebut belum termasuk biaya investasi peralatan. Biaya tersebut juga belum dikurangi dengan UJL lama.

4.3.5.2 Pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip (S2/TR/82,5 kVA)

Beban puncak pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip adalah 21,88 kVA. Kapasitas Pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip agar penggunaannya efisien adalah:

Kapasitas Langganan
= Beban Puncak + Cadangan (20%)
= $21,88 \text{ kVA} + (0,2 \times 21,88 \text{ kVA})$
= 26,256 kVA

Dari hasil perhitungan diatas maka kapasitas langganan pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip yang baru agar penggunaannya efisien adalah 33 kVA.

Dari data konsumsi energi listrik pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer Undip tahun 2006, penghematan pembayaran rekening listrik yang dapat dilakukan jika kapasitas pelanggan Lab Akuntansi dan Komputer diturunkan dari 82,5 kVA menjadi 33 kVA sebesar Rp 16.573.500,- per tahun (31,3%).

4.3.5.3 Pelanggan Fakultas Ekonomi (S2/TR/147 kVA)

Beban puncak pelanggan Fakultas Ekonomi adalah 87,21 kVA. Kapasitas Pelanggan Fakultas Ekonomi agar penggunaannya efisien adalah:

Kapasitas Langganan
= Beban Puncak + Cadangan (20%)
= $87,21 \text{ kVA} + (0,2 \times 87,21 \text{ kVA})$
= 104,652 kVA

Dari hasil perhitungan diatas maka kapasitas langganan pelanggan Fakultas Ekonomi yang baru agar penggunaannya efisien adalah 105 kVA.

Dari data konsumsi energi listrik pelanggan Fakultas Ekonomi tahun 2006, jika kapasitas langganan pelanggan Fakultas Ekonomi diturunkan dari 147 kVA menjadi 105 kVA maka akan dapat dilakukan penghematan sebesar Rp 13.860.000,- per tahun (8,92%).

4.3.5.4 Pelanggan Sastra Ekstensi (S2/TR/22 kVA)

Beban puncak pelanggan Sastra Ekstensi adalah 13,59 kVA. Kapasitas Pelanggan Sastra Ekstensi agar penggunaannya efisien adalah:

Kapasitas Langganan
= Beban Puncak + Cadangan (20%)
= $13,59 \text{ kVA} + (0,2 \times 13,59 \text{ kVA})$
= 16,308 kVA

Dari hasil perhitungan diatas maka kapasitas langganan pelanggan Sastra Ekstensi yang baru agar penggunaannya efisien adalah 16,5 kVA.

Dari data konsumsi energi listrik pelanggan Sastra Ekstensi tahun 2006, jika kapasitas langganan pelanggan Sastra Ekstensi diturunkan dari 22 kVA menjadi 16,5 kVA maka akan dapat dilakukan penghematan sebesar Rp 1.831.000,- per tahun (8,96%).

V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

1. Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik setiap pelanggan yang ada di kampus UNDIP Pleburan sebagian besar termasuk kriteria efisien.
2. Peluang penghematan energi dan penghematan biaya listrik kampus UNDIP Pleburan dapat dilakukan dengan penurunan kapasitas langganan beberapa pelanggan listrik (pelanggan Laboratorium Undip, Lab Akuntansi dan komputer Undip, Fakultas Ekonomi, serta Sastra Ekstensi).
3. Suhu dan kelembaban udara setiap ruangan ber-AC digedung kampus UNDIP Pleburan pada saat beban pendinginan minimum sudah memenuhi standar dan cocok untuk kegiatan perkantoran dan perkuliahan.
4. Tingkat kuat penerangan ruangan-ruangan gedung kampus UNDIP Pleburan, sebagian besar nilainya dibawah standar yang sudah ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000.
5. Walaupun Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan sudah termasuk kriteria efisien dan kondisi suhu serta kelembaban udara pada ruangan ber-AC pada saat beban pendinginan minimum sudah memenuhi standar, tetapi gedung kampus UNDIP Pleburan belum dapat dikatakan hemat energi karena tingkat kuat penerangan pada setiap ruangnya masih dibawah standar.

5.2 SARAN

1. Guna peningkatan tingkat kuat penerangan pada gedung kampus UNDIP Pleburan, maka perlu dilakukan penataan ulang instalasi penerangan yang meliputi penambahan jumlah titik lampu, penataan letak lampu disetiap ruangan dan pemilihan lampu hemat energi.
2. Penambahan kapasitas AC di setiap ruangan, agar dapat bekerja secara optimal pada saat beban pendinginan maksimum.
3. Perlu dilakukannya perawatan dan pemeliharaan secara rutin terhadap peralatan sistem tata udara dan sistem penerangan, agar performa dari peralatan tersebut selalu optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagian Rumah Tangga UNDIP, "Daftar Ruang Gedung Kampus Universitas Diponegoro", Universitas Diponegoro, 2004.
- [2] Brown, R.E., *Electrical Power Distribution Reliability*, Marcel Dekker, Inc, New York.
- [3] Direktorat Pengembangan Energi, *Petunjuk Teknis Konservasi Energi Bidang Sistem Pencahayaan*, Departemen Pertambangan dan Energi.
- [4] Edminister, J.A., *Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [5] Ermawanto, *Analisa Berlangganan Listrik antara Tegangan Menengah (TM), dengan Tegangan Rendah (TR) dan Analisa Efisiensi Trafo dalam rangka Penghematan Energi Kampus UNDIP Tembalang*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.
- [6] Fakultas Teknik UNDIP, *Pekerjaan Audit Energi Bangunan Gedung Citraland Mall dan Hotel Ciputra Simpang Lima Semarang*, Semarang, 2004.
- [7] Harten, P.V. dan E. Setiawan, *Instalasi Arus Kuat 2*, Bina Cipta, Bandung, 1995.
- [8] Karnoto, *Audit Energi Listrik Kampus Universitas Diponegoro Tembalang*, Tesis S-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2006.
- [9] Lister, E.C., *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1988.
- [10] Murdoch, J.B., *Illumination Engineering From Edison's Lamp to the Laser*, Macmillan Publishing Company, New York.
- [11] Raharja S.S., *Software Perhitungan Kapasitas Sistem Penyejuk Udara Dalam Rangka Konservasi Energi Tata Udara Pada Bangunan Gedung*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [12] Shalahuddin, *Audit Energi, Alat Ukur dan Studi Kasus di Bangunan Komersial*, PT KONEBA (Persero), Semarang, 2002.
- [13] Sulasno, *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2001.
- [14] Suwarno, *Material Elektronik, Jurusan Teknik Elektro ITB*, Bandung, 1999.
- [15] Waluyo, B, "Daftar Pintar", PT PLN (Persero) UPJ Semarang Selatan, Semarang, 2006.
- [16] ----, "Compact Lighting Catalog", Philips, Indonesia.
- [17] ----, "Instruction Manual 3286 Clamp on Power HiTester", HIOKI E.E. Corporation, Japan.
- [18] ----, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 2000.
- [19] ----, *Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan DEPDIKNAS*, Bagian Proyek Pelaksanaan Efisiensi Energi DEPDIKNAS, Jakarta, 2002.
- [20] ----, *SNI Standar Nasional Indonesia*, Bagian Proyek Efisiensi Energi DEPDIKNAS, Jakarta, 2001.
- [21] ----, "Tarif Dasar Listrik (TDL)", PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta, 2004.
- [22] ----, *Teknik Penghematan Energi pada Rumah tangga dan Bangunan Gedung*, Bagian Proyek Pelaksanaan Efisiensi Energi DEPDIKNAS, Jakarta 2002.

BIODATA



Ricky Salpanio (L2F002605) lahir di Batusangkar, 27 Mei 1984. Pada Saat ini tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Semarang, April 2007

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Agung Warsito, DHET
NIP. 131 668 485

Ir. Bambang Winardi
NIP. 132 046 701