

ANALISIS AUDIT ENERGI SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK (APLIKASI PADA GEDUNG J16 DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS SUMATERA UTARA)

Dewi Riska S. Barus⁽¹⁾, Surya Tarmizi Kasim⁽²⁾
Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: dewiriskasari@gmail.com

Abstrak

Audit energi adalah kegiatan untuk mengidentifikasi dimana dan berapa energi yang digunakan serta langkah-langkah apa yang dapat dilakukan dalam rangka konservasi energi pada suatu fasilitas pengguna energi. Pada tulisan ini, kegiatan audit energi dilakukan pada Gedung J16 Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara. Dari hasil perhitungan diperoleh intensitas konsumsi energi listrik Gedung J16 Departemen Teknik Elektro USU untuk ruangan non-AC 1,77 kWh/m²/bulan termasuk dalam kriteria cenderung tidak efisien dan 8,84 kWh/m²/bulan untuk ruangan dengan AC termasuk dalam kriteria efisien. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa sebagian besar ruangan pada Gedung J16 Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara memiliki temperatur ruangan ideal namun masih banyak ruangan memiliki intensitas cahaya dibawah nilai standar. Efisiensi energi listrik di Gedung J16 Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara dapat ditingkatkan dengan menambah atau mengganti lampu di dalam ruangan yang intensitas cahayanya kurang, memperbaiki faktor daya juga menerapkan budaya hemat energi di lingkungan Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara.

Kata Kunci: Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Konservasi Energi

1. Pendahuluan

Seiring dengan peningkatan konsumsi energi listrik oleh masyarakat, maka pihak penyedia energi listrik, dalam hal ini Perusahaan Listrik Negara (PLN), harus meningkatkan pasokan energi listrik atau kapasitas pembangkitannya. Hal ini dimaksudkan agar jumlah daya listrik yang tersedia dapat memenuhi permintaan konsumen akan energi listrik. Namun, banyak permasalahan yang muncul di dalam peningkatan kapasitas pembangkit antara lain besarnya biaya investasi dalam pembangunan pembangkit baru, sulitnya menyelesaikan masalah penerbitan izin lokasi dan penerbitan izin pinjam pakai kawasan hutan (IPPKH), serta masalah pembebasan lahan. Hal tersebut yang menjadi penyebab terjadinya krisis energi listrik.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan penghematan (mengefisiensikan) pemakaian energi listrik atau yang dikenal dengan istilah konservasi energi. Pelaksanaan konservasi di Indonesia

diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi. Dengan diberlakukannya peraturan ini maka kegiatan konservasi energi di Indonesia bersifat wajib (*mandatory*), terutama bagi pengguna energi dalam jumlah besar [1]. Konservasi energi dapat dilakukan melalui kegiatan audit energi.

2. Studi Pustaka

Audit energi adalah kegiatan untuk mengidentifikasi dimana dan berapa energi yang digunakan serta langkah-langkah apa yang dapat dilakukan dalam rangka konservasi energi pada suatu fasilitas pengguna energi.

Kegiatan audit energi dimulai dari survei data sederhana hingga pengujian data yang sudah ada secara rinci, dianalisis dan dirancang untuk menghasilkan data baru. Melalui audit energi, kita dapat memperoleh potret penggunaan energi pada sebuah gedung yaitu gambaran mengenai jenis, jumlah penggunaan energi, peralatan energi, intensitas energi, maupun data-data lainnya. Kemudian dari data yang diperoleh, dapat dihitung Intensitas

Konsumsi Energi (IKE) Listrik Bangunan Gedung [2]. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan energi pada suatu area masih dalam kategori efisien atau tidak.

Konsumsi energi spesifik per luas lantai menggunakan AC dan atau tidak menggunakan AC yaitu [3]:

- a. Jika persentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung kurang dari 10%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang tidak menggunakan AC dan konsumsi energi per luas lantai dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$IKE_1 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi}}{\text{Luas Lantai Total}} \quad (1)$$

- b. Jika persentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung lebih dari 90%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$IKE_2 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi}}{\text{Luas Lantai Total}} \quad (2)$$

- c. Jika persentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung lebih dari 10% dan kurang dari 90%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan tidak menggunakan AC.

- a) Konsumsi energi per luas lantai tidak menggunakan AC dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$IKE_3 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Total}} \quad (3)$$

- b) Konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$IKE_4 = \frac{\text{Konsumsi Energi AC} + \text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Total}} \quad (4)$$

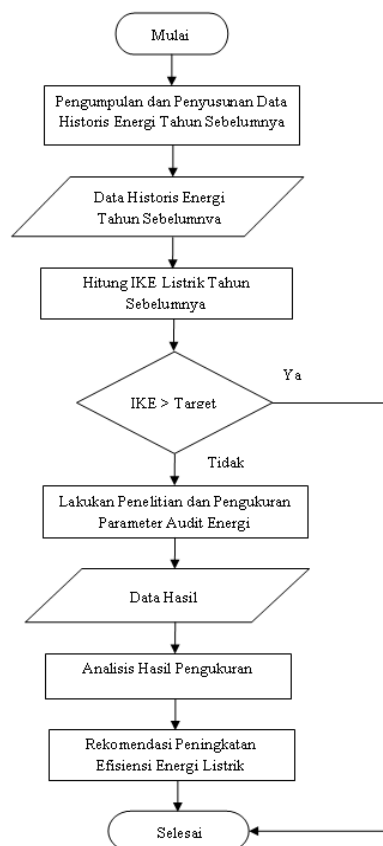
Standar IKE dari suatu bangunan gedung diperlihatkan pada Tabel 1 [4].

Tabel 1 Standar Intensitas Konsumsi Energi

Kriteria	Ruangan Dengan AC (kWh/m ² /bln)	Ruangan Non AC (kWh/m ² /bln)
Sangat Efisien	4,17 – 7,92	–
Efisien	7,92 – 12,08	–
Cukup Efisien	12,08 – 14,58	0,84 – 1,67
Cenderung Tidak Efisien	14,58 – 19,17	1,67 – 2,50
Tidak Efisien	19,17 – 23,75	2,50 – 3,34
Sangat Tidak Efisien	23,75 – 37,50	3,34 – 4,17

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Gedung J16 Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara (DTE USU). Langkah-langkah yang dilakukan dalam kegiatan audit energi pada tulisan ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Pengambilan data historis pemakaian energi dilakukan di Biro Akademik Pemeliharaan dan Pengembangan Aset Universitas Sumatera Utara (BAPPA USU) dan Fakultas Teknik Bag. Perlengkapan Universitas Sumatera Utara, sedangkan pengukuran parameter-parameter audit energi dilakukan pada Gedung J16 DTE USU.

Berdasarkan data historis pemakaian energi yang diperoleh maka dilakukan perhitungan intensitas konsumsi energi listrik kemudian dilakukan analisa terhadap hasil perhitungan yang didapatkan. Kemudian analisa juga dilakukan terhadap parameter-parameter audit energi yang telah diperoleh melalui hasil pengukuran.

Untuk menganalisa parameter kualitas daya listrik seperti faktor daya, *Individual Harmonic Distortion* (IHD) dan *Total Harmonic*

Distortion (THD) digunakan Persamaan (5) sampai dengan Persamaan (8) [5].

$$\text{Faktor daya} = \frac{\text{Daya aktif}}{\text{Daya semu}} \quad (5)$$

$$\text{IHD}_n = \frac{I_n}{I_1} \quad (6)$$

$$\text{THD}_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \quad (7)$$

$$\text{THD}_V = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \quad (8)$$

Keterangan:

IHD : *Individual harmonic distortion*

THD_I: *Total harmonic distortion* arus

THD_V: *Total harmonic distortion* tegangan

I_n : Arus harmonisa ke-n

I₁ : Arus fundamental

V_n : Tegangan harmonisa ke-n

V₁ : Tegangan fundamental

Dari tahapan analisis data maka dapat dibuat suatu rekomendasi yang berisi saran-saran yang dapat dilakukan penghuni gedung agar efisiensi penggunaan energi listrik dapat ditingkatkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Adapun yang dibahas pada sub ini adalah profil Gedung J16 DTE USU, intensitas konsumsi energi listrik, pengukuran temperatur dan kelembaban ruangan, pengukuran intensitas cahaya ruangan, pengukuran kualitas daya listrik dan rekomendasi peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik.

4.1 Profil Gedung J16 DTE USU

Gedung J16 DTE USU terletak di Jalan Almamater Kampus USU, Medan. Gedung ini digunakan sebagai tempat perkuliahan, laboratorium serta perkantoran. Gedung yang terdiri atas 3 lantai ini memiliki luas sekitar 3738 m². Setiap lantai pada gedung ini memiliki jumlah ruangan yang berbeda. Lantai 1 dan 2 memiliki 26 ruangan dan lantai 3 memiliki 29 ruangan. Namun, pemanfaatan ruangan di Gedung J16 Departemen Teknik Elektro USU terlihat kurang efektif. Hanya ruangan-ruangan pada lantai 1 yang dipergunakan secara kontinu, sementara pada lantai 2 dan lantai 3 selain ruang kuliah dan ruang administrasi ruangan-ruangan yang berada pada lantai tersebut jarang dipergunakan.

Energi listrik di lingkungan Universitas Sumatera Utara disuplai oleh PLN. Suplai daya Gedung J16 DTE USU disalurkan melalui panel distribusi tegangan rendah berkapasitas

166 kVA, dengan beban terpasang, antara lain: beban penerangan, pendingin ruangan (AC), komputer, serta penggunaan mesin-mesin listrik pada laboratorium.

4.2 Intensitas Konsumsi Energi Listrik

Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik dapat dihitung dengan Persamaan (3) dan (4).

Tabel 2 Pemakaian Energi Listrik Fakultas Teknik

Bulan	Energi (kWh)
Januari	36.000
Februari	32.800
Maret	24.000
April	34.400
Mei	32.800
Juni	36.000
Juli	29.600
Agustus	29.600
September	21.600
Oktober	38.400
Nopember	40.000
Desember	42.400

Perhitungan dilakukan dengan asumsi bahwa besarnya konsumsi energi Gedung J16 DTE USU sebesar 30% dari energi rata-rata Fakultas Teknik (Konsumsi energi Fakultas Teknik selama tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 2), hal ini diperoleh melalui perhitungan:

$$\text{Konsumsi Energi DTE} = \frac{\text{Kapasitas Daya DTE}}{\text{Kapasitas Daya FT}} \times \text{Konsumsi Energi Rata-rata FT}$$

$$= \frac{166 \text{ kVA}}{555 \text{ kVA}} \times 33.133,33 \text{ kWh} = 9.910,15 \text{ kWh}$$

a. Konsumsi energi per luas lantai tidak menggunakan AC

$$\text{IKE} = \frac{9910,15 - 3276,24}{3738} = 1,77 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} / \text{bulan}$$

b. Konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC

$$\text{IKE} = \frac{3276,24}{463,9} + \frac{9910,15 - 3276,24}{3738} = 8,84 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} / \text{bulan}$$

Berdasarkan standar IKE pada Tabel 1, nilai IKE listrik yang diperoleh, yakni 1,77 kWh/m²/bulan untuk ruangan non-AC termasuk dalam kriteria cenderung tidak efisien dan 8,84 kWh/m²/bulan untuk ruangan dengan AC termasuk dalam kriteria efisien.

4.3 Pengukuran Temperatur dan Kelembaban Ruangan

Pengukuran dilakukan di berbagai ruangan pada Gedung J16 DTE USU dengan menggunakan alat ukur *Humidity*, *Barometer*, *Temperatur Meter* Lutron Electronic Model PHB-318. Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran temperatur dan kelembaban ruangan.

Tabel 3 Hasil pengukuran temperatur dan kelembaban ruangan

Nomor	Nama Ruangan	Lantai	Suhu (°C)	Kelembaban (%RH)
1	R. Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	26,9	78
2	R. Asisten Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	26,2	77,1
3	Gudang Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	26,3	77,6
4	R. Serbaguna	1	27,6	80,2
5	R. Kuliah	1	26,8	78,2
6	Ruang	1	25	73,9
7	R. Asisten Lab. Transmisi & Distribusi	1	24,6	70
8	R. Lab. Transmisi & Distribusi	1	25,2	89,7
9	Gudang Lab. Transmisi & Distribusi	1	25,9	90,4
10	R. Dosen	1	24,3	75,2
11	Mushalla	1	25,7	89,7
12	R. IMTE	2	27,2	82,8
13	R. Kuliah	2	27,8	83,6
14	R. Kuliah	2	27,5	82,7
15	R. Seminar	2	26,5	78,9
16	R. Administrasi	2	26,7	79,7
17	R. Kuliah	3	27,7	83,8
18	R. Kuliah	3	28,1	84,2
19	R. Dosen	3	27,8	82,5
20	R. Lab. Komputer	3	28,3	83
21	R. Lab. Sist. Pengaturan	3	28,5	80,9
22	R. Asisten Lab. Komputer	3	26,2	82,4

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa temperatur ruangan yang terukur pada berbagai ruangan AC dan non-AC di Gedung J16 DTE USU bervariasi. Bila dibandingkan dengan temperatur ruangan ideal yang dianjurkan, yakni 24 °C hingga 26 °C dengan kelembaban antara 30% hingga 60%, maka dapat dilihat bahwa ruangan-ruangan tersebut memiliki temperatur ruangan di atas dari temperatur ruangan ideal yang dianjurkan, dan hal ini sangat mempengaruhi kenyamanan dari penghuni ruangan.

4.4 Pengukuran Intensitas Pencahayaan Ruangan

Pengukuran dilakukan di berbagai ruangan pada Gedung J16 DTE USU dengan menggunakan alat ukur Lux Meter Lutron LX-1102. Hasil pengukuran intensitas pencahayaan pada berbagai ruangan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengukuran intensitas pencahayaan ruangan

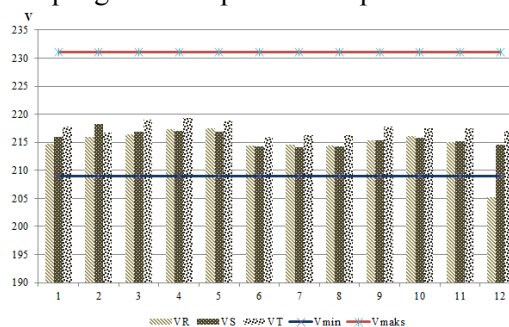
Nomor	Nama Ruangan	Lantai	Intensitas Cahaya (Lux)	
			Terukur	Standar
1	R. Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	164,92	500
2	R. Asisten Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	65,4	250
3	Gudang Lab. Mesin-Mesin Listrik	1	104,7	100
4	R. Serbaguna	1	168,68	250
5	R. Kuliah	1	121,82	250
6	Ruang	1	98,16	250
7	R. Asisten Lab. Transmisi & Distribusi	1	113,94	250
8	R. Lab. Transmisi & Distribusi	1	61,26	500
9	Gudang Lab. Transmisi & Distribusi	1	156,24	500
10	R. Dosen	1	137,32	350
11	Mushalla	1	108,7	200
12	R. IMTE	2	74,86	250
13	R. Kuliah	2	284,82	250
14	R. Kuliah	2	272,98	250
15	R. Seminar	2	129,36	350
16	R. Administrasi	2	137	350
17	R. Kuliah	3	130,56	250
18	R. Kuliah	3	190,42	250
19	R. Dosen	3	165,346	350
20	R. Lab. Komputer	3	99,64	500
21	R. Lab. Sist. Pengaturan	3	70,59	500
22	R. Asisten Lab. Komputer	3	85,56	250

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa masih banyak ruangan dengan intensitas cahaya dibawah standar SNI 03-6197-2000. Pencahayaan yang kurang tentu akan sangat mengganggu kenyamanan penghuni ruangan, dalam hal ini dosen dan mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar.

4.5 Pengukuran Kualitas Daya Listrik

a. Tegangan

Hasil pengukuran tegangan pada beberapa titik pengukuran diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hasil pengukuran tegangan

Dari Gambar 2 dapat dilihat besarnya tegangan dari titik pengukuran 1 hingga titik pengukuran 11 masih dalam batas toleransi $\pm 5\%$. Namun pada salah satu titik keluaran panel distribusi, tegangan salah satu fasanya lebih rendah dari batas tegangan minimum yang diizinkan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi peralatan listrik yang digunakan bahkan dapat menyebabkan kerusakan bagi peralatan listrik yang sensitif terhadap perubahan tegangan.

b. Faktor Daya

Nilai faktor daya panel distribusi tegangan rendah diperoleh berdasarkan perhitungan total daya aktif dan total daya semu yang terukur pada tiap titik pengukuran. Total daya aktif dan daya semu ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Total daya aktif dan daya semu

Titik Pengukuran	Daya Aktif (W)	Daya Semu (VA)
1	67,037	70,122
2	17,042	17,361
3	67,590	70,198
4	15,539	26,633
5	1846,758	2021,963
6	43,160	51,765
7	1644,554	1678,821
8	36,624	48,261
9	47,391	63,271
10	2146,659	3092,332
11	11,247	28,465
12	32,698	50,508
Total	5976,299	7219,7

Dengan menggunakan Persamaan (5) diperoleh besarnya faktor daya adalah:

$$\text{Faktor Daya Total} = \frac{5976,299}{7219,7} = 0,8277$$

Nilai faktor daya dari panel distribusi tegangan rendah Gedung J16 DTE USU adalah 0,8277. Nilai tersebut cukup baik, namun masih di bawah standar yang ditetapkan oleh PLN yakni sebesar 0,85.

c. Harmonisa Arus

Dalam menganalisis harmonisa terdapat beberapa indeks yang penting untuk mengetahui efek dari harmonisa tersebut pada sistem tenaga, yaitu *Individual Harmonic Distortion* (IHD) dan *Total Harmonic Distortion* (THD).

Berdasarkan Persamaan (6) diperoleh besarnya IHD pada orde 3 fasa T adalah:

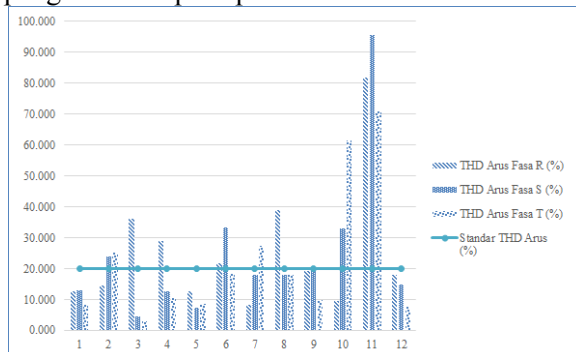
$$\text{IHD}_T = \frac{0,364}{5,790} \times 100\% = 6,29\%$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, besarnya IHD arus dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 IHD Arus

Orde	IHD Arus (%)		
	R	S	T
3	11,628	12,102	6,287
5	2,907	3,822	5,699
7	1,744	1,274	1,002
9	2,907	2,548	0,587
11	1,163	1,274	0,518
13	0,581	0,637	0,207

Dengan menggunakan Persamaan (7) diperoleh besarnya THD arus pada tiap titik pengukuran seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 THD Arus

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada beberapa titik pengukuran besarnya THD arus melebihi batas toleransi 20%.

d. Harmonisa Tegangan

Dengan menggunakan persamaan yang sama dengan IHD pada Harmonisa arus, maka besarnya IHD tegangan pada orde 3 fasa T adalah:

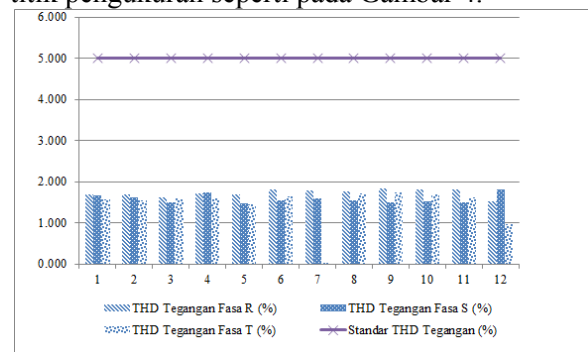
$$\text{IHD}_V = \frac{0,314}{217,695} \times 100\% = 0,144\%$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, besarnya IHD tegangan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 IHD Tegangan

Orde	IHD Tegangan (%)		
	R	S	T
3	0,182	0,316	0,144
5	1,640	1,552	1,524
7	0,280	0,430	0,292
9	0,164	0,194	0,136
11	0,166	0,181	0,198
13	0,125	0,103	0,082

Dengan menggunakan Persamaan (8) diperoleh besarnya THD tegangan pada tiap titik pengukuran seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 THD Tegangan

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa besarnya THD tegangan pada semua titik pengukuran masih dalam batas toleransi 5%.

4.6 Rekomendasi Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan terhadap hasil pengukuran, maka dibuat sebuah rekomendasi berupa langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di Gedung J16 DTE USU.

a. Efisiensi Sistem Tata Udara

Berikut hal yang dapat dilakukan untuk mengefisienkan penggunaan energi listrik pada sistem tata udara :

1. Memilih pengkondisi udara (AC) hemat energi dengan daya yang sesuai dengan kebutuhan ruangan.
2. Mengatur suhu ruangan pada rentang 24°C sampai dengan 26 °C.
3. Menutup pintu, jendela dan ventilasi ruangan ketika AC beroperasi.
4. Mematikan AC bila ruangan tidak digunakan.
5. Menempatkan AC sejauh mungkin dari sinar matahari langsung agar efek pendinginan tidak berkurang.
6. Membersihkan saringan (*filter*) AC secara teratur.

b. Efisiensi Sistem Tata Cahaya

Berikut hal yang dapat dilakukan untuk mengefisienkan penggunaan energi listrik pada sistem tata cahaya :

1. Menggunakan lampu hemat energi.
2. Menyalakan lampu hanya pada saat diperlukan.
3. Mengatur posisi/letak peralatan di dalam ruangan agar tidak menghalangi penerangan.
4. Menggunakan cat dinding, lantai dan langit-langit dengan warna yang terang, sehingga tidak membutuhkan penerangan yang berlebihan.
5. Menambah atau mengganti lampu di dalam ruangan yang intensitas cahayanya kurang.
6. Memastikan jendela, lampu, dan langit-langit agar tetap bersih sehingga mendapatkan penerangan yang maksimal.

c. Efisiensi Terhadap Sistem Kelistrikan

Berdasarkan analisa terhadap hasil pengukuran beberapa besaran listrik, maka dapat diperoleh beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi energi listrik pada Gedung J16 DTE USU, antara lain:

1. Memperbaiki faktor daya karena nilai faktor daya diperoleh melalui hasil perhitungan masih dibawah standar yang ditetapkan oleh PLN.
2. Mereduksi distorsi harmonisa.
3. Memasang sistem catu daya cadangan berupa genset (*generator set*).

5. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya nilai intensitas konsumsi energi listrik Gedung J16 DTE USU yang

diperoleh, yakni 1,77 kWh/m²/bulan untuk ruangan non-AC termasuk dalam kriteria cenderung tidak efisien dan 8,84 kWh/m²/bulan untuk ruangan dengan AC termasuk dalam kriteria efisien.

2. Berdasarkan hasil pengukuran temperatur dan kelembaban ruangan di Gedung J16 DTE USU, sebagian besar ruangan memiliki temperatur ruangan ideal namun kelembaban udara di dalam ruangan cukup tinggi.
3. Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kuat pencahayaan ruangan-ruangan di Gedung J16 DTE USU, sebagian besar nilainya masih dibawah standar yang telah ditetapkan dalam SNI 03-6197-2000.
4. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas daya listrik di Gedung J16 DTE USU, diperoleh bahwa nilai faktor daya masih dibawah standar yang ditetapkan oleh PLN dan nilai distorsi harmonisa arus diatas batas yang diizinkan.
5. Dengan melaksanakan rekomendasi yang diberikan, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi listrik di Gedung J16 DTE USU dan menambah rasa nyaman pengguna gedung tersebut, baik mahasiswa, dosen maupun pegawai di Lingkungan Departemen Teknik Elektro.

6. Daftar Pustaka

- [1] LPPM. 2011. *Paparan DJEBTKE Lokakarya Konservasi Energi*. <http://www.lppm.itb.ac.id/wp-content/uploads/2011/03/Paparan-DJEBTKE-lokakarya-konservasi-energi.pdf>. (Diakses pada tanggal 18 Oktober 2014).
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. SNI 03-6196-2000.
- [3] Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Jakarta. 2012.
- [4] Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Depdiknas 2002.
- [5] Sankaran, C. 2002. *Power Quality*. New York: CRC Press.