

PENGELOLAAN ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS UDAYANA KAMPUS SUDIRMAN DENPASAR

Ida Bagus Putra Setanu M¹, Rukmi Sari Hartati², I Nyoman Satya Kumara³

Program Magister, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Udayana Denpasar
Jalan PB. Sudirman Denpasar
gusde.ibsn@gmail.com

Abstrak

Fakultas Kedokteran Universitas Udayana merupakan salah satu fakultas terbaik ke 10 di Indonesia, dengan jumlah dosen 245 orang, mahasiswa 2126 orang, pegawai 145 orang, dengan luas bangunan 6.745 m², 4 lantai, serta kapasitas pasokan listrik dari PLN sebesar 312 kWh dan cadangan Genset sebesar 500 kVA. Pemakaian energi listrik berdasarkan pembayaran rekening per luas bangunan diperoleh IKE sebesar 82,94 kWh/m²/thn termasuk katagori sangat efisien. Dengan pemakaian per hari efektif; AC 44%, lampu 14%, komputer set 25%, dan 16% peralatan lainnya. Sistem pengkondisian udara ruangan berAC berkisar antara 25 – 26°C, dan kelembaban 61% - 65%. Sebagian besar ruangan telah memenuhi standar kenyamanan termal sebesar 72% dari keseluruhan ruangan. Untuk sistem pencahayaan yang belum memenuhi standar pencahayaan minimum sebesar 57%, sedangkan yang memenuhi sebesar 43% dari keseluruhan ruangan. Nilai rata-rata OTTV selubung bangunan 32,86 watt/m² dari standar ditetapkan 45 watt/m² atau sesuai dengan syarat bangunan hemat energi, untuk melakukan penghematan perlu dibuatkan program pemakaian energi. Salah satu program yang dapat dilakukan adalah pengaturan jadwal pemakaian atau pengantian lampu TL dengan lampu LHE guna menghemat pemakaian energi, serta cahayanya dapat ditingkatkan dengan menaikkan watt lampu. Pengaturan jadwal pemakaian peralatan dapat dilakukan dengan membuat program SOP, terutamanya pada pemakaian AC, lampu, PC dan peralatan lainnya.

Kata Kunci: IKE, Audit Energi, Pengelolaan Energi

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan dan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional adalah mutlak tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Pemerintah melalui Instruksi Presiden No 10 tahun 2005 dan Peraturan Presiden No 5 tahun 2006 mengeluarkan ketentuan/peraturan tentang konservasi energi, yang bertujuan supaya lembaga atau institusi pemerintah dan swasta untuk melakukan pengelolaan energi listrik secara efisien dan efektif. Selanjutnya mengacu pada Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Manusia (ESDM) No.031/2005 tentang Tata Cara Pelaksanaan Hemat Energi seperti penggunaan AC dan pengurangan jam operasinya. Mengawasi pemakaian energi di lingkungan lembaga pendidikan, Kemdiknas menggalakkan program konservasi energi yang implementasinya secara intensif dimulai pada tahun 1991. Pelaksanaan kegiatan konservasi energi dilakukan melalui bagian proyek pelaksanaan efisiensi pada biro umum Sekretariat Jendral Kemdiknas untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas serta membantu tugas dan tanggungjawab Mendiknas^[1].

Mengacu pada keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 86/P/2002 tentang konservasi energi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana sebagai institusi pendidikan yang berada di bawah Kemdinas memandang perlu mengambil langkah-langkah untuk menerapkan kepmen tersebut. Saat ini di gedung

utama Fakultas Kedokteran belum mempunyai data tentang besarnya konsumsi energi listrik. Berdasarkan data pembayaran rekening listrik dapat diketahui rata-rata pemakaiannya sebesar 46.621,7 kWh dan, rata-rata biaya pemakaian listrik sebesar Rp. 35.217.416 per bulan, tahun 2011. Melalui data tersebut perlu dilakukan audit energi guna terjadi penghematan pemakaian energi. Salah satunya dengan mengetahui Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) di gedung utama FK UNUD, dengan mengetahui nilai tersebut dapat dilakukan langkah-langkah efisiensi. Seperti halnya pemakaian ruang dan peralatan yang penggunaannya tidak hemat, sehingga perlu dievaluasi lebih lanjut. Melalui aktivitas penggunaan energi dari sisi sumber daya manusia perlu dilakukan dengan menyediakan panduan hemat energi berupa buku, kebijakan, dan himbauan.

Hasil dari audit energi tersebut dapat dijadikan acuan untuk mendukung program efisiensi penggunaan energi listrik di gedung utama Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah *descriptive research method* dengan maksud untuk menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi saat ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Energi

Energi adalah suatu kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan kerja pada sistem yang lain. Energi adalah daya yang dapat digunakan untuk

melakukan berbagai proses kegiatan meliputi listrik, mekanik dan panas. Sumber energi adalah sebagian sumber daya alam antara lain berupa minyak dan gas bumi, batubara, air, panas bumi, gambut, biomasa dan sebagainya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat dimanfaatkan sebagai energi. Penggunaan energi yang efektif dan efisien, sebagai langkah konservasi energi, dikenal sebagai manajemen energi. Manajemen Energi adalah suatu aktifitas manajemen energi yang berdisiplin, terorganisasi dan terstruktur menuju penggunaan energi yang lebih efisien, tanpa mengurangi tingkat produksi, kualitas serta ketentuan keselamatan dan pencemaran lingkungan. Manajemen energi adalah kebijakan dan penggunaan energi yang efektif untuk memperoleh keuntungan yang maksimum (biaya yang minimum) dan mempertinggi posisi yang kompetitif.

Manajemen energi penekanannya lebih mengacu pada *Demand Side Management (DSM)*. DSM adalah kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pemantauan yang dilakukan oleh pengusaha untuk mempengaruhi pola konsumsi pelanggan tenaga listrik yang menyangkut dan waktu penggunaannya tanpa merugikan pengusaha atau konsumen.

Secara umum, hal-hal yang harus diperhatikan dalam menyusun suatu program pengelolaan energi adalah mempertimbangkan beberapa aspek yaitu: perilaku dari pengguna energi, teknologi peralatan yang digunakan, pemasangan atau instalasi peralatan dan manajemen pemeliharaan peralatan. Secara teknis penerapan manajemen energi akan berhasil bila didukung dengan komitmen dari pimpinan karena dengan komitmen tersebut proses pembuatan rencana aksi, pengimplementasikan rencana aksi, mengevaluasi kemajuan yang telah dicapai dan menghargai kemajuan yang telah dicapai akan dapat dilaksanakan sesuai dengan tahapan dalam manajemen energi.

Salah satu bagian yang mendasari manajemen energi adalah audit energi. Laporan audit energi merupakan *audit plan* yang akan di proses dan di analisis lebih lanjut dalam manajemen energi. Dari hasil audit energi akan diketahui aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi. Sehingga dapat disusun suatu rancangan strategis untuk mengendalikan penggunaan energi^[2].

2.2 Audit Energi

2.2.1 Pengertian Audit Energi

Audit energi merupakan suatu usaha pengamatan yang dilakukan secara berkala atau rutin guna memberikan informasi profil penggunaan energi pada proses atau alat tertentu. Salah satunya adalah laporan audit energi yang merupakan *audit plan* yang akan di proses dan di analisis lebih lanjut dalam manajemen energi. Dari hasil audit energi akan diketahui aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi. Sehingga dapat di susun

suatu rancangan strategis untuk mengendalikan penggunaan energi.

2.2.2 Proses Audit Energi

Proses audit energi dilakukan secara bertahap. Adapun bentuk tahapan proses dalam audit energi adalah:

1. Audit energi awal (*preliminary audit*)
2. Audit energi rinci (*detailed audit*)

Audit energi rinci merupakan kelanjutan dari proses audit energi awal, dimana bila nilai IKE lebih besar dari nilai target yang ditentukan maka dilakukan penelitian lebih lanjut^[3].

2.3 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung yang telah diterapkan di berbagai negara (ASEAN, APEC), dinyatakan dalam satuan kWh/m² per tahun. Berdasarkan tingkat efisiensinya, bangunan gedung dapat diklasifikasikan lagi menjadi beberapa tingkatan efisiensi seperti berikut:

1. Sangat Efisien (50.04 – 95.04) kWh/m²/tahun.
2. Efisien (95.04 – 144.96) kWh/m²/tahun.
3. Cukup Efisien (144.96 – 174.96) kWh/m²/tahun.
4. Agak Boros (174.96 – 230.04) kWh/m²/tahun.
5. Boros (230.04 - 285) kWh/m²/tahun.
6. Sangat Boros (285 - 450) kWh/m²/tahun.

2.4 Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Konservasi energi adalah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Pengelolaan energi segala upaya yang mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan dilingkungan hunian maupun produktivitas dilingkungan kerja^[5].

2.5 Selubung Bangunan

Selubung bangunan memiliki peran penting dalam menjawab masalah iklim dan penghantaran energi, seperti radiasi matahari, hujan, kecepatan angin, tingginya kelembaban serta pemanfaatan potensi alam antara lain dengan memanfaatkan cahaya alami untuk penerangan ruang serta penghawaan alami baik melalui dinding maupun atap serta memilih material yang memiliki perambatan panas relative kecil. Faktor panas yang berasal dari luar bangunan akan masuk ke dalam ruang melalui selubung bangunan, baik melalui dinding maupun atap yang merupakan beban pendingin yang harus dinetralisir oleh sistem

pendingin (AC). Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung yang dikondisikan terdiri dari beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban external yaitu panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi melalui selubung bangunan. Untuk mengurangi beban external Badan Standardisasi Nasional Indonesia menentukan kriteria disain selubung bangunan yang dinyatakan dalam Harga Alih Termal Menyeluruh (*Overall Thermal Transfer Value, OTTV*) yaitu OTTV 45 Watt/m². Ketentuan ini berlaku untuk bangunan yang dikondisikan dan dimaksudkan untuk memperoleh disain selubung bangunan yang dapat mengurangi beban external sehingga menurunkan beban pendinginan^[6].

2.6 Sistem Pencahayaan

Penerapan sistem pencahayaan adalah memberikan penerangan kepada penghuni ruangan agar dapat melakukan aktivitasnya dengan nyaman dan aman. Pencahayaan yang tidak baik akan menyebabkan terganggunya aktivitas yang dilakukan, gangguan tersebut dapat berupa keadaan silau, buram dll. Berdasarkan jenisnya sistem pencahayaan dapat dibagi menjadi:

1. Sistem pencahayaan alami
Sistem ini memanfaatkan cahaya yang berasal dari alam untuk menerangi ruangan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sumber energi dari pencahayaan alami ini adalah dari sinar matahari.
2. Sistem pencahayaan buatan
Sistem ini merupakan kebalikan dari sistem pencahayaan alami, yang mana sumber pencahayaan ini berasal dari lampu.

2.6.1 Komponen Pencahayaan Buatan

Dalam suatu sistem pencahayaan buatan, agar suatu lampu mampu memancarkan cahaya maka disusun beberapa komponen yang dikombinasikan agar mendukung hal tersebut yaitu:

1. *Lumener/Reflektor*
Reflektor merupakan permukaan lampu yang memancarkan cahaya. *Reflektor* berdampak pada banyaknya cahaya lampu mencapai area yang diterangi dan juga pola distribusi cahayanya.
2. Gir lampu
Gir yang digunakan dalam peralatan pencahayaan meliputi : Balast atau alat yang membatasi arus untuk melawan karakteristik tahanan negatif dari berbagai lampu pelepas.

2.6.2 Tingkat Pencahayaan Buatan

Tingkat pencahayaan suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja, diantaranya:

1. Sistem pencahayaan buatan yang dirancang, dalam hal ini pengkajian awal dibuat terhadap jenis pencahayaan yang akan diciptakan. Sistem pencahayaan yang diciptakan biasanya difungsikan dengan dasar estetika dan faktor ekonomi.
2. Penentuan tingkat pencahayaan minimum (E) yang direkomendasikan, dalam perkembangan sistem pencahayaan dalam suatu ruangan disesuaikan dengan fungsi ruangan dan jenis kegiatan yang dilakukan.
3. Daya listrik untuk pencahayaan sesuai maksimum yang diijinkan, seiring dengan konservasi energi pada bangunan gedung.
4. Memenuhi tingkat kenyamanan visual. Dalam hal ini sistem pencahayaan harus dipilih yang mudah penggunaannya, efektif, nyaman untuk penglihatan, tidak menghambat kelancaran kegiatan, tidak mengganggu kesehatan terutama dalam ruang-ruang tertentu dan menggunakan energi yang seminimal mungkin^[7].

2.7 Sistem Pengkondisian Udara

Tujuan pengadaan suatu sistem pengkondisian udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan, dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Suatu sistem pengkondisian udara bisa berupa sebuah sistem pemanasan, pendinginan, dan ventilasi. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Berdasarkan SNI 03-6572-2001, daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi:

- 1) Sejuk nyaman, (20,5⁰C ~ 22,8⁰C)
- 2) Nyaman optimal, (22,8⁰C ~ 25,8⁰C)
- 3) Hangat nyaman, (25,8⁰C ~ 27,1⁰C)

2.8 Sistem Kontrol

Sistem kendali atau sistem kontrol (*control system*) adalah suatu alat untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Dalam sistem yang otomatis, alat semacam ini sering dipakai pada alat pendingin (AC) dengan menggunakan prinsip sistem kendali, karena suhu ruangan dapat dikendalikan sehingga ruangan berada pada suhu yang diinginkan. Berikut beberapa peralatan tersebut, diantaranya:^[9]

1. Timer
2. Sensor Gerakan, dll.

3. METODE

3.1 Obyek Penelitian

Penelitian ini tentang upaya pengelolaan energi listrik guna memperoleh penghematan pemakaian energi listrik di gedung utama Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Kampus Sudirman Denpasar.

3.2 Teknik Analisis

Teknik analisis digunakan untuk menguraikan dan menganalisa data-data pada penelitian ini, meliputi:

1. Mengumpulkan data melalui literature yang ada, pencarian di internet maupun data historis gedung yang bersumber dari pihak terkait untuk mengetahui keadaan/permasalahan yang ada.
2. Menghitung luas bangunan, ruangan yang ada, beban listrik yang terpasang, menganalisa pola pemakaian ruangan, memperhatikan selubung bangunan (dinding dan atap tembus maupun tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen ini), dan sistem pencahayaan untuk pendistribusian cahaya yang lebih merata, serta sistem tata udara dengan mengatur besaran termal.
3. Membandingkan hasil perhitungan terhadap standar IKE yang berlaku.
4. Melakukan penelitian, pengukuran dan perhitungan selubung bangunan, untuk mengetahui pemakaian energi dengan kesesuaian sistem pencahayaan dan pengondisian udara pada tiap ruangan.
5. Mengenali Peluang Hemat Energi (PHE) baik dari segi teknologi, instalasi, pemeliharaan dan sumber daya manusianya.
6. Merekomendasikan PHE tersebut untuk diimplementasikan sehingga mampu mengurangi pemakaian energi listrik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Umum Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

Fakultas Kedokteran Universitas Udayana berada di sebelah selatan pintu masuk kampus Sudirman dengan komposisi luas ruangan per lantai berdasarkan fungsinya seperti pada tabel 1 di bawah ini:

No	Fungsi Ruang (Ru/Repon, Teras)	Luas (M ²) Lantai 1	Luas (M ²) Lantai 2	Luas (M ²) Lantai 3	Luas (M ²) Lantai 4	Luas Total (M ²)
1	Culrip	51,73				51,73
2	Kamar Mayor	22,94				22,94
3	Laboratorium	44	86,3	40	421,3	600,4
4	Telur	10,05	141,24	224,1	100	1.887,11
5	R. Asip	25,62				25,62
6	R. Diklat	71,67				71,67
7	R. Dosen	195,25	155,25		108	559,8
8	R. Dugacla	42,43	77,16	189,4	13,58	302,73
9	R. Amalia	27,24	426,65	218,25	442,2	1.108,8
10	R. Lift	1,11				1,11
11	R. Dapur	29,51				29,51
12	R. Schreineran	27,77	19	408,64	32	499,41
13	R. Tandu	25,73	91,48			117,21
14	R. Tolok	18,72				18,72
15	Tal	25,08	19,5	191,5	40,54	276,67
16	Dapur	22,73		33		55,73
17	R. Amalia	12				12
18	R. N. Lan	26,75				26,75
19	R. IT dan Server			42,73	18,1	60,83
20	R. Tandu					18
	TOTAL	1.624,41	1.621,63	1.591,01	1.953,03	6.790,08

Tabel 1. Luas ruangan berdasarkan fungsinya per lantai gedung Utama FK UNUD

Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) adalah pembagian antara antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Dalam perhitungan IKE tersebut, mempergunakan data luas kotor gedung dibagi pemakaian energi listrik selama setahun. Luas kotor bangunan gedung utama FK UNUD adalah 6.745,44 m². Konsumsi energi listrik gedung utama FK UNUD selama setahun berdasarkan data pembayaran rekening tahun 2011 sebesar 559.460,6 kWh per tahun. Dengan asumsi pemakaian 20 hari dalam sebulan selama hari kerja dalam setahun. Dari data awal tersebut, maka dapat dihitung besarnya IKE gedung utama FK selama satu tahun dengan periode bulan Januari sampai Desember 2011, Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$IKE = \frac{\text{kWhTotal}}{\text{LuasBangunan(m}^2\text{)}} = \text{kWh/m}^2\text{/tahun}$$

$$IKE = \frac{559.460,6}{6.745,44} = 82,94 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}$$

Merujuk dari kriteria nilai standar tersebut, Gedung Utama FK UNUD termasuk katagori sangat efisien (50,04 - 95,04) kWh/m²/tahun dalam pemakaian energinya. Melalui kriteria sangat efisien tersebut, perlu dilakukan pengukuran dan perhitungan lagi apakah pemakaian energinya sudah sesuai dengan standar IKE dan SNI per ruangan yang ditetapkan atau belum, terutamanya pada sistem pencahayaan, suhu dan kelembaban udara.

Perhitungan pemakaian ruangan tersebut kemudian dibedakan berdasarkan katagori ruangan ber AC atau non AC, baik yang digunakan untuk beraktivitas dan kegiatan lainnya. Pemakaian ruangan ber AC dan non AC untuk kegiatan aktivitas disesuaikan dengan pemakaian peralatan terutamanya yang menggunakan sumber listrik seperti AC, komputer, printer dan peralatan penunjang lainnya. Melalui pengamatan dilapangan dan informasi dari teknisi di FK UNUD ternyata untuk pemakaian ruangan ber AC, pada ruangan kelas dan perkantoran, AC biasanya disetting pada suhu 24° C. Begitu juga dengan pemakaian lampu dan peralatan penunjang lainnya disesuaikan juga dengan lamanya pemakaian ruangan dan jadwal pemakaian. Untuk pemakaian peralatan yang mengkonsumsi energi listrik pada setiap ruangan, diasumsikan digunakan setiap hari kerja dengan waktu pemakaian dari jam 08.00 sampai 16.00 atau 8 jam sehari. Sehingga pemakaian energi listrik pada peralatan dapat diperhitungkan berdasarkan daya terpasang pada beban dikalikan dengan lamanya pengoperasian peralatan tersebut dalam sehari. Sebagai sampel diambil salah satu ruangan ber AC yang berada di lantai 1 gedung utama FK UNUD yakni ruang Dosen 4, dengan mengasumsikan cos peralatan lainnya sebesar 0,85, cos pada lampu dan AC, disesuaikan dengan petunjuk cos phi dari pabrikan. Sehingga dapat

dihitung pemakaian energinya per ruangan, sebagai berikut:

Luas Ruang Dosen 4 lantai 1 = 3,6 m x 3,1 m = 11,16 m²

- a. TL Philips 18 watt 2 buah dengan lama operasi 8 jam, $\cos \Phi = 0,77$

$$\text{kWh} = \frac{P \times n \times t \times \cos \Phi (0,77)}{1000}$$

$$18 \times 2 \times 8 \times 0,77 / 1000 = 0,22 \text{ kWh/hari.}$$

- b. AC Split LG 1 PK 1 buah dengan daya 795 watt, lama operasi 4 jam, $\cos \Phi = 0,4$

$$\text{kWh} = \frac{P \times n \times t \times \cos \Phi (0,4)}{1000}$$

$$(795 \times 1 \times 4 \times 0,4) / 1000 = 1,27 \text{ kWh/hari.}$$

- c. Komputer PC 1 buah dengan daya 400 watt, lama operasi 4 jam, $\cos \Phi = 0,85$

$$\text{kWh} = \frac{P \times n \times t \times \cos \Phi (0,85)}{1000}$$

$$(300 \times 1 \times 8 \times 0,85) / 1000 = 2,04 \text{ kWh/hari.}$$

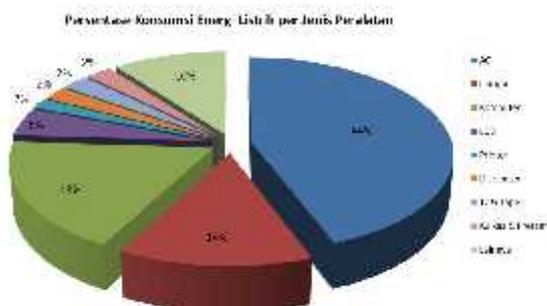
- d. Printer Hp Laserjet 1 buah dengan daya 550 watt, lama operasi 1 jam, $\cos \Phi = 0,85$

$$\text{kWh} = \frac{P \times n \times t \times \cos \Phi (0,85)}{1000}$$

$$(550 \times 1 \times 1 \times 0,85) / 1000 = 0,47 \text{ kWh/hari.}$$

Total pemakaian energi listrik untuk ruangan Dosen 4 lantai 1 sebesar 4,00 kWh/hari. Dengan kegiatan di FK UNUD diasumsikan berlangsung selama 20 hari kerja dalam sebulan, sehingga total pemakaian energinya selama sebulan adalah 4,00 kWh/hari x 20 hari = 80,00 kWh/bln. Nilai pemakaian tersebut kemudian dibagi dengan luas ruangan, yakni 80,00 kWh/bln dibagi 11,16 m², sehingga diperoleh nilai IKE sebesar 7,17 kWh/m²/bln. Nilai hasil perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan nilai standar yang telah ditetapkan untuk ruangan ber AC

Berikut gambar persentase pemakaian energi dalam gedung utama FK UNUD:



Gambar 1. Persentase Konsumsi Energi Listrik Pada Gedung Utama FK UNUD

Dari gambar 1 di atas dapat diketahui persentase pemakaian energi listrik di Gedung FK berdasarkan jenis pembebanan per hari efektif yakni; 44% untuk AC, 14% untuk komputer, 18% untuk

komputer, 5% untuk pemakaian LCD proyektor, 2% untuk printer, 2% untuk dispenser, 2% untuk TV dan Tape, 2% untuk kulkas dan dispenser, serta 10% nya lagi untuk peralatan listrik lainnya (kipas, fax, hand drayer, dll). Pemakaian energi listrik terbesar terletak pada pengoperasian AC, disusul kemudian oleh penggunaan komputer dan pemakaian lampu, dimana pengoperasiannya banyak dilakukan pada saat hari kerja, baik kantor, ruang perkuliahan, laboratorium dan ruang dosen. Pengoperasian peralatan juga disesuaikan dengan kebutuhan pemakaian ruangan. Sehingga penelitian ini difokuskan pada penggunaan AC dan sistem penerangan, sedangkan peralatan lainnya seperti komputer, LCD, printer, TV, pengoperasiannya dikondisikan sesuai dengan prosedur pengoperasian peralatan.

4.2 Sistem Pencahayaan Gedung Utama FK UNUD

Dari hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar aktifitas kampus FK UNUD terjadi pada siang hari. Sebagian besar ruangan masih mempergunakan pencahayaan buatan dalam melaksanakan aktivitas. Seperti dengan pemasangan beberapa buah lampu, baik lampu tipe TL, SL, dan lampu jenis lainnya disesuaikan dengan bidang kerja. Baik, ruangan memiliki jendela ataupun tidak, yang dilakukan setiap hari kerja mulai awal kerja sampai pada saat pulang kerja, hanya di tempat tertentu saja menggunakan penerangan alamiah. Pada penelitian ini besarnya intensitas pencahayaan dilakukan dengan melakukan pengukuran intensitas kuat pencahayaan pada ruangan. Hasil pengukuran tersebut nantinya digunakan untuk membandingkan nilai hasil pengukuran dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga mendapatkan referensi apakah sistem pencahayaan pada ruangan tersebut telah memenuhi standar yang diharapkan atau tidak. Adapun ruangan yang telah memenuhi standar pencahayaan minimum adalah sebesar 43 % dan yang kurang sebesar 57 % dari keseluruhan ruangan.

4.3 Sistem Pengkondisian Udara Gedung Utama FK UNUD

Sistem pengkondisian udara di gedung FK UNUD dikondisikan hanya pada ruangan ber AC. Pengkondisian udara dipengaruhi oleh adanya termal yang dihasilkan dari atap, dimensi ruangan, jenis kegiatan dalam ruangan, jumlah bukaan, jumlah penghuni, daya pancaran panas dari peralatan, baik dari lampu, komputer, dan peralatan lainnya yang mempengaruhi kinerja AC sehingga kinerja AC menjadi lebih berat dan konsumsi energinya juga meningkat.

Berdasarkan pengamatan pada ruangan ber AC di gedung utama FK UNUD, dengan settingan awal AC pada suhu 24 °C, kelembaban udara luar rata-rata 76 %. Pada penelitian ini, hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara saat ruangan ber AC digunakan

secara penuh, rata-rata suhu dalam ruangan berkisar antara 25 – 26 **Error! Not a valid link.**, dan kelembaban 61% - 65% dengan kapasitas AC yang terpasang mulai dari 0,75 PK hingga 10 PK disesuaikan dengan kebutuhan dan penggunaan ruangan. Berikut akan ditampilkan dalam tabel sampel pengukuran suhu dan kelembaban udara yang dilakukan pada saat ruangan digunakan dan dilakukan pada jam 2 – 3 sore saat panas matahari maksimum mengenai gedung. Dimana ruangan yang telah memenuhi standar pengkondisian udara adalah sebesar 72 %. Dari 72 % yang telah memenuhi standar pengkondisian udara tersebut, 46 % sesuai dengan kapasitas AC dilapangan dan 26% nya melebihi kapasitasnya, dan sisanya lagi 28 % nya kurang dari standar pengkondisian udara yang diharapkan.

Untuk perawatannya, biasanya dilakukan dengan pembersihan filter secara rutin, yang dilakukan setiap 6 bulan sekali, dan pemeliharaan penuhnya (pembersihan filter, pengecekan gas, dan lainnya) dilakukan setiap tahun. Untuk AC yang mengalami masalah selain dari perawatan rutin, maka perbaikan dilakukan dengan pemanggilan teknisi dari perusahaan lain, sehingga kondisi keseluruhan AC pada saat dilakukan penelitian dalam keadaan baik. Dengan asumsi rata-rata pemakaian AC selama 8 jam setiap hari kerja, baik yang digunakan pada ruangan perkantoran, kelas dan ruangan ber AC lainnya.

Sehingga nantinya perlu direkomendasikan pada penggunaan AC itu sendiri, agar dalam pemakaiannya atau setingan suhu AC disesuaikan dengan kenyamanan termal yang dianjurkan agar konsumsi energi listrik menjadi lebih efisien lagi.

4.4 Pengaruh Beban Selubung Bangunan

Dalam bangunan modern, perancangan selubung bangunan yang optimal akan menghasilkan efisiensi energi tanpa mengurangi atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan, produktivitas kerja dan pembiayaan. Sistem selubung bangunan yang dipakai mengacu pada SNI 03-6389-2000, dimana bangunan dikatakan hemat energi apabila nilai OTTVnya tidak melebihi 45 Watt/m². Dimana standar ini memiliki pengaruh terhadap pembebanan pengkondisian udara yang dipengaruhi oleh adanya beban termal menyeluruh pada ruangan. Adapun beban termal menyeluruh tersebut meliputi: luas jendela yang dipasang terhadap luas dinding, jenis material dinding, atap, lantai, pelapis dinding, peralatan, penghuni dan SC (*Shading Coefisien*) disamping tumbuh-tumbuhan yang berfungsi sebagai peneduh.

Salah satu ruangan yang dijadikan sampel untuk perhitungan OTTV adalah ruangan dosen 4 lantai 1. Untuk memudahkan perhitungan, maka rumus OTTV diatas dimasukkan dalam tabel perhitungan di bawah ini:

Tabel 2. Perhitungan nilai OTTV salah satu sampel ruangan dosen 4

No	Ruang	Q. area	Luas Dinding (m ²)	g	U _g	WWE	TD _g	SC	EF	U _g	U _g L _g	U _g L _g	OTTV	
1	Dosen 4 Lantai 1	Tenda	8,37	0,30	2,595	0,1165	10	0,3	110	3,986	3	31,02	270,69	
		Selatan	9,72	0,30	2,916	0,1029	10	0,3	97	3,986	3	27,48	269,39	
		Barat	8,77	0,30	2,631	0,1156	10	0,3	148	3,986	3	37,97	313,69	
		Tenda	8,72	0,30	2,616	0,1029	10	0,3	150	3,986	3	30,00	301,29	
			35,58										1.165,12	
													Nilai total U _g L _g	37,02

Melalui hasil perhitungan nilai 37,02 pada tabel tersebut untuk ruangan ber AC yakni ruangan dosen 4 anatomi, jika dibandingkan dengan nilai OTTV maksimum yaitu sebesar 45 Watt/m² maka ruangan tersebut termasuk memenuhi persyaratan hemat energi.

4.5 Peluang Hemat Energi

Dalam mengidentifikasi peluang hemat energi (PHE), terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan utamanya pada pemakaian peralatan dan lamanya dioperasikan, dilihat dari sisi teknologi, instalasi, perawatan dan sumber daya manusianya (SDM). Dilihat dari kondisi di lapangan saat ini pada gedung utama FK UNUD belum terdapat adanya program dan manfaat manajemen energi. Adapun hal-hal yang dapat dilakukan utamanya pada pengkondisian udara dan sistem pencahayaan, meliputi:

PHE Sistem Pengkondisian Udara

- Teknologi: AC yang digunakan saat ini di gedung utama FK UNUD merupakan AC tipe split dengan EER rata-rata di atas 10 untuk AC dengan kapasitas di bawah 2,5 PK, untuk AC di atas 2,5 PK masih dalam nilai yang baik untuk ukuran AC dengan kapasitas besar atau dengan pengantian AC yang mengadopsi teknologi inverter atau *Eco Patrol*.
- Instalasi: Untuk instalasi jalur pemipaan AC lantai 3 saat ini masih panjang sehingga penempatannya perlu disesuaikan, agar proses pendinginan ruangan menjadi cepat dan dapat menghemat pemakaian listrik.
- Perawatan: Penjawalan perawatan berkala yang dilakukan utamanya untuk pembersihan saringan udara/filter dan kompresor secara teratur agar kinerja AC tidak berat.
- SDM: Perlu dibuat SOP pemakaian AC utamanya pada tiap ruangan dimana selama ini belum terdapat pedoman baku tentang pemakaian AC seperti pada pengaturan suhu ruangan disesuaikan dengan kondisi nyaman antara 24°C – 25°C; ketika menyalakan AC diusahakan ruang dalam keadaan tertutup, agar AC tidak bekerja keras mendinginkannya; diusahakan agar jangan terlalu sering mematikan/ menghidupkan AC.

PHE Sistem Pencahayaan

- Teknologi: Telah mempergunakan lampu tipe SL pada beberapa ruangan, namun masih ada

- pemakaiannya dengan lampu TL, guna memperoleh standar pencahayaan minimum yang diharapkan atau dengan pengantian lampu TL ke SL atau LED.
- b. Instalasi: Pemasangan saklar pada beberapa tempat dilakukan secara terpusat untuk mempermudah pengontrolan.
 - c. Perawatan: Pengantian lampu dilakukan setiap saat dan pengecekan rutin setiap minggunya oleh tenaga teknis terutamanya pengantian lampu yang rusak agar tingkat kenyamanan terpenuhi walaupun belum memenuhi standar yang diharapkan.
 - d. SDM: Perlu dibuatkan SOP pemakaian lampu terutamanya pada tiap ruangan dimana selama ini belum terdapat pedoman baku tentang pemakaian peralatan, seperti halnya pengontrolan lampu dan pemanfaatan cahaya alami terutamanya untuk area yang pencahayaan alaminya cukup guna menghemat pemakaian energi, serta penyesuaian penggunaan lampu dengan media.

4.6 Rekomendasi Manajemen Energi

Dalam menyusun suatu rekomendasi digunakan suatu kriteria dari pemakaian energi berdasarkan peluang hemat energi, disesuaikan dengan operasional penggunaan peralatan, penggunaan teknologi hemat energi dan bentuk perawatan peralatan agar dapat ditarik suatu rencana aksi untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Aksi inilah yang dijadikan rekomendasi dalam perumusan manajemen energi di FK UNUD. Berikut bentuk rekomendasi yang disarankan diantaranya:

Rekomendasi untuk sistem pengkondisian udara antara lain:

- a. Untuk pemasangan unit outdoor maupun unit indoor agar memenuhi kriteria pemasangan AC yang disarankan pabrik, agar AC dapat bekerja secara optimal.
- b. Bentuk dan rancang SOP yang memuat tentang tata cara pemakaian AC pada tiap ruangan. Bentuk rancangan SOP penggunaan AC dapat berupa prosedur umum maupun penggunaan teknologi yang disertakan dalam teknologi AC. Bentuk SOP dari sisi teknologi yang dapat digunakan adalah pemanfaatan teknologi timer, inverter dan sensor pada AC.
- c. Pada saat melakukan peremejaan AC atau pengisian ulang gas pada AC direkomendasikan agar menggunakan gas dengan karakteristik nilai *Refrigerant Effect* yang lebih baik, dalam kondisi ini beralih penggunaan dari gas tipe R-22 ke gas tipe Musicool MC-22, karena berdasarkan data pertamina penggunaan gas ini dapat menghemat energi 14% - 20%.

Pada peralatan lampu bentuk rekomendasi yang disarankan adalah:

- a. Bentuk dan rancang SOP yang memuat tentang cara pemakaian lampu tiap ruangan. Khusus untuk ruangan yang memiliki akses cahaya alami dapat membuat SOP dengan mengkondisikan pengelompokan saklar lampu seperti membedakan warna saklar untuk mempermudah pemahaman penerapan SOP.
- b. Perlu dibuatkan daftar inventaris ruangan yang memuat tentang besaran daya lampu dan intensitas kuat pencahayaan yang diperlukan tiap ruangan, sebagai acuan teknis bila ada penggantian lampu, sehingga tetap memenuhi standar pencahayaan yang direkomendasikan.
- c. Perlu dipertimbangkan pengembangan penggunaan teknologi dimmer lampu khususnya untuk lampu pada koridor. Penggunaan dimmer ini dapat mengurangi operasional pemakaian lampu yaitu dapat di setting pada pukul 18.00 - 05.00.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa perilaku pemakaian alat khususnya lampu dan AC dalam ruangan masih perlu dilakukan pembenahan. Dimana selama ini pemakaian peralatan pada ruangan tidak ada aturan dan ketentuan yang terpasang pada tiap ruangan, sehingga perlu dibuatkan pola pemakaian peralatan dengan ketentuan yang mengikat bagi setiap pengguna dari ruangan tersebut, Sebelum membuat SOP terdapat beberapa poin penting yang dijadikan acuan dalam menyusun suatu SOP yaitu pengaturan pola operasi, pengantian, perawatan dan penggunaan teknologi serta penempatannya pada tempat yang mudah dilihat, mudah dibaca dan mudah dipahami dan harus selalu dievaluasi pelaksanaannya setiap tahun.

Berikut bentuk SOP teknis tentang pemakaian peralatan pada tiap ruangan, yaitu:

Sistem pengkondisian udara, yaitu:

- a. Pada saat menyalakan AC, usahakan ruang dalam keadaan ruangan tertutup rapat agar AC tidak bekerja keras mendinginkannya.
- b. Operasikan AC pada suhu ruangan disesuaikan dengan kondisi nyaman antara 24°C – 25°C dengan kecepatan kipas terpasang pada level terendah.
- c. Bila ruangan tidak terpakai, matikan AC atau dengan menggunakan settingan sistem timer pada AC atau matikan AC satu jam lebih awal sebelum pulang kerja.
- d. Bila AC dalam ruangan tidak berfungsi segera hubungi teknisi.

Sistem pencahayaan, yaitu:

- a. Matikan lampu pada saat ruangan tidak digunakan.
- b. Untuk ruangan yang memiliki akses jendela luar, agar tidak menyalakan lampu di siang hari (optimalkan pencahayaan alami di siang hari jika memungkinkan).

- c. Bila lampu ruangan padam segera hubungi teknisi.

5. SIMPULAN

Dari pembahasan yang sudah dilakukan terhadap pengelolaan energi pada gedung utama FK UNUD dapat diambil beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan nilai IKE dari hasil pemakaian energi listrik selama setahun melalui akumulasi tagihan bulanan, dibandingkan dengan luas keseluruhan area gedung utama FK UNUD, diperoleh nilai IKE dengan katagori *Energy Efficiency*, dengan tingkat efisiensi bangunan yang diklasifikasikan sebesar 82,94 kWh/m²/thn. Dengan persentase pemakaian energi per hari efektif yakni; AC 44%, lampu 14%, komputer set 25%, dan 16% peralatan lainnya.
2. Untuk sistem pengkondisian udara, dimana suhu dan kelembaban udara terutama untuk ruangan ber AC termasuk dalam kenyamanan termal yang ideal bagi orang Indonesia, dimana suhu dan kelembaban udara di gedung utama FK UNUD berkisar antara 25 – 26 **Error! Not a valid link.**, dan kelembaban ruangan 61% - 65% saat digunakan. Berdasarkan perhitungan sebagian besar ruangan ber AC telah memenuhi standar kenyamanan termal sebesar 72 % dari keseluruhan ruangan. Dari 72 % tersebut yang sesuai kapasitas AC dilapangan sebanyak 46 % dan 26% nya melebihi kapasitasnya. Agar terjadi efisiensi pemeliharaan sebaiknya rutin dilakukan perawatan baik terhadap filter maupun pada penggantian refrigerannya. Untuk sistem pencahayaan ruangan di gedung utama FK UNUD mempergunakan lampu TL dan SL, dimana ruangan yang belum memenuhi standar pencahayaan minimum yang diharapkan sebesar 57 %, dan yang telah memenuhi standar pencahayaan minimum sebesar 43 % dari keseluruhan ruangan. Ruangan yang belum memenuhi standar pencahayaan minimum, terutama yang berada pada posisi diantara ruangan lainnya di dalam gedung, serta tidak memiliki bukaan/jendela. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan menggunakan lampu hemat energi tipe SL dengan lumen yang lebih besar. atau lampu TL yang telah menggunakan balast elektronik.
3. Untuk peranan selubung bangunan di gedung utama FK UNUD, keseluruhan ruangan nilai OTTVnya dibawah nilai standar yang ditetapkan 32,86 watt/m² atau sesuai dengan syarat bangunan hemat energi 45 watt/m² yang mengacu pada standar SNI. Selubung bangunan juga berpengaruh terhadap sistem pencahayaan dan sistem pengondisian udara. Untuk sistem pencahayaan terutama dipengaruhi oleh

dinding dan penempatan jendela, sedangkan pada sistem pengkondisian udara seluruh termal yang dihasilkan berpengaruh terhadap pemakaian AC, terutama yang dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari yang mengenai gedung, aktivitas, dan peralatan yang dipergunakan.

4. Adapun bentuk rancangan program SOP yang dapat dilakukan, terutama untuk ruangan kelas, laboratorium, dan perkantoran yakni membuat standar pengoperasian ruangan terutama pada pemakaian peralatan mulai dari awal dipergunakan sampai pada saat ditinggalkan atau pulang seperti AC, lampu, komputer, dan peralatan lainnya.

Dari hal tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa, pengelolaan energi di gedung utama FK UNUD sudah sangat efisien. Dengan pemakaian beban terbesar terdapat pada pemakaian AC, dengan standar kenyamanan termal yang terpenuhi sebanyak 72 % dari keseluruhan ruangan. Untuk sistem pencahayaan masih banyak yang belum memenuhi standar pencahayaan minimum (57%) sehingga untuk mengatasi hal itu sebaiknya mempergunakan lampu tipe SL dengan watt yang lebih besar atau dengan pemakaian lampu LED.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Presiden RI. No 5 Tahun 2006, Kebijakan Energi Nasional.
- [2] Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, 2011. *Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia (EECCI). Kantor Hemat Energi*.
- [3] SNI 03-6169-2000. 2000. Prosedur Audit Energi Pada Bagunan Gedung, Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [4] Arsa Suteja, I.W. 2011. "Manajemen Energi Listrik Di Gedung Sentral Telepon Automat Kaliase Denpasar" (tesis). Denpasar: Universitas Udayana.
- [5] SNI 03-6167-2000. 2000. Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan, Jakarta. Badan Standar Nasional Indonesia
- [6] SNI 03-6389-2000. 2001. Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- [7] SNI 03-6575-2001. 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung, Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- [8] SNI 03-6572-2001. 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bagunan Gedung, Jakarta. Badan Standarisasi Nasional