

ANALISIS EFISIENSI ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG UNTUK MENDUKUNG PROGRAM KONSERVASI ENERGI

*The Analysis Of Energy Efficiency In Buildings For
Supporting Energy Conservation Program*

Nandy Nawaitulah¹, Abdul Natsir², Sultan³

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram Nusa Tenggara Barat Indonesia
nandynawaitulah10@gmail.com¹, natsir.amin@yahoo.com², sultandarma@yahoo.com³

ABSTRAK

Analisis energi pada bangunan gedung merupakan upaya mengoptimalkan penggunaan energi listrik sehingga menjadi efektif dan efisien. Hal yang tepat untuk mendukung program konservasi energi sesuai dengan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral no.13 tahun 2012. Salah satu cara utama konservasi energi pada bangunan gedung adalah audit energi. Audit energi adalah inspeksi, survey dan analisis energi pada bangunan gedung. Selain audit energi, dilakukan tinjauan desain aktif dan desain pasif pada bangunan serta pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi. Intensitas konsumsi energi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dikategorikan sangat efisien, dengan total peluang penghematan energi untuk per hari adalah 27,189 kWh. Desain pasif gedung sesuai untuk meminimalisasi penggunaan energi dan level tegangan pelayanan sudah sesuai dengan SPLN No. 1 tahun 1995 yaitu antara +5% sampai -10% dengan tegangan nominal 230/400 V.

Kata Kunci: *Konservasi Energi; Desain aktif dan Pasif; Intensitas Konsumsi Energi.*

ABSTRACT

Energy analysis of building is an effort to optimize the use of energy, so that the use of energy become effective and efficient. The right thing to support energy conservation program based on regulation minister of energy and mineral resources no.13 of 2012. One of the primary ways to improve energy conservation in buildings is to use an energy audit. An energy audit is an inspection and analysis of energy use in a building. Besides energy audit, carried out a review of design of active and passive design in buildings as well as measurements of voltages and currents at the distribution panel. The intensity of the energy consumption of the building A and building B Faculty of Engineering, University of Mataram categorized as very efficient, with total energy savings opportunities for a day was 27.189 kWh. Appropriate passive design of buildings to minimize energy use and the voltage level of service is in conformity with SPLN No. 1 1995 is between +5% to -10% with nominal voltage of 230/400 V.

Keywords: *Energy Conservation; Active and Passive Design; Energy Consumption Intensity.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang terus meningkat pada satu sisi dan kekurangan pasokan pada sisi lainnya mengharuskan adanya kegiatan konservasi energi, yaitu suatu bentuk pengelolaan energi yang benar dan efisien. Alat utama konservasi energi adalah audit energi (Mulyadi dkk,2013). Audit energi merupakan suatu penelusuran atas sumber daya energi dari mulai masuknya sampai ke pengguna akhir untuk mencari kebocoran-kebocoran serta membuat rekomendasi yang akan memperbaiki sistem pemanfaatan energi dari suatu fasilitas. (Septian dkk, 2012).

Diperlukan adanya tinjauan desain aktif dan desain pasif pada bangunan gedung. Desain aktif meliputi semua bagian bangunan yang menggunakan energy (Efendi, 2012)

Sedangkan desain pasif meliputi struktur bangunan, termasuk selubung bangunan seperti atap, dinding, kaca, jendela dan pintu serta struktur dalam bangunan yang tidak menggunakan energi.

Sasaran terakhir adalah pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi untuk mengetahui tren penggunaan setiap jam selama 24 jam.

Konservasi Energi. Konservasi energi pada hakekatnya adalah suatu usaha untuk mengurangi pemborosan energi, substitusi ke bahan energi yang lebih murah, pemanfaatan panas terbuang dan kogenerasi panas dan tenaga. Konservasi energi bukan berarti bekerja tanpa menggunakan energi atau

membatasi pemasokan energi, namun merupakan suatu upaya untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan energi di seluruh fasilitas atau peralatan pengguna energi yang ada di industry, sehingga untuk menghasilkan tingkat produksi yang sama diperlukan jumlah energi yang lebih sedikit, atau pada tingkat konsumsi energi yang sama dapat dihasilkan tingkat produksi yang lebih besar (Danis Energi Managemen A/S, 2011 dan 2012). Dari hasil survei yang diadakan oleh pemerintah, potensi konservasi di industry memberikan peluang penghematan sekitar 10% - 30%. (Kementerian Perindustrian, 2011).

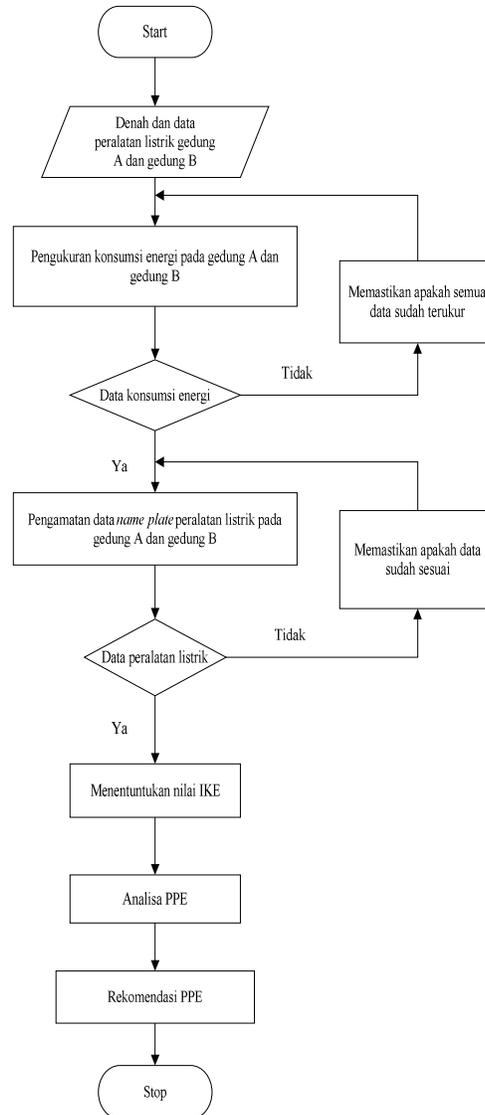
Audit Energi. Audit energi adalah teknik yang di pakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Prosedur audit energi dimulai dari tahapan survei energi yaitu mengumpulkan data pada bagian utama untuk mengetahui pola konsumsi energi dan untuk mengidentifikasi Peluang Penghematan Energi (PPE).

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

- a. Mengumpulkan data energi bangunan gedung diantaranya dokumentasi bangunan, pembayaran rekening listrik bulanan dan tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*).
- b. Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) listrik. Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Menurut pedoman pelaksanaan konversi energi dan pengawasannya di lingkungan departemen pendidikan nasional nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC.

Untuk tahapan terakhir adalah audit energi rinci, yaitu mengumpulkan data-data historis konsumsi energi dari cacatan yang ada (kWh atau biaya energi), instrumen *portable* digunakan untuk mengukur parameter operasi yang penting yang dapat membantu proses pengauditan energi dalam neraca energi dan intensitas pencahayaan pada peralatan pengguna energi. Jenis uji yang dijalankan selama audit energi rinci mencakup tingkat pencahayaan, pengukuran suhu dan aliran udara pada AC, dan

penentuan penurunan faktor daya dan adanya harmonisa yang disebabkan oleh berbagai peralatan listrik. (Anonim, 2012).



Gambar 1. diagram alir audit energi

Tabel 1. Standar intensitas konsumsi energi untuk gedung kantor pemerintah.

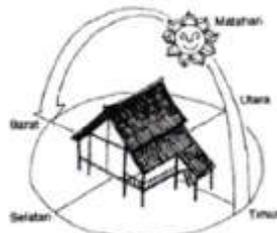
Kriteria	Gedung kantor ber-AC (kWh/m ² /bulan)	Gedung kantor tanpa AC (kWh/m ² /bulan)
Sangat efisien	< 8,5	< 3,4
Efisien	8,5 – 14	3,4 – 5,6
Cukup efisien	14 – 18,5	5,6 – 7,4
Boros	> 18,5	> 7,4

Sumber : permen ESDM no. 13 tahun 2012

Desain Pasif pada Bangunan. Desain pasif meliputi bangunan struktur, termasuk selubung bangunan seperti atap, dinding, kaca, jendela dan pintu serta struktur dalam bangunan yang tidak menggunakan energi. (Basaria, Talarosha., 2013)

Konsep desain pasif adalah memanipulasi orientasi dan desain bangunan. Salah satu teknik yang digunakan dalam implementasi desain pasif adalah teknik *passive cooling* (Abdurachman, 2012). Prinsip *passive cooling* adalah meminimalisasi perpindahan panas yang masuk dalam gedung, membuang beban panas dari dalam gedung dan meningkatkan kenyamanan ruangan dalam gedung secara cukup melalui sirkulasi udara. Prinsip-prinsip desain pasif adalah :

- c. Orientasi bangunan. Teknik utama adalah memanipulasi orientasi bangunan yaitu memposisikan bangunan sesuai jalur matahari yaitu mengarah dari timur ke barat.



Gambar 2. manipulasi orientasi bangunan

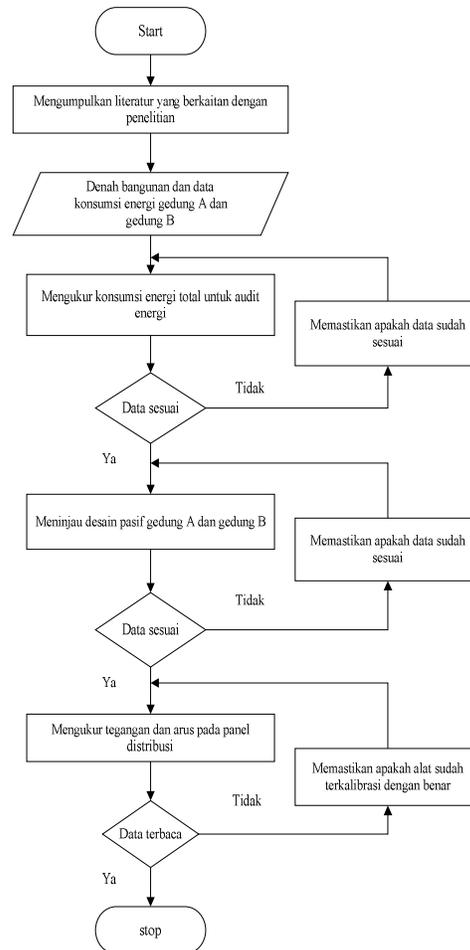
- d. Pencahayaan alami. Desain jendela menjadi kunci pemanfaatan cahaya alami. Prinsip umumnya adalah sebuah jendela akan menyalurkan cahaya alami secara efektif ke dalam ruangan hingga jarak dua kali lebih panjang dari tinggi jendela. Penggunaan atap yang lebih tinggi dan jendela dapat menjadi solusi efektif untuk menyediakan cahaya alami yang cukup baik.

- e. Ventilasi alami. Bentuk paling efektif dari ventilasi alami adalah ventilasi silang, dimana udara dapat melalui bangunan dari satu sisi ke sisi lain. Ventilasi silang membutuhkan bukaan celah lebih dari satu sisi dalam bangunan gedung, sehingga angin akan menghasilkan tekanan-tekanan berbeda diantara celah-celah tersebut dan mengangkat aliran udara yang kuat melalui ruang internal. Ventilasi aliran silang menciptakan tingkat perubahan udara

yang lebih tinggi dan dapat memberikan ventilasi ke tapak lantai yang lebih dalam.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu persiapan, studi literatur, pengukuran, pengolahan data dan analisis data. Pengumpulan data berupa data historis bangunan, tata cahaya, tata udara, peralatan penunjang lainnya serta data tegangan dan arus pada panel distribusi. Pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak. Hasil pengolahan di analisa dan dibandingkan dengan standar SNI yang berlaku. Langkah penelitian seperti pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. diagram alir penelitian

Pengukuran data kebutuhan daya pada sistem AC. Kebutuhan daya pada sistem pengkondisian udara (AC) ditentukan oleh kondisi ruang meliputi volume ruang, posisi terhadap arah matahari, posisi terhadap ruang lain dan sistem isolasinya. Satuan yang

digunakan dalam kebutuhan daya AC sebuah ruangan adalah BTU perjam atau PK. Tbael 2. Hasil Pengukuran energi sistem penerangan.

Gedung	Luas lantai ber-AC	Luas lantai tanpa AC	Total pemakaian tenaga listrik perbulan	Pemakaian tenaga listrik AC per bulan	Intensitas Konsumsi Energi	
	m ²	m ²	kWh	kWh	ber-AC (kWh /m ² /bulan)	Lantai tanpa AC (kWh /m ² /bulan)
A	774.8	607.2	5982	3511.8	8.1	4.07
B	757.9	2608.2	6191.92	4212	3.27	0.76

Konsumsi energi pada suatu sistem penerangan tergantung dari ukuran daya lampu yang digunakan dalam satuan Watt dan lama waktu penggunaannya dalam satu hari atau 24 jam sesuai dengan jenis aktifitas di dalam ruangan atau luar ruangan. Konsumsi energi sistem penerangan pada suatu unit ruangan dapat di hitung dengan satuan Watt-hour (Wh).

Pengukuran tingkat pencahayaan.

Mengukur tingkat pencahayaan bertujuan untuk mengetahui intensitas penerangan dalam suatu ruangan. Pengukuran dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Tinggi pengukuran $\pm 0,8$ m di atas lantai atau sejajar dengan bidang kerja.
2. Pengukuran pada saat lampu dimatikan untuk mengetahui besarnya intensitas penerangan dari cahaya alami.
3. Pengukuran pada saat lampu dinyalakan untuk mengetahui besarnya intensitas penerangan gabungan dari cahaya alami dan lampu.

Pengukuran konsumsi energi peralatan lainnya. Konsumsi energi pada suatu peralatan tergantung pada daya pada masing-masing peralatan dalam 24 jam sesuai dengan pemakaian. Konsumsi energi peralatan dapat di hitung dengan satuan Watt-hour (Wh).

Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi. pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dilakukan selama 5 hari, mulai dari rabu, 20 April 2016 sampai dengan minggu, 24 April 2016. Data di ambil setiap jam sekali mulai dari jam 6 pagi sampai jam 9 malam, untuk jam 10 malam sampai jam 5 pagi diasumsikan sama dengan jam 9 malam.

Pengamatan spesifikasi (name plate) peralatan. Pengamatan spesifikasi (name plate) peralatan dilakukan pada beberapa

sampel data, lampu sesuai daya pada *name plate* diasumsikan memakai merek philips pada setiap penerangan, daya AC sesuai spesifikasi merek.

Pengamatan desain aktif dan desain pasif.

Pengamatan desain aktif dan desain pasif dilakukan difokuskan pada desain pasif. Pengamatan dilakukan dengan mengamati orientasi gedung, desain tata cahaya dan desain tata udara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas konsumsi energi. Konsumsi energi total per bulan ditentukan dari perhitungan audit energi sistem penerangan, sistem tata udara dan peralatan penunjang energi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram. Perhitungan IKE gedung A dan gedung B dilakukan sesuai dengan kategori gedung ber-AC dan tanpa AC. Penentuan kategori gedung dilakukan dengan menghitung perbandingan luas lantai ber-AC dan tanpa AC dengan luas total lantai.

Tabel 1 perhitungan IKE gedung A dan gedung B Fakultas Teknik UNRAM

Peluang penghematan energi (PPE) dan rekomendasi

1. PPE dan rekomendasi sistem penerangan
 - Menghidupkan lampu pada saat diperlukan saja.
 - Memasang lampu dalam jarak yang tepat dengan objek yang akan diterangi.
 - Mengatur posisi peralatan dalam ruang untuk tidak menghalangi penerangan.
 - Mengganti lampu jenis FL dengan lampu jenis CFL untuk menghemat penggunaan energi.
2. PPE dan rekomendasi sistem tata udara

Adapun ruangan-ruangan yang memiliki penggunaan daya terpasang yang berada di atas perhitungan energi sistem tata

udara berdasarkan luas ruangan sehingga dapat dilakukan usaha peluang penghematan energi antara lain :

- Ruang dekan pada gedung A. Penggunaan AC pada ruang dekan berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1.5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 1.5 PK dan suhu *setting* 23⁰C pada ruang dekan untuk mengurangi penggunaan energi.
- Ruang tamu pada gedung A. Penggunaan AC pada ruang tamu berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 0.5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 0.5 PK dan suhu *setting* 23⁰C pada ruang tamu untuk mengurangi penggunaan energi.
- Ruang KSB TU pada gedung A. Penggunaan AC pada ruang KSB TU berkapasitas 6.5 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 5 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 5 PK dan suhu *setting* 23⁰C.
- Ruang prodi teknik informatika gedung A. Penggunaan AC pada ruang prodi teknik informatika berkapasitas 1.5 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 1 PK dan suhu *setting* 23⁰C.
- Ruang kujur dan sekjur sore gedung B. Penggunaan AC pada ruang kujur dan sekjur sore berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 0.75 PK. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan adalah menggunakan AC dengan kapasitas 0.75 PK dan suhu *setting* 23⁰C.

Peluang penghematan sistem tata udara per hari adalah sejumlah $3,966 + 2,814 + 12,300 + 3,204 + 4,905 = 27,189$ kWh.

Selain penggunaan daya terpasang berada di atas perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan, sebagian ruangan memiliki daya terpasang berada dibawah perhitungan mengakibatkan tingkat

kenyamanan pada ruangan tersebut berkurang sehingga direkomendasikan untuk menambah kapasitas AC. Adapun ruangan-ruangan yang memiliki daya terpasang berada di bawah perhitungan antara lain :

1. Ruang baca gedung A. Penggunaan AC pada ruang baca berkapasitas 4 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 7 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang baca adalah 7 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
2. Ruang sidang fakultas. Penggunaan AC pada ruang sidang fakultas berkapasitas 4 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 6 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang sidang fakultas adalah 6 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
3. Ruang laboratorium CNC. Penggunaan AC pada ruang laboratorium CNC berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 4 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang laboratorium CNC adalah 4 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
4. Ruang studio. Penggunaan AC pada ruang studio berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 5 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang studio adalah 5 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
5. Ruang D2. Penggunaan AC pada ruang D2 berkapasitas 2 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 4 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang D2 adalah 4 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
6. Ruang B2-03. Penggunaan AC pada ruang B2-03 berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 3 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang B2-03 adalah 3 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.
7. Ruang dosen laboratorium kendali. Penggunaan AC pada ruang dosen laboratorium kendali berkapasitas 1 PK dengan hasil perhitungan energi sistem tata udara berdasarkan luas ruangan adalah 1.5 PK. Direkomendasikan penggunaan AC pada ruang dosen

laboratorium kendali adalah 1.5 PK untuk meningkatkan kenyamanan ruangan.

Desain pasif

1. Orientasi bangunan. Orientasi bangunan pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram sudah sesuai dengan desain posisi surya yang optimum yaitu poros bangunan gedung yang paling panjang mengarah dari timur ke barat sehingga mendapatkan keuntungan dari strategi pasif surya. Selain itu juga posisi jendela tidak menghadap langsung ke arah matahari (timur ke barat). Hal ini berguna meminimalisasi penggunaan energi untuk pendinginan.
2. Pencahayaan alami. Pencahayaan alami pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram sudah memenuhi prinsip cahaya alami dua-sisi dan satu-sisi.
3. Tata udara. Ventilasi alami pada gedung A dan gedung B menggunakan desain ventilasi silang kecuali untuk gedung A lantai 3 menggunakan ventilasi loteng. Penggunaan ventilasi silang adalah desain yang paling efektif, dimana udara dapat melalui bangunan dari satu sisi ke sisi lain. Selain desain yang paling efektif, ventilasi silang juga sangat cocok dengan iklim sedang daerah Mataram karena sifat malam hari yang sejuk dapat mendinginkan bangunan gedung sebelum penggunaan gedung datang.

Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Pengukuran tegangan dan arus pada panel distribusi gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Unram dilakukan selama 5 hari, mulai dari Rabu, 20 April 2016 sampai dengan Minggu, 24 April 2016. Data di ambil setiap jam sekali mulai dari jam 6 pagi sampai jam 9 malam, untuk jam 10 malam sampai jam 5 pagi diasumsikan sama dengan jam 9 malam.

Kebutuhan penggunaan tegangan dan arus setiap fasa berbeda setiap jamnya. Rata-rata pemakaian energi maksimum terjadi mulai pada jam 10:00 sampai dengan jam 14:00. Level tegangan pelayanan sudah sesuai dengan SPLN No. 1 tahun 1995 yaitu antara +5% sampai -10% dengan tegangan nominal 230/400 V.

KESIMPULAN

1. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram dikategorikan sangat efisien untuk gedung perkantoran. IKE

gedung A lantai ber-AC sebesar 8,1 kWh/m²/bulan dikategorikan sangat efisien, IKE gedung A lantai tanpa AC sebesar 4,07 kWh/m²/bulan dikategorikan efisien. IKE gedung B lantai ber-AC sebesar 3,27 kWh/m²/bulan dan lantai tanpa AC sebesar 0,76 kWh/m²/bulan dikategorikan sangat efisien.

2. Peluang penghematan energi sistem tata udara per hari adalah sejumlah 27,189 kWh, sehingga total peluang penghematan energi per hari pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram adalah 27,189 kWh.
3. Desain pasif gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram sesuai untuk meminimalisasi penggunaan energi seperti orientasi bangunan gedung yang tepat, desain cahaya alami menurut prinsip cahaya alami satu-sisi dan dua-sisi untuk sebagian besar ruangan serta desain tata udara menggunakan ventilasi silang.
4. Penggunaan tegangan dan arus setiap fasa per 24 jam pada gedung A dan gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram berbeda setiap jamnya dari jam 06:00 sampai dengan jam 22:00 dimana puncak penggunaan fasa R adalah jam 12:00, fasa S adalah jam 11:00 dan fasa T adalah jam 13:00. Penggunaan tegangan dan arus untuk jam 22:00 sampai jam 05:00 sama, karena tidak ada perubahan beban secara signifikan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. "Audit Energi Pada Terminal BBM Ampten PT. Pertamina". Universitas Mataram. Mataram.
- Danish Energy Management A/S. 2012. "Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia". EECCHI. Jakarta.
- Danish Energy Management A/S. 2011. "Energy Switch". EECCHI. Jakarta.
- Effendi, Abdurachman. 2012. "Audit Awal Energi Listrik Pada Gedung PS Kedokteran Universitas Lampung". Universitas Lampung. Lampung.
- Kementerian Perindustrian. 2011. "Laporan Akhir Konservasi Energi Kementerian Perindustrian". Jakarta.
- Mulyadi, Yadi dkk. 2013. "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi di Gedung

FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia". FPTK UPI. Bandung.

Septian, Derry dkk. 2013. "Audit Energi dan Analisa Peluang Hemat Energi Pada Bangunan Gedung PT. X". Jakarta.

Talarosha, Basaria. 2013. "*Aspek Rancangan Pasif Bangunan dan Unsur Lansekap Untuk Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Ruang*". Academia.edu. Medan.



Nandy Nawaitulah, lahir di Sape, Bima pada tanggal 08 Desember 1991, Menempuh Pendidikan Program Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Universitas Mataram sejak tahun 2010.