



BUKU PEDOMAN PENGHEMATAN ENERGI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan karunia, nikmat, rahmat dan hidayah serta bimbingan-Nya, sehingga buku Pedoman Penghematan Energi di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta ini dapat diselesaikan.

Buku Pedoman Penghematan Energi di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta ini menyajikan gambaran umum yang menyeluruh, saran dan referensi yang mutakhir, serta pedoman praktis berkaitan dengan potensi-potensi penghematan energi listrik yang dapat dilakukan di lingkungan kampus Fakultas Teknik UNY. Selanjutnya buku pedoman penghematan energi ini diharapkan dapat digunakan seluruh civitas akademika Fakultas Teknik UNY dalam kegiatan dan upaya penghematan energi dan upaya konservasi energi. Disamping itu, salah satu lampiran Pedoman Penghematan Energi ini juga diharapkan menjadi acuan untuk melakukan evaluasi atas upaya penghematan energi yang telah dilakukan mengacu pada baseline awal dengan mengkomparasikan biaya penggunaan energi listrik selama kurun waktu tertentu.

Buku pedoman Pedoman Penghematan Energi di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta ini mengacu pada hasil kegiatan Audit Energi Rinci dan laporan Audit Energi yang telah dilakukan sebelumnya. Buku Pedoman ini terbagi dalam 5 bagian: Bagian 1 merupakan pendahuluan yang berisikan profil Fakultas Teknik terkait dengan penggunaan energi dan kondisi eksisting saat ini, Bagian 2 berisikan program konservasi energi yang mengacu pada beberapa standard. Bagian 3 berisikan potensi-potensi penghematan energi, Bagian 4 berisi standart laik penghematan energi dan terakhir bagian 5 berisikan teknik penghematan energi yang dapat dilakukan khususnya pada bangunan gedung, ruang perkuliahan dan laboratorium-laboratorium yang ada di Fakultas Teknik UNY.

Akhir kata, kami menyampaikan rasa terima kasih kepada penulis, dan seluruh pihak yang terlibat dalam persiapan dan penyusunan buku Pedoman Penghematan Energi di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Yogyakarta, 25 Maret 2023

DAFTAR ISI

COVER	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Tentang Buku Ini	1
2. Dasar Hukum	1
3. Kebutuhan Listrik Fakultas Teknik UNY	3
4. Fakultas Teknik UNY Peduli Hemat Energi	5
5. Komitmen yang Harus Dibangun	8
BAB II PROGRAM KONSERVASI ENERGI	10
1. Pengertian Program Konservasi Energi	10
2. Tahapan Program Konservasi Energi	11
BAB III PROGRAM HEMAT ENERGI	13
1. Faktor Penentu Keberhasilan PHE	13
2. Komponen Peluang Penghematan Listrik	14
BAB IV STANDAR LAIK PENGHEMATAN ENERGI	18
1. Standard Laik Daya Terpasang	18
2. Standard Laik Konsumsi Energi	19
3. Standard Laik AC	19
4. Sistem Selubung Bangunan	22
5. Standard Laik Pencahayaan	26
BAB V TEKNIK PENGHEMATAN ENERGI	33
1. Penghematan Pada Air Conditioning (AC)	34
2. Penghematan Sistem Penerangan / Pencahayaan	35
3. Penghematan mesin pompa air	36
DAFTAR PUSTAKA	37
Lampiran 1:	38
Lampiran 2:	41
Lampiran 3:	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Berbagai Kebijakan Pemerintah mengenai Penghematan Energi.....	3
Tabel 2. Standar Efisiensi Energi Nasional.....	6
Tabel 3. IKE Bangunan Gedung Tanpa AC.....	6
Tabel 4. IKE Bangunan Gedung dengan AC.....	7
Tabel 5. Faktor kebutuhan daya berbagai kegiatan.....	18
Tabel 6. Konsumsi listrik berbagai peralatan pada suatu gedung.....	19
Tabel 7. Kriteria Pemilihan AC Splitt.....	20
Tabel 8. Standard Laik AC (Standard KTKEN).....	21
Tabel 9. Ukuran Kapasitas AC berdasar tebal tembok.....	21
Tabel 10. Perbedaan Kinerja Freyon R22 dan Cryogas CR22.....	22
Tabel 11. Nilai α (Absorbansi radiasi matahari).	24
Tabel 12. Nilai Rup dan Rul (resistansi thermal permukaan dinding).....	25
Tabel 13. Nilai Rk untuk berbagai jenis bahan dinding dan pelapis dinding.....	25
Tabel 14. Nilai Tdek untuk karakteristik dinding bangunan.....	25
Tabel 15. Nilai SF untuk berbagai orientasi bangunan.....	25
Tabel 16 a. Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi.....	26
Tabel 16 b. Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan.....	26
Tabel 16 c. Karakteristik Tipe-Tipe Lampu Berbeda yang Tersedia di Pasaran ..	28
Tabel 17. Contoh lumen lampu.....	28
Tabel 18. Contoh Renderasi warna berbagai lampu:.....	29
Tabel 19. Tingkat pencahayaan berbagai kegiatan.....	29
Tabel 20. Contoh efikasi berbagai lampu.....	30
Tabel 21. Intensitas pencahayaan.....	31
Tabel 22. Langkah Teknis.....	33
Tabel 23. Beberapa Kegiatan Penghematan Mesin AC.....	35
Tabel 24. Penghematan daya listrik Lampu Hemat Energi (LHE).....	35
Tabel 25. Penghematan Daya Listrik Balas Elektronik.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tipe-Tipe Bangunan dan Indeks Efisiensi Energi.....	5
Gambar 2. Grafik Biaya penggunaan energi di FT.UNY tahun 2018	7
Gambar 3. Hasil survei terkait peraturan dan program pnheimatan energi.....	8
Gambar 4. Persepsi tingkat pemborosan energi di lingkungan FT.UNY	8
Gambar 5. Fase Program Konservasi Energi	11
Gambar 6. Program Konservasi Energi Fakultas Teknik UNY tahun 2019	12
Gambar 7. Komponen penghematan.....	15
Gambar 8. Standard Empiris untuk AC	21
Gambar 9. Kenaikan panas melalui muka kaca tunggal bangunan konvensional	23
Gambar 10. Luminous Flux	28
Gambar 11. Efikasi lampu TL.....	30
Gambar 12. Macam armature lampu.....	31

BAB I

PENDAHULUAN

1. Tentang Buku Ini

Buku ini disusun sebagai salah satu bentuk bantuan teknis yang bertujuan untuk memberikan pedoman umum dalam menindak lanjuti Program penghematan energi listrik (konservasi energi listrik), khususnya di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Kegiatan program konservasi energi (listrik) di Gedung Fakultas Teknik UNY, yaitu anjuran kepada semua warga Fakultas Teknik UNY untuk berperilaku hemat (efektif, efisien, optimal dan rasional) dalam menggunakan energi tanpa mengurangi fungsi dan kemanfaatannya.

Buku pedoman ini dapat digunakan untuk mengevaluasi instalasi listrik yang sudah terpasang (eksisting) maupun untuk perancangan instalasi listrik pada pembangunan gedung atau fasilitas di masa yang akan datang, sesuai dengan prinsip gedung hemat energi dan berwawasan lingkungan sehat.

Sumber acuan penyusunan buku ini dari berbagai standard international yang telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia, yaitu melalui kajian Tim Konservasi Energi Nasional yang diprakasai Depdiknas, Inpres No. 10/2005 dan Inpres No.2/2008, tentang penghematan energi dan air serta Permen ESDM No. 0031/2005, tentang tata cara pelaksanaan penghematan energi.

Dengan adanya buku pedoman ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan empiris bagi pelaku pengguna energi (listrik), sehingga bias berperan aktif dalam menyukseskan Fakultas Teknik UNY peduli hemat energi.

2. Dasar Hukum

- a. Instruksi Presiden Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air

Instruksi ini mengamanatkan lembaga Pemerintah untuk melakukan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air, dan membentuk Tim Gugus Tugas Penghematan Energi dan Air untuk mengawasi pelaksanaan penghematan energi tersebut.

b. Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Peraturan ini memberi arahan yang lebih detail bagaimana cara melaksanakan penghematan energi yang dimaksud dalam Instruksi Presiden 13/2011.

c. Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi

Dalam upaya memberikan arahan penghematan energi yang lebih terpadu, Peraturan ini dikeluarkan untuk mengatur mengenai pelaksanaan Manajemen Energi, yang secara khusus diwajibkan bagi para pengguna sumber energi yang menggunakan energi lebih besar atau sama dengan 6.000 toe per tahun. Sedangkan pengguna energi di bawah 6.000 TOE (Ton Oil Equivalent), tetap dianjurkan untuk melaksanakan Manajemen Energi (atau penghematan energi).

Merujuk pada lingkup penghematan energi yang tertuang dalam peraturan tersebut di atas, buku pedoman ini diarahkan untuk memberikan pedoman dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penghematan energi, yaitu energi listrik
2. Penghematan energi listrik di Bangunan Gedung, ruang pembelajaran dan laboratorium/bengkel
3. Penghematan dengan objek sistem tata udara, tata cahaya, dan peralatan elektronik pendukung
4. Program sosialisasi penghematan energi
5. Program Manajemen Energi di Gedung

Terkait dengan program penghematan energi, objek lembaga dan penghematan yang dimaksud adalah seperti yang tertuang dalam Tabel 1 berikut

Tabel 1 Berbagai Kebijakan Pemerintah mengenai Penghematan Energi

	Inpres 13 tahun 2011	Permen ESDM 13 tahun 2012	Permen ESDM 14 tahun 2012
Ruang Lingkup Lembaga	<ul style="list-style-type: none"> • Kementerian Republik Indonesia, • Kejaksaan Agung, • Tentara Nasional Indonesia, • Kepolisian Negara Republik Indonesia, • Lembaga Pemerintah Non Kementerian, • Kesekretariatan Lembaga Negara, dan • Pemerintah Daerah • BUMN • BUMD 	<ul style="list-style-type: none"> • Bangunan Gedung Negara • Bangunan Gedung BUMN, BUMD dan BHMN • Rumah Tinggal Pejabat • Penerangan Jalan Umum • Lampu Hias • Papan Reklame 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengguna energi di atas atau sama dengan 6.000 toe per tahun • Pengguna energi di bawah 6.000 toe per tahun
Ruang Lingkup Penghematan	<ul style="list-style-type: none"> • Penerangan • Alat pendingin ruangan • Peralatan kantor, perlengkapan, dan peralatan yang menggunakan energi listrik atau bahan bakar minyak 	<ul style="list-style-type: none"> • Penghematan listrik pada: • Sistem tata udara • Sistem tata cahaya • Peralatan pendukung, meliputi lift, computer, printer, mesin fotokopi, peralatan audio-video, water heater atau dispenser 	<ul style="list-style-type: none"> • System tata udara • System tata cahaya • Peralatan pendukung • Proses produksi • Peralatan pemanfaat energi utama
Pendekatan	<ul style="list-style-type: none"> • Membentuk Gugus Tugas • Melaksanakan Program dan Kegiatan Penghematan Energi dan Air • Melakukan sosialisasi Penghematan Energi dan Air 	<ul style="list-style-type: none"> • Membentuk Gugus Tugas • Program Manajemen Pengoperasian dan Perawatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan Manajemen Energi, melalui: • Menunjuk Manajer Energi • Menyusun Program Konservasi Energi • Melaksanakan Audit Energi secara berkala • Melaksanakan rekomendasi hasil audit energi • Melaporkan pelaksanaan Manajemen Energi (atau penghemata energi) setiap tahun

Sumber: Inpres 13 tahun 2011 dan Permen ESDM No. 13 dan 14 tahun 2012

3. Kebutuhan Listrik Fakultas Teknik UNY

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta merupakan salah satu pelanggan listrik PLN di lingkungan UNY yang termasuk dalam kategori konsumen gedung perkantoran pemerintah. FT UNY memiliki kapasitas langganan daya 555 kVA dengan menggunakan jenis tarif S3 (sosial 3) yang digunakan untuk menyuplai gedung perkuliahan dan gedung laboratorium beserta peralatan pratikumnya. Sedangkan suplai untuk gedung Dekanat

(Kantor Pusat Layanan Terpadu) berlangganan daya 66 kVA dengan menggunakan jenis tariff S2 (social 2). Sebagai salah satu konsumen energi listrik yang berasal dari PLN, Fakultas Teknik UNY juga memiliki tanggungjawab untuk melaksanakan program efisiensi energi, sebagaimana yang dihimbau oleh pemerintah untuk melaksanakan Gerakan Nasional Penghematan Energi, termasuk diantaranya Bahan Bakar Minyak (BBM), Listrik dan Air Tanah. Gerakan Nasional Pengehematan BBM dan Listrik meliputi lima langkah, salah satunya penghematan penggunaan listrik dan air di kantor-kantor pemerintah, pemerintah daerah (pemda), BUMN, BUMD serta penghematan penerangan jalan-jalan. Dengan demikian, FT UNY harus segera mengambil peran untuk ikut andil menyukseskan program penghematan energi khususnya energi listrik, bukan sebagai salah satu komponen yang ditengarai dalam kategori konsumen yang melakukan pemborosan energi listrik.

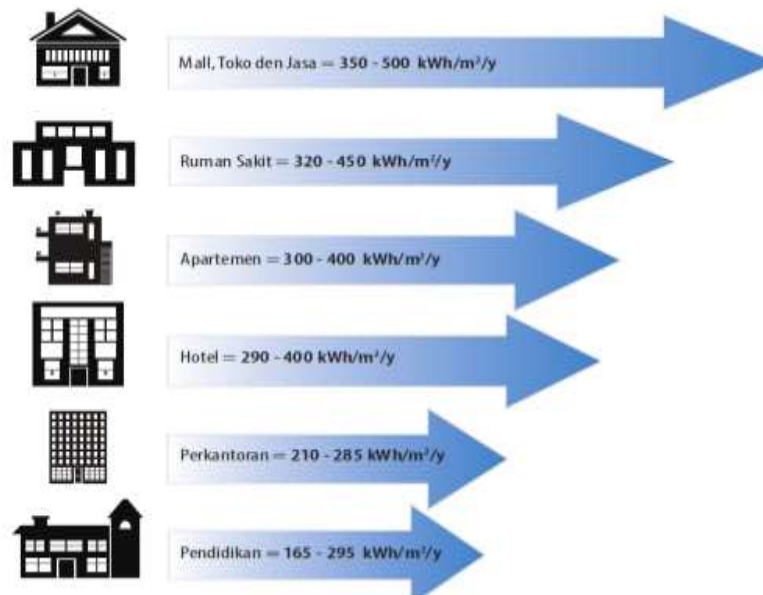
Sementara ini, penilaian terhadap kriteria boros dan hemat pada sebuah bangunan gedung menggunakan standar intensitas konsumsi energi (IKE) yang ditetapkan dalam Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional. Dalam pedoman tersebut, standar IKE bangunan gedung diklasifikasikan menjadi dua, yaitu bangunan gedung menggunakan AC (*air conditioning*) dan bangunan gedung yang tidak menggunakan AC, sedangkan pada bangunan gedung yang memiliki fungsi spesifik seperti bengkel dan laboratorium belum memiliki standar ataupun acuan yang digunakan sebagai referensi dalam melakukan penilaian intensitas konsumsi energi. Dengan demikian, nilai IKE yang ditetapkan dalam Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya tidak dapat dipergunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi gedung laboratorium dan bengkel. Standar yang lain, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) juga belum menyebutkan standar spesifik yang terkait dengan standar pemakaian energi di bangunan gedung laboratorium dan bengkel.

Nilai standar merupakan nilai yang sangat penting dalam sebuah proses guna menjamin stabilitas (konsistensi), sebagai patokan dalam mengukur unjuk kerja, sebagai dasar dalam audit dan pelaksanaan perbaikan (*continuous improvement*), dan sebagai upaya peningkatan efisiensi dan kinerja. Nilai standar IKE pada gedung laboratorium dan bengkel memiliki peran yang

sangat krusial dalam mendukung program efisiensi energi, khususnya di Fakultas Teknik UNY karena akan digunakan sebagai nilai standar dalam melakukan evaluasi terhadap kategori gedung laboratorium tersebut termasuk sangat efisien atau sangat boros pemakaian energinya. Dengan mempertimbangkan jumlah gedung laboratorium dan bengkel di FT UNY yang sangat banyak dan penggunaan energi listriknya yang sangat besar, serta sebagai upaya membantu dan menyukseskan peran Fakultas Teknik UNY dalam program penghematan energi khususnya energi listrik sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 70 Tahun 2009 maka perlu dikembangkan standar intensitas konsumsi energi gedung laboratorium dan bengkel di lingkungan FT UNY.

4. Fakultas Teknik UNY Peduli Hemat Energi

Sekitar 50 persen penggunaan energi disebabkan oleh proses-proses yang diperlukan untuk menciptakan iklim dalam ruangan buatan melalui pemanasan, pendinginan, ventilasi, dan pencahayaan. Berikut ini merupakan tipe-tipe bangunan dan indeks efisiensi energi.



Gambar 1. Tipe-Tipe Bangunan dan Indeks Efisiensi Energi

Standar Efisiensi Energi Nasional (SNI) untuk Bangunan Standar Nasional Indonesia (SNI) umumnya digunakan sebagai referensi untuk membangun gedung dan kantor. Saat ini standarisasi sistem pencahayaan, sistem pendingin

udara telah ditetapkan. Berikut ini tabel standar efisiensi energi nasional (SNI) untuk bangunan:

Tabel 2. Standar Efisiensi Energi Nasional

No.	EE STANDARD IN BUILDING	SNI
1.	Energy conservation for building envelope (OTTV & RTTV $\leq 35 \text{ W/m}^2$)	SNI 03-6389-2011
2.	Energy conservation for air conditioning system in building (temperature: $24^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ and humidity $60\% \pm 5\%$)	SNI 03-6390-2011
3.	Energy conservation for lighting system in building (standard of lighting intensity for the office, residential, industry, hospital, mall, etc))	SNI 03-6197-2011
4.	Energy audit procedure for building	SNI 03-6196-2011

Menurut Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan di Lingkungan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan nilai IKE dari suatu bangunan gedung digolongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan menggunakan AC (*air conditioning*) dan bangunan tidak. menggunakan AC. Tabel 3 menunjukkan kriteria IKE bangunan gedung yang tidak menggunakan AC, sedangkan Tabel 4 menunjukkan kriteria IKE bangunan gedung yang menggunakan AC. Kedua tabel tersebut merujuk standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Tabel 3. IKE Bangunan Gedung Tanpa AC

Kriteria	Keterangan
Efisien (0,84 – 1,67) kWh/m ² /bulan	Efisiensi penggunaan Energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Cukup Efisien (1,67 – 2,5) kWh/m ² /bulan	Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi
Boros (2,5 – 3,34) kWh/m ² /bulan	Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Sangat Boros (3,34 – 4,17) kWh/m ² /bulan	Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi /peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan

Kriteria intensitas konsumsi energi pada bangunan gedung yang tidak menggunakan AC secara umum dapat dibenchmark dengan kriteria yang ditunjukkan pada tabel 3, akan tetapi bila IKE bangunan gedung yang

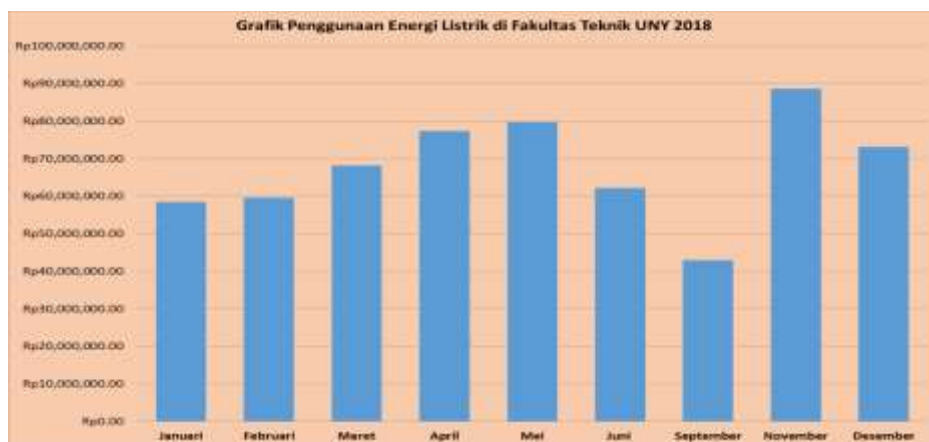
dibenchmark memiliki keunikan maka nilai IKE standar dapat mengacu pada prosedur operasi standar yang dimiliki oleh bangunan gedung tersebut.

Tabel 4. IKE Bangunan Gedung dengan AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (4,17 – 7,92) kWh/m ² /bulan	Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip manajemen energi
Efisien (7,93 – 12,08) kWh/m ² /bulan	Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Cukup Efisien (12,08 – 14,58) kWh/m ² /bulan	Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi
Agak Boros (14,58 – 19,17) kWh/m ² /bulan	Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi

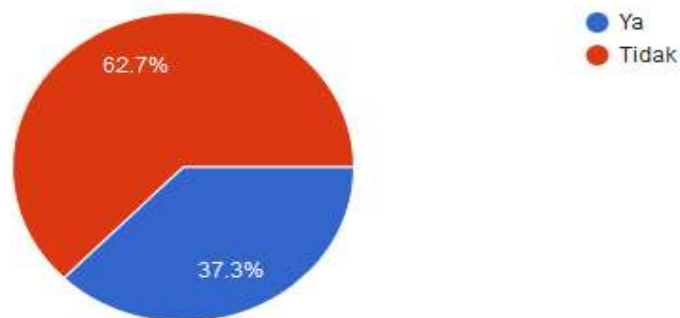
Demikian juga pada bangunan gedung yang menggunakan AC, nilai yang ditunjukkan pada tabel 4 dapat digunakan sebagai pedoman bila intensitas konsumsi energi bangunan gedung yang dievaluasi memiliki fungsi dan karakteristik yang general. Oleh karena itu bila bangunan gedung yang akan dibenchmark memiliki fungsi khusus maka nilai IKE standar sebaiknya mengacu pada prosedur operasi standar yang dimiliki oleh bangunan gedung tersebut.

Memperhatikan penggunaan energi listrik di Fakultas Teknik UNY diduga masih ada keborosan, sehingga tagihan rekening listrik dan biaya operasional relative masih mahal (sekitar Rp 67.768.285 rupiah per bulan) seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Berkenaan dengan hal itu, perlu diadakan upaya penghematan energi agar lebih efektif dan efisien.

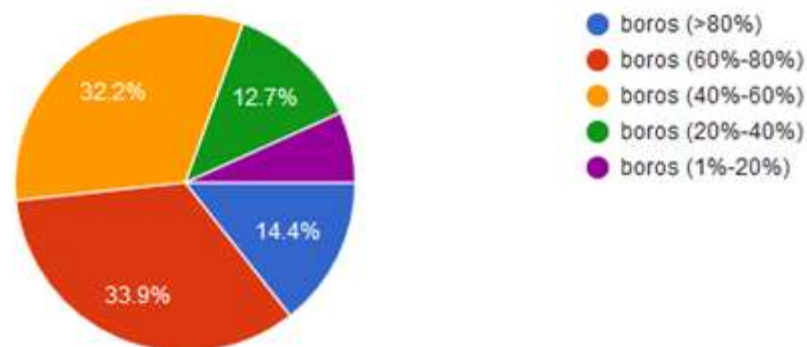


Gambar 2. Grafik Biaya penggunaan energi di FT.UNY tahun 2018

Berdasarkan survey yang sudah dilakukan terhadap civitas akademis di lingkungan kampus Fakultas Teknik UNY, yang terdiri dari dosen, karyawan/tenaga kependidikan dan mahasiswa, sebanyak 62,7 % belum mengetahui tentang peraturan dan program-program penghematan energi. Sedangkan persepsi civitas akademik berkaitan dengan seberapa boros penggunaan energi listrik di lingkungan kampus FT UNY menunjukkan hasil lebih dari 80.5% menyatakan tingkat keborosan lebih dari 40%, rincian data ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3. Hasil survei terkait peraturan dan program pnghematan energi



Gambar 4. Persepsi tingkat pemborosan energi di lingkungan FT.UNY

5. Komitmen yang Harus Dibangun

Komitmen yang harus dibangun kepada segenap warga Fakutas Teknik UNY adalah membangun profil SDM peduli hemat egergi dengan sebuah kesadaran bahwa:

- a. Sumber energi sebagai potensi kekayaan alam yang telah berhasil diekplorasi harus bisa dinikmati oleh masyarakat seluas-luasnya, oleh

karena itu penggunaan energi di setiap unit kerja / pengguna di lingkungan Fakultas Teknik UNY harus dilakukan sehemat mungkin untuk memberi kesempatan masyarakat seluas-luasnya ikut menikmati penggunaan energi.

- b. Menyadari ketersediaan energi sangat terbatas dan mahal.
- c. Mengurangi subsidi negara.
- d. Menggunakan energi sekadar keperluannya.
- e. Semua insan/makhluk punya hak atas penggunaan energi.
- f. Semua generasi membutuhkan energi dan harus terlindungi jatah energinya oleh pengguna energi saat ini.
- g. Sadar ikut mencegah terjadinya pemanasan global, yang berdampak pergeseran musim.
- h. Menghilangkan sifat boros (berlebih) dalam menggunakan energi.
- i. Menggunakan energi listrik sesuai keperluan.

BAB II

PROGRAM KONSERVASI ENERGI

1. Pengertian Program Konservasi Energi

Program konservasi energi (PKE) merupakan kegiatan yang mengupayakan agar setiap unit produk atau pengguna energi mengkonsumsi energi secara efisien, efektif, optimal dan rasional. Selanjutnya secara teknis dilaksanakan sebagai program hemat energi (PHE). PHE lebih mencermati kebocoran penggunaan energi yang dikenal sebagai rugi-rugi/*losses*, untuk ditekan sekecil mungkin. Dengan demikian program hemat energi di Fakultas Teknik UNY sebagai upaya bentuk nyata pelaksanaan program konservasi energi nasional.

Arti istilah efisien, efektif, optimal dan rasional pada kegiatan konservasi energi, sebagai berikut :

- a. Efisien : rugi-rugi energi sekecil mungkin
- b. Efektif : energi sekecil mungkin produk sebanyak mungkin
- c. Optimal : dari aspek profit lebih menguntungkan.
- d. Rasional : sangat mungkin dilakukan, bersifat obyektif

Tujuan

- a. Secara non teknis : terciptanya profil SDM peduli hemat energi.
- b. Secara teknis : penerapan produk teknologi guna mendukung tercapainya program hemat energi di Fakultas Teknik UNY.

Sasaran

- a. Setiap karyawan dan warga Fakultas Teknik UNY
- b. Seluruh unit kerja, lembaga, fakultas, Jurusan dan pusat studi serta fasilitas umum.

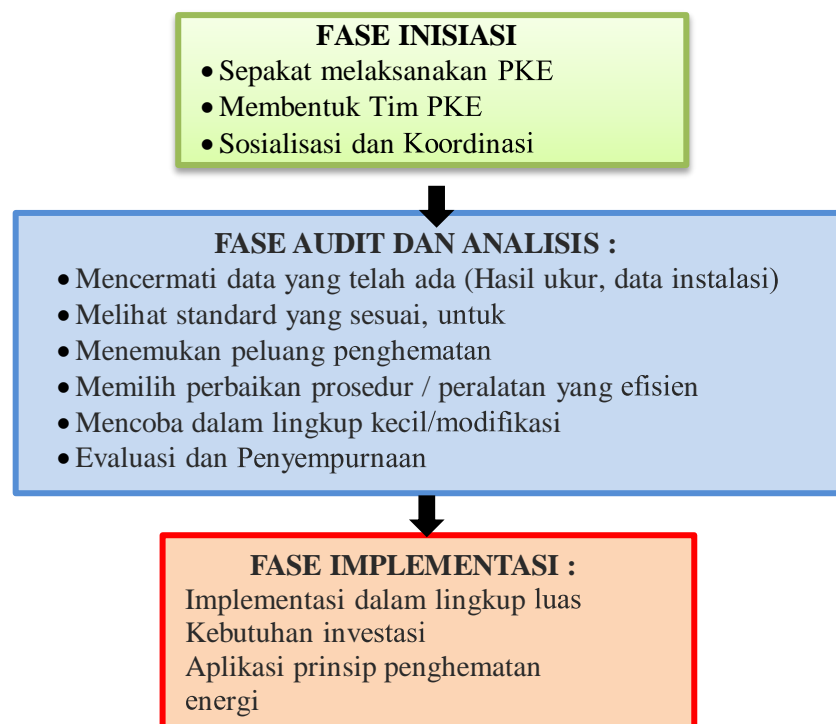
Indikator

- a. Turunnya rekening listrik atau penggunaan energi per unit produksi.
- b. Terciptanya SDM yang professional dan hemat.

2. Tahapan Program Konservasi Energi

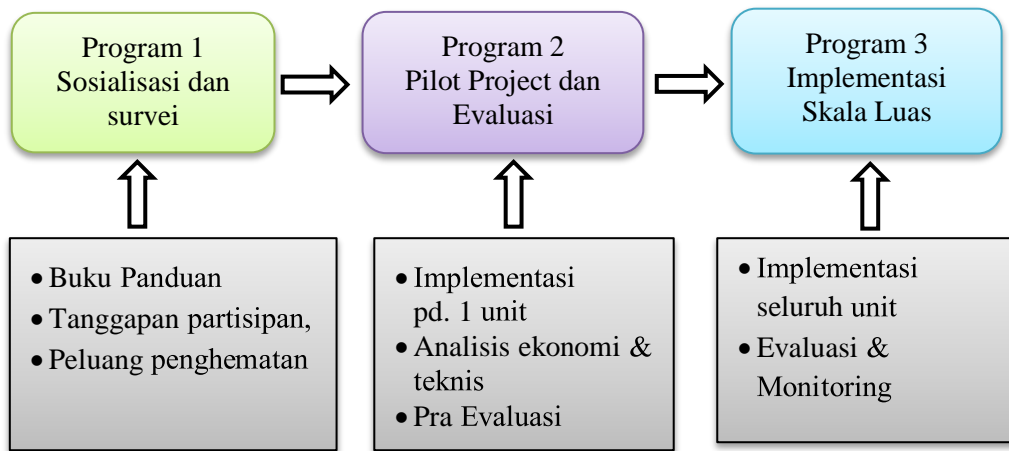
Tahapan / fase program konservasi energi sebagai berikut :

- a. **Fase inisiasi**, yaitu tahapan pencetusan ide pelaksanaan program konservasi energi. Ide ini bisa dari pengusul atau inisiatif pimpinan Fakultas Teknik UNY. Pada fase ini dituntut membangun kesepakatan atau komitmen pada level pimpinan, untuk melakukan program konservasi energi secara bersama-sama dengan segenap warga Fakultas Teknik UNY. Selanjutnya pimpinan membentuk tim Program Konservasi Energi (Tim PKE). Dekan/pejabat yang ditunjuk sebagai ketua Tim PKE melakukan sosialisasi program dan mengkoordinasikan pelaksanaannya ke semua jajaran.
- b. **Fase audit dan analisis**, yaitu tahapan survei, pemilihan standard laik, menemukan peluang penghematan, memilih prosedur/ teknik penghematan, melakukan pilot project, evaluasi awal dan penyempurnaan program.
- c. **Fase implementasi**, yaitu fase penerapan program konservasi pada seluruh unit kerja di yang ada di Fakultas Teknik UNY, merencanakan kebutuhan investasi, aplikasi cara penghematan energi, baik secara teknologi maupun pembangunan profil SDM peduli hemat energi, dan melakukan evaluasi serta monitoring pasca implementasi.



Gambar 5. Fase Program Konservasi Energi

Secara pelaksanaan teknis disusun dalam tiga program kegiatan kecil, yaitu :



Gambar 6. Program Konservasi Energi Fakultas Teknik UNY tahun 2019

Secara umum program konservasi energi ini akan berjalan apabila mendapat:

- a. Dukungan pimpinan,
- b. Dukungan karyawan atau segenap warga,
- c. Promosi gerakan hemat energi,
- d. Semangat menggairahkan atau memberdayakan potensi hemat energi,
- e. Fasilitas untuk pelaksanaannya.

BAB III

PROGRAM HEMAT ENERGI

1. Faktor Penentu Keberhasilan PHE

Dari berbagai literatur dinyatakan bahwa keberhasilan konservasi energi dapat ditentukan dengan: 70-80% dari perilaku / profil pengguna energi seperti:

- a. mengendalikan intensitas daya (watt) sebesar 40-50%,
- b. mengendalikan jam pakai (hour) 10-30%, dan
- c. audit energi 5-10%. 30-20% ditentukan dari aplikasi teknologi seperti: d) menggunakan peralatan yang lebih efisien 10-30%
- d. konservasi energi 10-30%,
- e. penggunaan energi kaskade 20-50%.

a. Perilaku / Profil Pengguna Listrik

Kegiatan ini diharapkan mampu membangkitkan kesadaran berperilaku peduli hemat energi. Pengguna energi diperlakukan sebagai sosok pemegang skenario penggunaan energi. Pengguna energi harus menyadari seberapa besar penggunaan daya (watt) dan jam pakai (hour) pada suatu kegiatan di dalam suatu ruang, misal seorang dosen kuliah di dalam kelas, saat mau menyalakan saklar, diiringi kesadaran memilih grup lampu dengan intensitas penyorotan sesuai kebutuhan, siang hari sedikit grup lampu yang menyala, sebaliknya malam hari baru seluruh grup lampu dinyalakan bilamana perlu. Di samping itu pengguna energi khususnya para pengambil kebijakan dituntut kemampuannya untuk memberikan sumbangan pemikiran dalam desain interior dikaitkan dengan intensitas pencahayaan yang sesuai.

Demikian juga terhadap penggunaan AC (Air Conditioning) di dalam ruang kerja, menyalakan AC jam 9 pagi dan mematikan AC satu jam sebelum jam kantor berakhir, mengatur suhu cukup 2-3 derajat di bawah suhu kamar (*ambient temperature*). Pengaturan suhu 2-3 derajat di bawah suhu kamar pada penggunaan AC dalam kurun waktu lama, akan mudah diadaptasi oleh tubuh, terutama bagi mereka yang menggunakan AC di kantor, sementara itu di rumah tidak menggunakan AC, sehingga dari sisi kesehatan lebih baik.

Merenungkan slogan-slogan yang berisi himbauan peduli hemat energi atau kaidah agama, sehingga menumbuhkan kesadaran bahwa profil hemat itu termasuk ibadah sekaligus sebagai tanda rasa syukur kepada yang Maha Kuasa. Tuhan Maha Sempurna, menciptakan apapun untuk kita penuh dengan kesempurnaan, sementara itu kitapun dituntut untuk menikmati ciptaan itu dengan kesempurnaan pula dalam arti tidak berlebih (boros) dan tidak pula kurang.

Sebagai contoh slogan, misalnya :

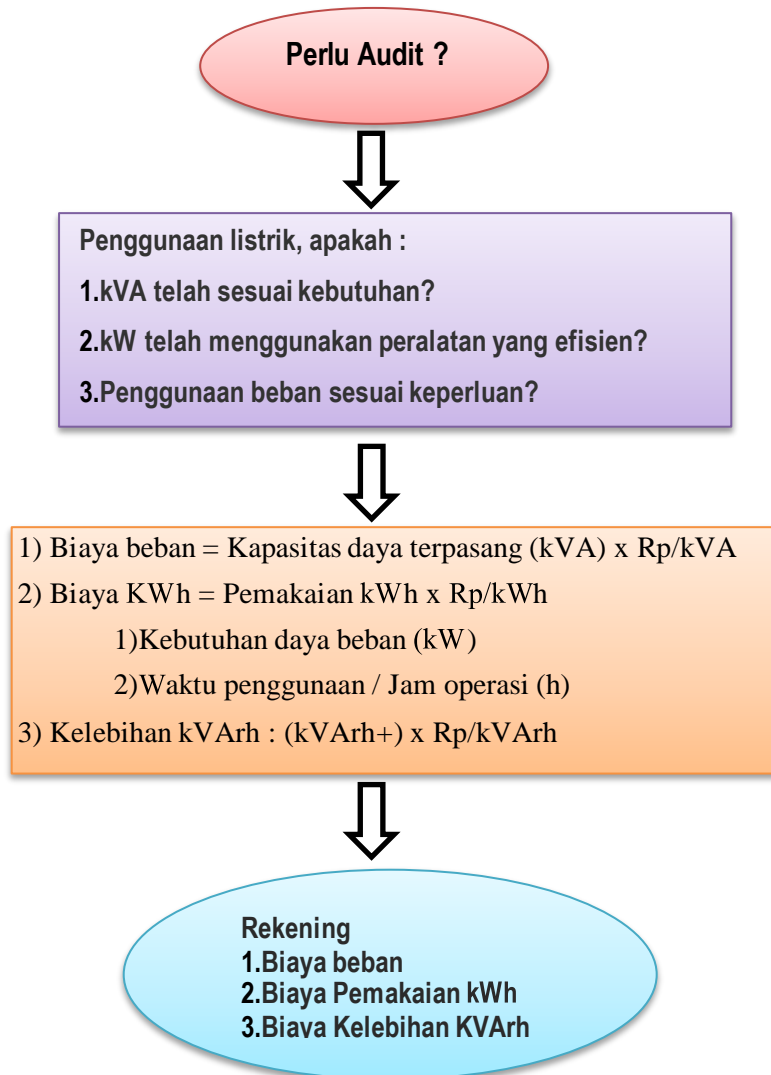
- 1) Kalau bisa hemat kenapa mesti boros ?
- 2) Jiwa hemat tak perlu tergantung orang lain
- 3) Jika anda hemat, telah membuka peluang nikmat bagi orang lain
- 4) Jiwa hemat adalah profil anda

b. Aplikasi teknologi

Kemampuan memilih atau menggunakan peralatan listrik untuk mendukung pola hemat energi, antara lain: 1) menggunakan produk teknologi yang hemat energi, 2) menata sistem grup peralatan, 3) menggunakan atau membangun sistem otomasi : misal saklar otomatis, timer, sensor dan peralatan-peralatan yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan 4) membangun atau menggunakan sistem on line untuk evaluasi dan monitoring.

2. Komponen Peluang Penghematan Listrik

Prinsip penghematan listrik, yaitu mencari peluang penghematan energi listrik dengan cara mencermati komponen penentu rekening listrik, diupayakan seefisien, efektif dan seoptimal mungkin. Perhatikan gambar 7 berikut :



Gambar 7. Komponen penghematan

Dari gambar 7 terlihat bahwa penggunaan listrik perlu dipertanyakan, apakah : a) daya terpasang (kVA) telah sesuai kebutuhan, b) Penggunaan daya peralatan (kW) telah efisien, dan c) Waktu penggunaan (jam=H) telah sesuai keperluan. Apabila jawaban pertanyaan tersebut belum terpenuhi, perlu dilakukan audit dimulai mencermati komponen rekening penentu keborosan, seperti tercantum pada gambar 7 tersebut.

a. Pengaturan Daya

Prinsip ini menata kebutuhan watt peralatan, dengan cara memecah menjadi beberapa grup, atau mengganti peralatan hemat energi (konsumsi watt rendah).

Sebagai contoh lampu penerangan di dalam suatu kelas dengan efikasi

20W/m², instalasi dibagi menjadi beberapa grup (misal dibagi 4 grup dengan kapasitas masing-masing grup seperempat kapasitas pencahayaan total, dengan efisiensi 5W/m²) dan setiap grup dikendalikan oleh satu saklar, sehingga ada empat saklar prioritas (S1, S2, S3 dan S4)

Dengan demikian penyalaaan lampu di dalam kelas bisa diskenario penyaklarannya sesuai kebutuhan dengan skala prioritas. Bentuk nyata tindakan : (1) menata grup, total lampu per grup diperkecil, (2) menurunkan wattage, misal TL 40 W diganti TL 36 W, (3) eningkatkan kinerja, misal balas induktif diganti balas elektronis, (4) memilih atau menggunakan peralatan pendukung hemat energi, misal timer, sistem otomasi.

b. Pengaturan Waktu

Prinsip ini menata jam nyala atau jam pakai dari peralatan disesuaikan dengan kebutuhan. Bisa dilakukan secara manual, yaitu mematikan atau menghidupkan saklar atau menggunakan peralatan otomatis, misal saklar otomatis berbasis cahaya alami atau kendali sistem otomatis berbasis mikroprosesor.

Bentuk nyata tindakan :(1) penggunaan timer, secara otomatis menyalakan atau mematikan, (2) pengoperasian saklar/ grup sesuai kebutuhan, yaitu saklar prioritas S1, prioritas S2, dan seterusnya. Pengendalian waktu dengan teknologi seperti: (1) day light sensor, (2) Present/ movement detector, dan (3) Timer.

c. Perbaikan Faktor Daya

Peralatan listrik yang bersifat induktif, menyerap daya (Watt) dibandingkan dengan daya (VA) yang diserap. Daya listrik yang disediakan diukur dalam VA, sementara itu daya yang digunakan/diubah menjadi kerja diukur dalam watt. Perbandingan watt terhadap VA disebut faktor daya atau $\cos \phi$. Umumnya peralatan induktif mempunyai $\cos \phi$ jauh lebih kecil dari 0,85 *lagging*. Hal ini akan mengakibatkan timbul VAR berlebihan, dan dikenai tarif kelebihan kVARh. Oleh karena itu harus dikompensasi sehingga $\cos \phi$ sekurang-kurangnya bernilai 0,85 *lagging*. Upaya memperoleh beban induktif dengan $\cos \phi$ baik, antara lain : (1) memilih peralatan yang mempunyai $\cos \phi$ baik, dan (2) memasang kapasitor.

d. Permasalahan lain

Ada beberapa permasalahan yang sering ikut berpengaruh di dalam PHE, antara lain:

- 1) **Metering**: meter yang digunakan untuk mengukur kWh, secara berkala harus ditera atau dikalibrasi, karena peralatan ini sering mengalami penurunan rating akibat degradasi atau disipasi panas.
- 2) **Unbalance load**: beban takimbang yang berlebihan akan berakibat kapasitas daya terpasang tidak bisa digunakan secara optimal. Hal ini dapat dijelaskan bahwa listrik sistem 3 fase, menganut sistem proteksi alternatif, artinya jika salah satu fase mengalami “*overload*”, maka ketiga fase dimatikan serentak, termasuk fase yang belum mengalami *overload*, seolah-olah kapasitas daya terpasang telah terlampaui.
- 3) **Penataan warna interior**. Sekalipun warna-warna tertentu tidak bagus bagi pencahayaan, tetapi dari segi artistik sangat diperlukan. Aspek nyaman, tidak terlalu gelap atau silau harus diperhatikan. Hal ini diperlukan kecermatan pemilihan warna bagi tembok, lantai, plafon, mebel, dan lain-lain, sehingga dari aspek artistik dan iluminasi menjadi serasi.
- 4) **Armature**, rumah lampu sangat mempengaruhi dan menentukan efek pencahayaan. Oleh karena itu pemilihan rumah dan jenis lampu harus diperhatikan dan disesuaikan dengan kebutuhan.
- 5) **Gordyn atau krey**, harus digunakan untuk mengatur pencahayaan alami bukan untuk menutup cahaya alami.

BAB IV
STANDAR LAIK PENGHEMATAN ENERGI

1. Standard Laik Daya Terpasang

Faktor kebutuhan (*demand factor*) menggambarkan rasio penggunaan listrik maksimum terhadap total beban terpasang. Pengertian penggunaan listrik maksimum ini sudah memper- hitungkan besar cadangan daya yang diinginkan, biasanya berkisar 20%.

Data faktor kebutuhan diperlukan untuk mengevaluasi kapasitas daya terpasang atau untuk menghitung kebutuhan daya terpasang pada perencanaan bangunan baru.

Tabel 5. Faktor kebutuhan daya berbagai kegiatan

No.	JENIS BANGUNAN	FAKTOR KEBUTUHAN	KETERANGAN
1	Bagunan rumah tinggal		Pemanas, AC, dll
a.	Perumahan	0,6	
b.	Flat	0,8	
c.	Pemanas / AC	0,8-1,0	
2	Bangunan Umum		
a.	Hotel, dll	0,6-0,8	
b.	Kantor kecil	0,6-0,7	
c.	Kantor Besar	0,7-0,8	Bank, Asuransi,
	Toko	0,5-0,7	
e.	Departement store	0,7-0,9	
f.	Sekolah, dll	0,5-0,7	
g.	Rumah sakit	0,5-0,75	
h.	Stadion, restoran, teater	0,6-0,8	
i.	Stasiun, Terminal, Bandara	Tidak ada data	
3	Pekerjaan logam		
a.	Industri mobil	0,25	
b.	Industri pulp dan kertas	0,5-0,75	
c.	Industri pemintalan	0,75	
d.	Industri anyaman	0,6-0,7	
e.	Industri karet	0,6-0,7	
f.	Industri minyak / kimia	0,5-0,7	
g.	Industri semen	0,8-0,9	Prod 3000t/hr dg
h.	Industri makanan	0,7-0,9	
4	Pertambangan		
a.	Pekerjaan bawah tanah	1,0	
b.	Pemrosesan	0,8-0,9	
c.	Crane	0,7 per	Bekerja intermitten
			Sangat berubah

2. Standard Laik Konsumsi Energi

Prosentase pemakaian listrik untuk berbagai peralatan listrik pada bangunan gedung

Tabel 6. Konsumsi listrik berbagai peralatan pada suatu gedung

No.	JENIS PERALATAN LISTRIK	% KONSUMSI LISTRIK
1	Air Conditioning (AC)	50
2	Pencahayaan	18
3	Lift	12
4	Pompa air	10
5	Lain-lain	10

Konsumsi energi di Indonesia harus mengacu :

1) STANDARD-SNI

- SNI-03-6159-2000 (Prosedur Audit Energi)
- SNI-03-6197-2000 (Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung)
- SNI-03-6575-2001 (Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung)

2) Kajian Tim Konservasi Energi Nasional (KTKEN)

3. Standard Laik AC

Sistem tata udara adalah keseluruhan sistem yang bekerja mengendalikan kondisi termal udara di dalam bangunan gedung melalui pengendalian besaran termal (seperti temperatur, kelembaban relatif), penyebaran udara serta kualitas udara (kesegaran dan kebersihan), sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu kondisi ruang yang nyaman, segar dan bersih.

Sistem tata udara yang lengkap terdiri atas *heating, ventilating, and air conditioning* (HVAC). Sistem ini berfungsi untuk menjaga temperatur ruangan agar tetap terasa nyaman. Namun karena iklim di Indonesia adalah iklim tropis, maka untuk sistem tata udara yang umum digunakan adalah *air conditioner* (AC). *Air conditioner* di desain untuk mengatur kelembaban udara serta menghilangkan panas dari suatu area yang dikondisikan. Sistem ini bekerja dengan melakukan siklus refrigerasi untuk mendapatkan efek pendinginan. Pengkondisian udara merupakan pengolahan udara yang bertujuan untuk mengendalikan kondisi termal udara, kualitas udara, dan penyebarannya di dalam ruang dalam rangka pemenuhan persyaratan kenyamanan termal pengguna bangunan.

Pada *Air Conditioner* (AC) dikenal istilah *Coefficient of Performance* (COP) dan *Energi Efficiency Ratio* (EER). Berikut adalah definisinya berdasarkan RSNI3 (Revisi SNI 03-6390:2000) mengenai Standar Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung :

- Koefisien kinerja pendinginan (*Coefficient of Performance/COP*)
Merupakan angka perbandingan antara laju aliran kalor yang diserap oleh system pendinginan dengan laju aliran energi yang dimasukkan ke dalam sistem tersebut.
- Rasio efisiensi energi (*Energi Efficiency Ratio/EER*)
Merupakan perbandingan antara kapasitas pendinginan neto peralatan pendingin (Btu/jam) dengan seluruh masukan energi listrik (watt) pada kondisi operasi yang ditentukan. Bila digunakan satuan yang sama untuk kapasitas pendingin dan masukan energi listrik, nilai EER sama dengan COP.

Kinerja siklus refrigerasi biasanya digambarkan oleh koefisien kinerja (COP), yang didefinisikan sebagai manfaat dari siklus (jumlah panas yang dihilangkan) dibagi dengan masukan energi yang dibutuhkan untuk siklus operasi.

$$COP = \frac{\text{Efek pendinginan (kW)}}{\text{Energi input (kW)}}$$

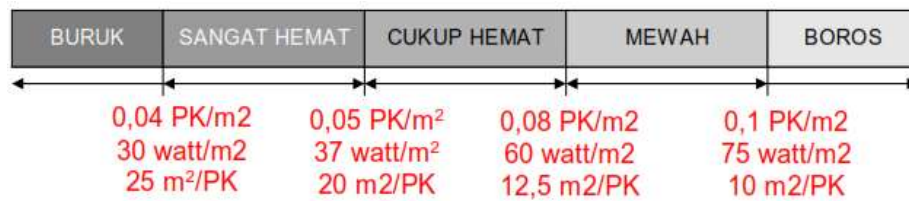
Sedangkan efisiensi adalah kapasitas dalam watt dibagi dengan masukan dalam watt. Untuk pengatur temperatur udara ruangan, disebut sebagai rasio efisiensi energi (EER) atau koefisien kinerja (COP). Untuk mengkonversi EER ke COP, kalikan EER dengan 0,293 (ASHRAE, 2008).

$$EER = \frac{\text{Efek pendinginan (Btu/Jam)}}{\text{Energi input (W)}}$$

Tabel 7. Kriteria Pemilihan AC Splitt

COP	2,0	2,5 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0	6,0
EER	6,8	8,5 - 10	11 - 14	> 14	20
Kriteria Evaluasi	Sangat buruk	Buruk	Baik	Baik sekali	Superior

Perhitungan AC sesungguhnya mengikuti penelusuran perhitungan energi panas BTU/m², sesuai jenis kegiatan, namun demikian di dalam PKE atau PHE sering dibutuhkan acuan yang disederhanakan, yaitu berupa standard empiris dalam satuan “efikasi” (satuan peralatan per m² atau m²/satuan peralatan). Standard KTKEN berkenaan dengan AC seperti gambar 8. Dengan demikian perhitungan untuk audit energi menjadi lebih sederhana dan cepat. Standard empiris AC: Jenis AC window/split/sentral dengan ketinggian ruang 3 - 4 m adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Standard Empiris untuk AC

Catatan : 1 PK = 746 watt. Ruang pertemuan atau kelas dengan tempat duduk penuh orang, diambil nilai cukup hemat mepet batas atas (0,08 PK/m² atau 12,5m²/PK), keadaan wajar (kurang dari 50%) dipilih nilai sembarang pada area cukup hemat (misal 18m²/PK) atau sangat hemat (misal 24m²/PK).

Tabel 8. Standard Laik AC (Standard KTKEN)

No.	KAPASITAS AC (PK)	LUAS LANTAI (m ²)	EFIKASI (PK/m ²)
1	0,50	10	0,05
2	0,75	14	0,05
3	1,00	18	0,06
4	1,50	24	0,06
5	2,00	36	0,06
6	2,50	48	0,05

Tabel 9. Ukuran Kapasitas AC berdasar tebal tembok

No	LUAS LANTAI ft ²	BTU/jam	
		Tembok tebal	Tembok biasa
1	100	4.550	5.300
2	125	5.150	6.100
3	150	5.700	6.800
4	175	6.200	7.500
5	200	6.500	8.100
6	250	7.550	9.300
7	300	8.300	10.400
8	400	9.700	12.400
9	500	11.000	14.250

Karakteristik refrigerant Freon dan Cryogas

Kebanyakan mesin AC versi lama masih menggunakan refrigerant jenis freon, yang dinilai tidak ramah lingkungan dan di beberapa negara mulai di larang. Refrigerant **Cryogas** merupakan refrigerant ramah lingkungan, dan sekarang mulai digalakkan penggunaannya, dan bisa untuk menggantikan freon pada mesin AC lama. Berikut contoh hasil penelitian penggantian freon dengan cryogas.

Tabel 10. Perbandingan penggunaan refrigeran CRYOGAS-CR22 dengan refrigeran Feon-R22 pada unit mesin AC Split, Merk National Model CV-1803 KH Kapasitas 2 PK.

Tabel 10. Perbedaan Kinerja Freon R22 dan Cryogas CR22

No.	KETERANGAN	FREON-22	CRYOGAS-22
1	Amper Kompresor	10	8
2	KW	2,1	1,57
3	Tek. Rendah/ Tek.Tinggi	60 / 120	60 / 90
4	Temp. Udara Dingin	15,8	15,8

4. Sistem Selubung Bangunan

Perencanaan/perancangan selubung bangunan yang optimal dapat menghasilkan penggunaan energi yang efisien tanpa harus mengurangi dan atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktifitas kerja penghuni, serta mempertimbangkan aspek biaya.

Sistem selubung bangunan ini mengacu pada standar *SNI 03-6389-2000*. Nilai acuan/referensi yang digunakan sebagai standar adalah nilai OTTV (*overall thermal transfer value*) dan nilai RTTV (*roof thermal transfer value*). Untuk menghitung besaran/nilai OTTV dan RTTV pada bangunan gedung maka selubung bangunan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- Berlaku hanya untuk komponen dinding dan atap pada bangunan gedung yang dikondisikan.
- Perolehan panas radiasi matahari total untuk dinding dan atap tidak boleh melebihi nilai perpindahan panas/thermal menyeluruh sebagaimana tercantum didalam standar yaitu $OTTV \leq 45 \text{ Watt/m}^2$.
- Berikut ini adalah persamaan untuk mencari nilai OTTV_i (nilai OTTV pada suatu sisi/bidang dinding tertentu) dan OTTV (jumlah OTTV_i).

$$OTTV_i = \alpha \times [U_w \times (1 - WWR)] \times T_{Dek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

Dimana:

$OTTV_i$: Nilai perpindahan thermal/panas menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu ($Watt/m^2$).

α : absorbtansi radiasi matahari.

U_w : Transmittansi thermal dinding tak tembus cahaya ($Watt/m^2 \cdot ^\circ K$).

WWR : Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan (tertentu).

T_{Dek} : Beda temperatur ekivalen ($^\circ K$).

SC : Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

SF : Faktor radiasi matahari (W/m^2).

U_f : Transmittansi thermal fenestrasi ($Watt/m^2 \cdot ^\circ K$).

ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil $5^\circ K$).

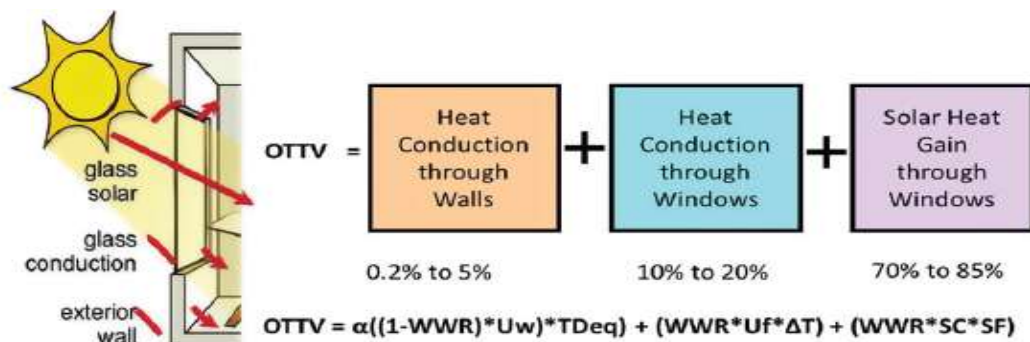
Untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar, digunakan rumus sebagai berikut:

$$OTTV = \frac{(A_i \times OTTV_i) + \dots + (A_n \times OTTV_n)}{A_i + \dots + A_n}$$

Dimana:

A_i : Luas dinding pada bagian dinding luar (m^2). Luas ini termasuk semua permukaan dinding tak tembus cahaya dan luas permukaan jendela yang terdapat pada bagian dinding tersebut.

$OTTV_i$: Nilai perpindahan thermal/panas menyeluruh pada bangunan gedung.



Gambar 9. Kenaikan panas melalui muka kaca tunggal bangunan konvensional
Sumber : buku pedoman energi efisiensi untuk desain bangunan gedung di Indonesia

Berikut ini adalah persamaan untuk mencari nilai RTTV (Roof thermal transfer value/nilai perpindahan thermal/panas dari penutup atap.

$$RTTV = \frac{\alpha \times (A_r \times U_r \times TDek) + (A_s + U_s + \Delta T) + (A_s \times SC \times Sf)}{A_o}$$

Dimana:

RTTV : Nilai perpindahan thermal atap yang memiliki arah tertentu (Watt/m²)

α : Absorbansi radiasi matahari.

A_r : luas atap yang tidak tembus cahaya (m²).

A_s : Luas skylight (m²).

A_o : luas total atap $A_r + A_s$ (m²).

U_r : Transmittansi thermal atap tak tembus cahaya (Watt/m².°K).

$TDek$: Beda temperatur ekivalen (°K).

SC : Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

Sf : Faktor radiasi matahari (W/m²).

U_s : Transmittansi thermal fenestrasi/skylight (Watt/m².°K).

ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan dalam (diambil 5 °K).

Berikut ini tabel-tabel rujukan untuk mencari nilai-nilai yang dibutuhkan dalam menentukan nilai OTTV dan RTTV.

Tabel 11. Nilai α (Absorbansi radiasi matahari).

Tabel untuk mencari nilai α	
BAHAN DINDING LUAR	α
Bata merah	0.89
Beton ringan	0.86
Kayu permukaan halus	0.78
Beton ekspos	0.61
Ubin putih	0.58
Bata kuning tua	0.56
Atap putih	0.5
Seng putih	0.26
Bata gelazur putih	0.25
Lembaran aluminium yang dikilapkan	0.12

Tabel 12. Nilai Rup dan Rul (resistansi thermal permukaan dinding)

Tabel untuk mencari nilai R		
Jenis Permukaan		Resistansi Thermal R (m ² .K/Watt)
Permukaan Dalam (Rup)	Emisifitas tinggi ¹⁾	0.12
	Emisifitas rendah ²⁾	0.299
Permukaan Luar (Rul)	Emisifitas tinggi	0.044

Tabel 13. Nilai Rk untuk berbagai jenis bahan dinding dan pelapis dinding

Bahan Bangunan	Densitas (Kg/m ³)	K (W/m.K)
Beton	2400	1.448
Beton ringan	960	0.303
Bata dengan lapisan plaster	1760	0.807
Bata langsung dipasang tanpa plaster, tahan terhadap cuaca		1.154
Plesteran semen pasir	1568	0.533
Kaca lembaran	2512	1.053
Papan gypsum	880	0.17
Kayu lunak	608	0.125
Kayu keras	702	0.138
Kayu lapis	528	0.148
Glasswool	32	0.035
Fibreglass	32	0.035
Paduan Aluminium	2672	211
Tembaga	8784	385
Baja	7840	47.6
Granit	2640	2.927
Marmar/terazo/keramik/mozaik	2640	1.298
Keterangan: $R_k = t \times 1/K$		

Tabel 14. Nilai Tdek untuk karakteristik dinding bangunan

Berat/satuan luas (Kg/m ²)	Tdek
Kurang dari 125	15
126 ~ 195	12
Lebih dari 195	10

Tabel 15. Nilai SF untuk berbagai orientasi bangunan

Orientasi	SF (W/m ²)
U (Utara)	130
TL (Timur laut)	113
T (Timur)	112
TG (Tenggara)	97
S (Selatan)	97
BD (Barat daya)	176
B (Barat)	243
BL (Barat laut)	211
Keterangan: rata-rata untuk seluruh orientasi SF = 147	

5. Standard Laik Pencahayaan

a. Syarat-Syarat Pokok Pencahayaan buatan

1. Tingkat pencahayaan minimal yang direkomendasikan tidak boleh kurang dari tingkat pencahayaan pada tabel 16 a.
2. Daya listrik maksimum per meter persegi tidak boleh melebihi nilai sebagaimana tercantum pada tabel 16 b

Tabel 16 a. Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur warna yang direkomendasikan

Fungsi Ruangan		Tingkat Pencahayaan (Lux)
Perkantoran	Ruang resepsionis	300
	Ruang direktur	350
	Ruang kerja	350
	Ruang komputer	350
	Ruang rapat	300
	Ruang gambar	750
	Gudang arsip	150
	Ruang arsip aktif	300
	Ruang tangga darurat	150
	Ruang parkir	100

Tabel 16 b. Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan

Fungsi Ruangan		Daya Pencahayaan Maksimum (W/m ²) Termasuk Rugi-rugi <i>Ballast</i>
Perkantoran	Ruang resepsionis	13
	Ruang direktur	13
	Ruang kerja	12
	Ruang komputer	12
	Ruang rapat	12
	Ruang gambar	20
	Gudang arsip	6
	Ruang arsip aktif	12
	Ruang tangga darurat	4
	Ruang parkir	4

b. Syarat-Syarat Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami siang hari harus memenuhi ketentuan sebagai berikut

- a) cahaya alami siang hari harus dimanfaatkan sebaik-baiknya;
- b) dalam pemanfaatan cahaya alami, masuknya radiasi matahari langsung ke dalam bangunan harus dibuat seminimal mungkin. Cahaya langit harus diutamakan dari pada cahaya matahari langsung;

- c) pencahayaan alami siang hari dalam bangunan gedung harus memenuhi ketentuan SNI 03-2396-1991 tentang "Tata cara perancangan pencahayaan alami siang hari untuk rumah dan gedung"

c. Prosedur perhitungan dan optimasi pemakaian daya listrik

Prosedur umum perhitungan besarnya pemakaian daya listrik untuk sistem pencahayaan buatan dalam rangka penghematan energi sebagai berikut:

- 1) tentukan tingkat pencahayaan rata-rata (lux) sesuai dengan fungsi ruangan (tabel 16 a);
- 2) tentukan sumber cahaya (jenis lampu) yang paling efisien (efikasi tinggi) sesuai dengan penggunaan termasuk renderasi warnanya;
- 3) tentukan armatur yang efisien;
- 4) tentukan tata letak armatur dan pemilihan jenis, bahan, dan warna permukaan ruangan (dinding, lantai, langit-langit);
- 5) hitung jumlah Fluks luminus (lumen) dan jumlah lampu yang diperlukan;
- 6) tentukan jenis pencahayaan, merata atau setempat;
- 7) hitung jumlah daya terpasang dan periksa apakah daya terpasang per meter persegi tidak melampaui angka maksimum yang telah ditentukan pada tabel 16 b;
- 8) rancang sistem pengelompokan penyalaan sesuai dengan letak lubang cahaya yang dapat dimasuki cahaya alami siang hari;
- 9) rancang sistem, pengendalian penyalaan yang dapat menyesuaikan atau memanfaatkan pencahayaan alami secara maksimal yang masuk ke dalam ruangan.

Tabel 16 c. Karakteristik Tipe-Tipe Lampu Berbeda yang Tersedia di Pasaran

	Pijar	Linear Fluorescent	Compact Fluorescent	LED	Mercuri	Metal Halide	Sodium Tekanan Tinggi	Sodium Tekanan Rendah
Watt	25-150	18-95	13-26	2-10	50-1000	70-1500	35-1000	18-180
Output (Lumens)	210-2700	1000-7500	1000-3200	200-1000	1000-45000	7000-150000	2000-140000	1800-40000
Efisiensi (lm/watt)	8-18	5-79	75-81	40-60	30-35	60-95	60-125	80-180
Lumen Pemeliharaan	90% (85%)	85% (80%)			85% (80%)	75% (65%)	90% (70%)	100% (100%)
Umur Lampu	750-2000	10000-20000	10000	35000-50000	18000-24000	10000-20000	18000-24000	16000
CRI	80-95	30-90	30-90	40-90	30-80	80-90	20-39	<20

- Watt dan Output mengacu rating lampu umum yang tersedia untuk lighting luar ruangan.
- Efisiensi mengacu pada efisiensi bercahaya diambil pada 50% berarti seumur hidup dan pada akhir seumur hidup (kurung).
- Hidup lampu mengacu pada seumur hidup rata-rata perkiraan dari lampu.

d. **Luminous Flux (Lumen)**

Banyaknya cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya per detik, diukur dalam satuan lumen.



Gambar 10. Luminous Flux

Tabel 17. Contoh lumen lampu

No.	JENIS LAMPU	LUMEN
1	Lampu pijar GLS	75w = 900 Lumen
2	Lampu CFL	11w = 900 Lumen
3	Lampu Mercury	80w = 3700 Lumen
4	Lampu Sodium Tek. Tinggi	70w = 5600 Lumen
5	Lampu Fluorescent / TL	36w/54 = 2500 Lumen
6	Lampu Fluorescent Super	36w/84 = 3400 Lumen

e. Renderasi Warna

Renderasi warna (Color Renderazion Index = CRI) mencerminkan tingkat keaslian benda. Renderasi warna dibagi menjadi 4 kelompok. Warna benda sesuai aslinya diberi nilai renderasi CRI = 100%.

Pengelompokan warna Renderasi (%)

1. CRI >85
2. 70 <CRI<85
3. 40<CRI<70
4. CRI<40

Tabel 18. Contoh Renderasi warna berbagai lampu:

No.	JENIS LAMPU	RENDERASI CRI
1	Lampu Pijar / Halogen	100
2	TLD seri 33	66
3	TLD seri 54	77
4	TLD seri 84 (TLD super 3 phosphor)	85
5	TLD seri 94 (TLD Deluxe multi phosphor)	93
6	Sodium tekanan tinggi (SON)	26
7	Merkuri tekanan tinggi (HPL)	45
8	Sodium tekanan rendah (SOX)	0

f. Tingkat pencahayaan (Lux)

Satu lux adalah satu lumen per meter persegi, sehingga tingkat pencahayaan didefinisikan sebagai jumlah lumen per meter persegi pada bidang kerja. Dari gambar 14 dapat diamati bahwa tingkat pencahayaan alami di berbagai tempat.. Kondisi terik matahari di tengah lapang, tingkat pencahayaan 100.000 lux. Di bawah pohon sebesar 10.000 lux, di teras sebesar 5.000 lux dan di pinggir jendela sebesar 2.500 lux, sementara di dalam ruangan hanya 100 lux.

Ruang kelas mempunyai tingkat pencahayaan 500 lux, berarti hanya seper dua ratus dari pencahayaan terik matahari langsung atau seper sepuluh dari penerangan teras kondisi siang hari. Sebuah kesia-siaan kebiasaan kita menutup jendela, sementara kita menyalakan lampu di dalam ruangan.

Tabel 19. Tingkat pencahayaan berbagai kegiatan

No.	MACAM PEKERJAAN	LUX	CONTOH
1	Pencahayaan untuk daerah yang tidak terus-menerus digunakan.	20	Iluminasi minimum
		50	Parkir / sirkulasi / Koridor
		100	Kamar tidur hotel.
2	Pencahayaan untuk Bekerja di dalam ruangan	200	Membaca / menulis
		300	Ruang seminar, industri berat
		350	Membaca di kantor.
		400	Ruang gambar
		500	Kelas, laboratorium, super.market
3	Pencahayaan setempat untuk pekerjaan yang teliti	750	Mengoreksi tulisan
		1000	Gambar yang sangat teliti.
		2000	Pekerjaan yang sangat presisi
		30.000	Ruang operasi

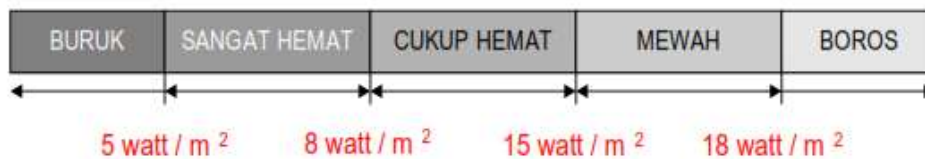
g. Efikasi

Angka perbandingan antara luminous fluks dengan daya listrik masukan suatu sumber cahaya. Satuan Lumen / Watt

Tabel 20. Contoh efikasi berbagai lampu

No.	JENIS LAMPU	EFIKASI
1	Pijar	10-12 Lumen/Watt
2	CFL	50-80 Lumen/Watt
3	Mercury	50-60 Lumen/Watt
4	Blended Light	10-20 Lumen/Watt
5	Sodium Tekanan Tinggi (SON)	80-130 Lumen/Watt
6	Lampu Metal Halide	80-100 Lumen/Watt
7	Sodium Tekanan Rendah (SOX)	140-200 Lumen/Watt

Catatan : Untuk keperluan praktis pada PKE efikasi disederhanakan dalam satuan watt/m², diambil asumsi lampu TL warna *day light* (warna yang menyerupai warna alami sinar matahari), untuk ukuran tinggi gedung 3-4 m. Standard empiris lampu penerangan : Jenis TL Daylight dengan ketinggian lampu 3-4 m.



Gambar 11. Efikasi lampu TL

Catatan penting! : Sebagai contoh ruang kelas dengan standard intensitas penerangan 500 lux dengan efikasi 18-20W/m², menurut SNI cukup 250 lux dengan efikasi 10W/m². Hal inipun menurut hasil survei penulis di berbagai pertemuan, disimpulkan bahwa kebutuhan penerangan untuk daerah tropis kurang dari 5W/m² (dengan asumsi ruang ukuran 3x3m², jika dipasang lampu 80W jenis TL *day light*, kurang dari 10% responden setuju, tetapi jika dipasang lampu 20W, lebih dari 90% respondens setuju). Sangat aman untuk perencanaan praktis diambil efikasi 5-10W/m², atau agar aman dari **persyaratan asuransi**, tetap menggunakan NEMA standard 20W/m² terbagi dalam 4 grup dengan efikasi terdistribusi 5W/m² per grup dengan 4 saklar prioritas 1, prioritas 2, prioritas 3, dan prioritas 4.

Menurut SNI – 03 – 6197 – 2000

Tingkat pencahayaan untuk berbagai ruang yang diperlukan berbeda – beda

1. Ruang Kerja : 350 Lux CRI 60 – 100

Daya terpasang maksimum = 15 w / m²

2. Ruang Rapat : 300 Lux CRI 80 – 100

 Daya terpasang maksimum = 15 w / m²

3. Ruang Komputer : 350 Lux CRI 80 – 100

 Daya terpasang maksimum = 15 w / m²

Menurut SNI T-14-1993 Kuat pencahayaan (...watt/m2)

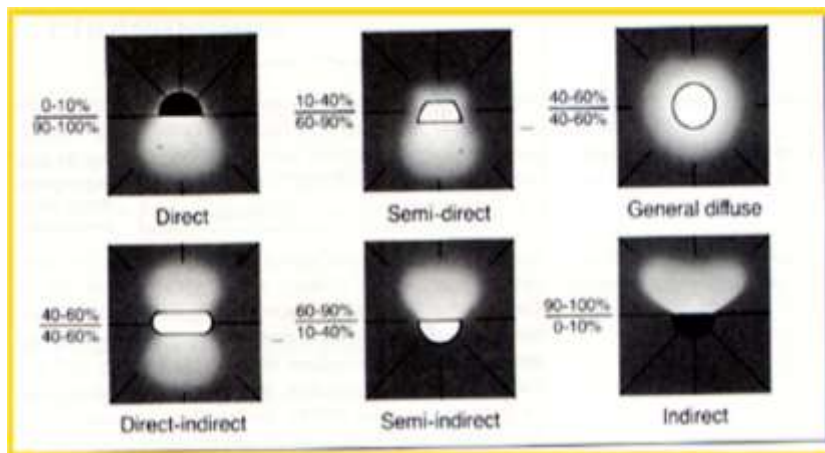
Tabel 21. Intensitas pencahayaan

No.	JENIS BANGUNAN	DAYA MAKS Watt/m ² *)	DISARANKAN Watt/m ² **)
1	Kantor	15	10
2	Ruang kelas	15	10
3	Auditorium	25	15
4	Supermarket	20	12,5
5	Hotel (kamar tidur)	17	11
6	Hotel (daerah umum)	20	12,5
7	Rumah sakit pasien	15	10
8	Gudang	5	5
9	Cafeteria	10	7
10	Garasi	2	2

*) Belum termasuk rugi ballast

***) Dipilih jenis lampu dan armature yang sesuai

h. Armature



Gambar 12. Macam armature lampu

Rumah **lampu** digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendalian listrik. Armature atau rumah lampu, dipilih tertutup, terbuka atau dengan kisi-kisi.

Pertimbangan dalam memilih armature :

- 1) Distribusi intensitas cahaya
- 2) Efisiensi pencahayaan (*light output ratio*)
- 3) Koefisien penggunaan

- 4) Perlindungan terhadap kejut listrik
- 5) Ketahanan terhadap masuknya air dan debu
- 6) Ketahanan terhadap timbulnya ledakan dan kebakaran
- 7) Kebisingan yang ditimbulkan

i. Metode Penghematan

- 1) Menggunakan energi sekecil mungkin dengan mengurangi daya terpasang (watt)
- 2) Mengendalikan jam pengoperasian
- 3) Memanfaatkan cahaya alami pada siang hari sebaik mungkin tanpa mengurangi kenyamanan dan produktivitas

Cara mengurangi watt

- 1) Memilih lampu yang tepat guna & efisien
- 2) Memilih Compact Fluorescent Lamp (CFL, SL, PL) vs lampu pijar.
- 3) Memilih TLD Super (Triphosphor colour) vs TL STD.
- 4) Memilih Lampu Mercury vs Lampu Sodium

Cara mengendalikan jam pakai :

- 1) Mengatur saklar secara prioritas.
- 2) Menggunakan *Day Light sensor*
- 3) *Present /Movement detector*
- 4) *Timer*

BAB V
TEKNIK PENGHEMATAN ENERGI

Teknis penghematan didahului pemahaman terhadap langkah-langkah berikut.

Tabel 22. Langkah Teknis

MUNCUL	DUGAAN TERJADI : 1. LOSSES, 2. KEBOROSAN, 3. PENYELEWENGAN, DLL
PERLU MEMPERHATIKAN ACUAN	1. STANDARD LAIK, 2. DOKUMEN PERJANJIAN, 3. HASIL PENELITIAN, 4. EMPIRIS
MELAKUKAN	1. EVALUASI KEADAAN EXISTING (MENYOROTI), ATAU 2. MEMBANDINGKAN DENGAN ACUAN 3. ANALISIS DAN SAJIKAN DALAM ANGKA/GRAFIS/TABEL
HASILNYA	SIMPULAN 1. PELUANG PENGHEMATAN 2. REKOMENDASI IMPLEMENTASI
TAHAPAN TINDAKAN	1. RINGAN / TANPA BIAYA 2. BIAYA SEDANG 3. BIAYA TINGGI

Contoh :

- a. Tindakan ringan tanpa biaya : penggunaan saklar prioritas,
- b. Tindakan dengan biaya sedang : penataan grup, penggantian dengan LHE tambal sulam, penggunaan timer, dll.
- c. Tindakan dengan biaya tinggi : Penggantian secara total dengan LHE atau balas elektronik, aplikasi BAS (Building Automation System), dll.

1. Penghematan Pada Air Conditioning (AC)

Memilih Sistem AC

- a. Sistem AC Kecil : (1) AC Window, dan (2) AC Split
- b. Sistem AC Sedang : (1) AC Semi Package, dan (2) AC Package
- c. Sistem AC Besar : (1) AC system water chiller

Perilaku Menghemat Listrik AC :

- a. Menyalakan AC mulai jam 9.00. Mematikan AC bila ruangan kosong dalam waktu yang relatif lama.
- b. Gunakan alat pengatur waktu (*timer*) agar AC beroperasi hanya pada saat yg dibutuhkan.
- c. Gunakan gordena / krey pada bagian ruangan yang terkena sinar matahari.
- d. Pasang *awning* di atas jendela / pintu kaca
- e. Pintu dan jendela selalu tertutup.
- f. Perhatikan kondisi udara luar.
- g. Gunakan fan/kipas bilamana perlu.
- h. Hindari kondensor AC terkena sinar matahari langsung.
- i. Bersihkan filter AC secara teratur.
- j. Kontrol temperatur dengan termostat agar selalu pada batas nyaman tertinggi yang diijinkan.
- k. Hindari posisi termostat yang terlalu rendah pada waktu start.
- l. Hindari menempatkan sesuatu yang menghalangi sirkulasi udara dari bagian depan AC.
- m. Gunakan pintu penghubung ruangan/tirai angin (*air curtain*).
- n. Hindari infiltrasi atau kebocoran udara ke dalam ruangan.
- o. Gunakan fan ventilasi
- p. Jangan menemui tamu di pintu ruang.
- q. Jaga agar *dampers modulating* dan *seal* tetap berfungsi serta *duct* tetap terawat dan bersihkan sirip *cooling* secara berkala agar proses pendinginan dan perpindahan panas berlangsung lancar.
- r. Matikan AC 1 (satu) jam sebelum jam kantor berakhir.
- s. Pilih EER (*energi efficiency ratio*) di atas 12 BTU/JW, karena AC tersebut dijamin hemat energi.

Tabel 23. Beberapa Kegiatan Penghematan Mesin AC

KEGIATAN	PEROLEHAN PENGHEMATAN LISTRIK (%)
Pencucian Mesin AC	5
Pengaturan Temperatur	6
Penggantian Refrigeran	20

2. Penghematan Sistem Penerangan / Pencahayaan

Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Gunakan lampu dengan luminous efikasi tinggi (misal lampu hemat energi).
- Sistem pengoperasian lampu ruang kuliah (ruang pertemuan) disesuaikan dengan tempat duduk (*regrouping*)
- Gunakan balas elektronis untuk TL
- Gunakan reflektor cermin atau sejenis
- Bila mungkin gunakan cahaya pencahayaan di siang hari.
- Bersihkan debu yang menempel pada permukaan lampu secara teratur.
- Tataletak rak-rak buku disesuaikan dengan tata letak armature lampu.
- Gunakan lampu yang mempunyai indeks renderasi warna tinggi
- Nyalakan lampu bilamana perlu.
- Pasang kapasitor bila faktor-daya lebih kecil dari 0,85.
- Ganti lampu pijar dengan lampu TL hemat energi
- Ganti TL Standard (tabung besar) dengan TL Super (tabung kecil), untuk ukuran armature sama, tetapi watt tidak sama.

Tabel 24. Penghematan daya listrik Lampu Hemat Energi (LHE)

LAMPU PIJAR (watt)	KUAT CAHAYA (lumen)	LAMPU HEMAT ENERGI	KUAT CAHAYA (lumen)	HEMAT (watt)
25	230	SL9 / PLE9	365	16 / 16
40	415	SL13 / PLE11	575	27 / 29
60	715	SL18 / PLEC15	850	42 / 45
75	950	SL25 / PLET20	1100	50 / 55

Tabel 25. Penghematan Daya Listrik Balas Elektronis

LAMPU	BALAS KONVENSIONAL (watt)	BALAS ELEKTRONIS (watt)	HEMAT (watt)
1xTLD36	45	36	9
1xTLD18	37	19	8
2xTLD36	90	72	18
2xTLD18	54	37	17
3xTLD36	135	108	27
3xTLD18	81	57	24
4xTLD18	108	73	35

3. Penghematan mesin pompa air

Cara menghemat listrik pompa air :

- a. Gunakan bak penampung air di atas.
- b. Hidupkan pompa bila cadmangan air sudah habis / tinggal sedikit.
- c. Gunakan pelampung otomatis dalam bak penampung
- d. Cegah kebocoran air di kran dan pipa
- e. Gunakan air secara hemat
- f. Pilih pompa air dengan efisiensi tinggi
- g. Lakukan perawatan berkala

Sering terjadi pompa air bekerja terus-menerus padahal tidak ada pemakaian air.

Hal ini disebabkan oleh :

- a. rele tekan (pengaman) tidak bekerja sesuai setelahnya
- b. daya hisap pompa berkurang karena umurnya sudah tua
- c. instalasi pipa air ada yang bocor
- d. air sumur terlalu dalam
- e. kran air tidak tertutup rapat atau rusak (tidak dapat ditutup)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Gamil. 2010. Konsumsi Energi Indonesia: Seberapa Boros? Jurnal Energi edisi Juli-Sept 2010.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2012. Laporan Audit Energi di Sektor Bangunan: Gedung Balai Kota Makassar. Jakarta: PT. Energi Management Indonesia (Persero)
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2012. Laporan Audit Energi di Sektor Bangunan: Gedung Gabungan Dinas Kota Makassar. Jakarta: PT. Energi Management Indonesia (Persero)
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2011. Energi Switch: Energi Saving With Changing Behaviour. Jakarta
- Dirjen EBTKE. 2013. Efisiensi Energi Tanggung Jawab Siapa?
- Gay, L.R. 1991. Educational Evaluation and Measurement; Competencies for Analysis and Application Second edition. New York: Macmillan Publishing Company
- Instruksi Presiden Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air
- Kusuma, Ardian Marta. 2012. Beban Listrik di Kantor Pemerintahan. Available on line: <http://ebtke.esdm.go.id/id/energi/konservasi-energi/636-beban-listrik-di-kantor-pemerintahan.html>.
- Leeman, Ranidia. 2013. Gedung Perkantoran di Indonesia Boros Listrik. Available on line: <http://www.tribunnews.com/bisnis/2013/11/27/gedung-perkantoran-di-indonesia-boros-listrik>.
- Peraturan Gubernur DKI Jakarta No.38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik
- Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi
- PP Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan
- PT. PLN. 2012. Statistik PLN 2012. Available on line: <http://www.pln.co.id/dataweb/STAT/STAT2012IND.pdf>.
- Roem, Prasetyo. 2004. Beberapa Cara Baru Penghematan Energi Listrik.
- Seels, Barbara B. & Richey, Rita C. 1994. Teknologi Pembelajaran: Definisi dan Kawasannya. Penerjemah Dewi S. Prawiradilaga dkk. Jakarta: Kerjasama IPTPI LPTK UNJ
- Wibowo, Drajad Hadi. 2014. Masih Anak Tiri, Genjot Investasi Gas.

Lampiran 1:

Format Laporan Pelaksanaan Penghematan Energi Listrik di Fakultas Teknik UNY

Format laporan dibuat untuk dapat memantau sejauh mana langkah-langkah penghematan pemakaian tenaga listrik yang dilakukan kampus Fakultas Teknik UNY, telah memenuhi target akhir penghematan yang ditetapkan sebesar 20 % (dua puluh persen) dihitung dengan membandingkan pemakaian rata-rata 6 (enam) bulan dan/atau pemakaian tenaga listrik mencapai kriteria minimal efisien.

Baseline 6 (enam) bulan terakhir		
Bulan	Tagihan Rekening	
	(a) Pemakaian Tenaga Listrik (kWh)	(b) Biaya Tenaga Listrik (Rp)
Januari 2019		
Februari 2019		
Maret 2019		
April 2019		
Mei 2019		
Juni 2019		
Rata-rata		

Pengamatan Tahun Berjalan			
Periode Laporan	Bulan	Tagihan Rekening	
		Pemakaian Energi Listrik	Biaya Energi Listrik
Ke-1 (dilaporkan bulan Oktober)	Juli		
	Agustus		
	September		
	Rata-rata		
Ke-2 (dilaporkan bulan Januari)	Oktober		
	November		
	Desember		
	Rata-rata		
Ke-3 (dilaporkan bulan Juli)	Januari		
	Pebruari		
	Maret		
	April		
	Mei		
	Juni		
	Rata-rata		
dst			

Penghematan Listrik : $\frac{(c)-(a)}{(a)} \times 100\% = \dots\dots\dots \%$

Penghematan Biaya Listrik : $\frac{(d)-(b)}{(b)} \times 100\% = \dots\dots\dots \%$

Kriteria Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik di Bangunan Gedung Negara dan Bangunan Gedung BUMD yang digunakan untuk aktivitas perkantoran.

(e) Luas lantai total = $\dots\dots\dots m^2$ (100%)

(f) Luas lantai ber-AC = $\dots\dots\dots m^2$ ($\dots\dots\dots\%$)

(g) Luas lantai tanpa AC = (e) – (f) = $\dots\dots\dots m^2$ ($\dots\dots\dots\%$)

Pengamatan Tahun Berjalan

Periode Laporan	Bulan	(h) Total Pemakaian Energi Listrik (kWh)	(i) Perkiraan Pemakaian Energi Listrik dan Ac (kWh)	Konsumsi Energi	
				(j) Lantai ber AC (kWh/m ²)	(k) lantai tidak ber AC (kWh/m ²)
Ke- 1 (dilaporkan bulan Oktober 2019)					
Ke- 2 (dilaporkan bulan Januari 2020)					
Ke- 3 (dilaporkan bulan Juli 2020)					
dst					

*) Luas Lantai bangunan yang digunakan untuk aktifitas kerja, tidak termasuk aula, lorong dan area parker.

***) Dihitung jika persentase perbandingan luas lantai ber AC terhadap luas lantai total <10 % atau jika persentase luas lantai ber AC terhadap luas lantai total antara 10 % -90 %

Keterangan Cara Perhitungan

1) Perkiraan Pemakaian Listrik dari AC (kWh)

Konsumsi energi AC (kWh) = daya nominal AC (kW) x pemakaian dalam sebulan (jam).

a) Konversi satuan daya nominal AC : 1 PK = 0,7355 kW; 1 HP = 0,7459 kW

b) Untuk pemakai AC sentral, harus diperhitungkan semua daya peralatan lain yang menyertainya, misalnya : kompresor, blower, pompa, menara pendingin, dsb.

2) Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan perbandingan antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung dalam periode tertentu (kWh/m² per bulan atau kWh/m² per tahun).

$$IKE = \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas area}}$$

Nilai IKE penting untuk dijadikan sebagai tolak ukur seberapa besar potensi efisiensi energi yang mungkin diterapkan di area tersebut. Dengan membandingkan IKE dengan standar nasional, dapat diketahui apakah keseluruhan bangunan tersebut sudah efisien atau belum.

- Jika persentase perbandingan luas lantai ber AC terhadap luas lantai total < 10 % (lebih kecil dari sepuluh persen), maka dianggap sebagai gedung perkantoran tanpa AC, sehingga :

(j) Intensitas Konsumsi Energi lantai ber AC = - (nihil)

(k) Intensitas Konsumsi Energi lantai tanpa AC = $\frac{(h)}{(e)}$

- Jika persentase luas lantai ber AC terhadap luas lantai total > 90 % (sembilan puluh persen), maka dianggap sebagai gedung perkantoran ber-AC, sehingga:

(j) Intensitas Konsumsi Energi lantai ber AC = $\frac{(h)}{(e)}$

(k) Intensitas Konsumsi Energi lantai tanpa AC = - (nihil)

- Jika persentase luas lantai ber AC terhadap luas lantai total > 10 % (sepuluh persen), sampai dengan 90 % (sembilan puluh persen) maka dianggap sebagai gedung perkantoran ber-AC, sehingga:

(j) Intensitas Konsumsi Energi lantai ber AC = $\frac{(i)}{(f)} + \frac{(h)-(i)}{(e)}$

(k) Intensitas Konsumsi Energi lantai tanpa AC = $\frac{(h)-(i)}{(e)}$

Kriteria Penggunaan Energi di Gedung Perkantoran berdasarkan Konsumsi energi spesifik (kWh/m²/bulan)

Gedung Perkantoran ber AC

Kriteria	Intensitas Konsumsi Energi (Kwh/m ² /Bulan)
Sangat Efisien	Lebih kecil dari 8,5
Efisien	8,5 sampai dengan lebih kecil dari 14
Cukup Efisien	14 sampai dengan lebih kecil dari 18,5
Boros	Lebih besar sama dengan 18,5

Gedung Perkantoran tanpa AC

Kriteria	Intensitas Konsumsi Energi (Kwh/m ² /Bulan)
Sangat Efisien	Lebih kecil dari 3,4
Efisien	3,4 sampai dengan lebih kecil dari 5,6
Cukup Efisien	5,6 sampai dengan lebih kecil dari 7,4
Boros	Lebih besar sama dengan 7,4

Lampiran 2:

Prosentase Penghematan energi di tiap kegiatan

Hal / Kegiatan		Penghematan Rata-Rata (%)
I. I. Sistem Listrik:		
1	Meningkatkan faktor daya	5.1
2	Mengurangi kapasitas <i>transformer</i> berlebih	3.3
3	Memasang motor dengan efisiensi ekonomi tertinggi*)	0.1-0.5
II. Sistem AC		
4	Memasang pendingin bebas gesekan (<i>Frictionless Chiller</i> **)	24.3
5	Memasang kontrol VAV	12.6
6	Memasang pertukaran pipa udara masuk	12.0
7	Memasang pendingin dengan efisiensi tinggi	9.6
8	Memelihara pembersih filter, AHU, dan gulungan pendingin	7.2
9	Meminimalisasi aliran udara dari luar	6.0
10	Memasang penyimpanan suhu pendingin**)	0.5-5.0
11	Mengoptimalkan lebih dari satu pendingin	4.9
12	Meningkatkan suhu <i>condenser</i>	4.1
13	Mengganti motor listrik yang terlalu besar	3.8
14	Meningkatkan suhu standar menjadi 250C	3.6
15	Menilai ulang lokasi bangunan untuk mengurangi beban pendinginan	3.0
16	Mengubah aliran udara ke <i>condenser</i>	2.8
17	Mengurangi jam kerja AC	2.3
18	Memasang pompa dengan kecepatan yang beragam	1.6
19	Memasang kapasitas AC lebih kecil untuk ruang yang terpisah	1.3
20	Memasang pompa dengan efisiensi tinggi	1.3
III. Sistem Pencahayaan		
21	Mengurangi lumen lampu	5.1
22	Mengganti bola lampu fluoresen dengan yang lebih efisien**)	05-5.0
23	Mengurangi jam kerja sistem pencahayaan	2.8
24	Mengurangi pencahayaan berlebihan**)	0.1
25	Memasang lampu yang lebih efisien pada sistem pencahayaan yang sudah ada**)	0.1
IV. Perubahan Selubung Bangunan		
26	Mengurangi rasio antara bukaan dan dinding	12.7
27	Memasang glasur berefisiensi tinggi dan glasur pelengkap**)	05-5.0
28	Mengurangi bidang glasur dan memasang <i>thermal shutter</i> **)	0.5-5.0
29	Memasang kaca ganda (<i>double glass</i>) di jendela	2.1
30	Insulasi, infiltrasi, dan penyerap atap	0.8
V. Control and use of sunlight		
31	Memasang perangkat peneduh eksternal yang sesuai untuk setiap paparan dari glasur**)	0.5-5.0
32	Memasang perangkat peneduh internal**)	0.5-5.0
33	Memasang skylight atau pipa cahaya	0.5-5.0
34	Menggunakan cat, lapisan, atau selubung yang akan mengurangi serapan sinar matahari**)	1.0-5.0
35	Memasang sistem rak cahaya dan peneduh. Menggunakan warna interior yang ringan atau permukaan cermin**)	0.1
VI. Lifts		
36	Mengurangi lalu lintas satu lantai	0.2
37	Memasang lift hidrolik***)	0.10
38	Memasang lift regerator***)	0.12
39	Memasang teknologi VVVF***)	0.15

Lampiran 3:

Faktor-faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam desain hemat energi pada bangunan serta jasa-jasa yang disediakan

Aspek	Penjelasan	Dampak terhadap Biaya Modal	Dampak terhadap Biaya Operasional	Pertimbangan Praktik Terbaik	Catatan
Iklim	Suhu	Biaya lebih tinggi bila suhu lebih tinggi	Biaya lebih tinggi bila suhu lebih tinggi	-	34°C DB dan 28°C WB
	Kelembaban Relatif	Biaya lebih tinggi bila kelembaban lebih tinggi	Biaya lebih tinggi bila kelembaban lebih tinggi	-	55% - 97%
	Radiasi	Biaya lebih tinggi bila radiasi lebih tinggi	Biaya operasional menjadi lebih rendah dengan peneduh (<i>shadowing</i>)	Peneduh (kanopi, bangunan, lanskap)	-
	Aliran Angin	Tidak ada biaya	Biaya menjadi lebih rendah dengan integrasi aliran angin	-	-
Kenyamanan Suhu	Suhu	Makin rendah kapasitas pendingin, maka makin rendah biaya modal	Peningkatan sebesar 10C = mengurangi konsumsi energi total sebesar 5%	25,5 ± 1,5 °C	SNI 6390 - 2011
	Kelembaban Relatif	Makin rendah kapasitas pendingin maka makin rendah biaya modal	Meningkatkan kelembaban relatif akan mengurangi biaya operasional	60 ± 5%	SNI 6390 - 2011

	Pergerakan Udara	Diperlukan sejumlah biaya tambahan untuk kipas langit-langit	Meningkatkan pergerakan udara dari 0,25 m/detik ke 0,8 m/detik dapat meningkatkan suhu ruangan dari 25°C ke 27°C → mengurangi konsumsi energi total sebesar 10%	Kombinasi sistem AC dan kipas langit-langit	0,25 m/sec (ASHRAE)
	Tingkat Ventilasi	Biaya lebih tinggi untuk tingkat ventilasi lebih tinggi	Biaya lebih tinggi untuk tingkat ventilasi lebih tinggi	2.5 L/s/orang 0.3 L/s/m ² dari udara di luar	ASHRAE
Pencahayaan	Sinar Matahari	Tidak ada biaya	Menghemat biaya energi pencahayaan hingga lebih dari 50%	300 lux (kedalaman ruangan sama dengan 2 kali tinggi jendela)	GBCI
	Kepadatan	Pemasangan lampu	Mengganti bola lampu biasa	8-12 Watt/m ²	SNI 6197-2011
	Daya Cahaya	T5 tidak menimbulkan biaya tambahan untuk bangunan baru; potensi tinggi untuk retrofit dalam 2 tahun PP	dengan T5 mengurangi konsumsi energi pencahayaan hingga 30%	8-12 Watt/m ²	SNI 6197-2011
		Pemasangan lampu LED menimbulkan biaya tambahan untuk bangunan baru; periode payback maksimal 2 tahun.	Mengganti bola lampu biasa dengan LED mengurangi konsumsi energi pencahayaan hingga 50%		
	Situs	-	-	-	-

Pendinginan Pasif	Lokasi	No cost	Jauh lebih rendah disbanding arah Barat-Timur	Dinding pembuka di arah Utara-Selatan	-
	Orientasi	Tidak ada biaya	-	-	-
	Bentuk Bangunan	Lebih pendek dinding parameter, lebih rendah biaya	Makin rendah WWR, makin rendah konsumsi energi	*) Bangunan perkiraan di Singapura	-
	Selubung Bangunan - WWR	Lebih rendah biaya WWR, lebih rendah biaya konstruksi	Biaya insulasi yang lebih tinggi akan mengurangi konsumsi energi	Mengurangi kenaikan panas dengan menghitung OTTV 35 W/m ²	SNI 6389-2011
	Selubung Bangunan - Insulasi	Biaya insulasi yang lebih tinggi akan menghemat investasi pendingin ruangan	Secara signifikan mengurangi biaya operasional	Area pembukaan 5-10% dari area lantai	Cocok untuk bangunan rendah saja
Simulasi Energi	Modelling untuk Optimalisasi	Biaya konsultan	Secara signifikan mengurangi konsumsi energi sekitar 50%	Melibatkan ahli energi dari tahap awal desain	EEI 250 kWh/m ² /tahun
Sistem Bangunan	Pendekatan terintegrasi untuk mencapai sistem bangunan yang hemat energi	Biaya ahli	Secara signifikan mengurangi konsumsi energi sekitar 50%	Melibatkan ahli energi dari tahap awal desain	EEI 250 kWh/m ² /tahun
Pengadaan	Analisis LCC	Biaya lebih tinggi, untuk material dan peralatan dengan kualitas lebih tinggi	Pemeliharaan dan perbaikan operasional lebih rendah	Jaminan kualitas dan sertifikasi	Pendekatan NPV

