

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Gambaran Umum**

Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah mempunyai tugas membantu Gubernur Jawa Tengah dalam penyusunan kebijakan dan pengoordinasian administratif terhadap pelaksanaan tugas Perangkat Daerah, Perangkat Gubernur serta pelayanan administratif (Peraturan Gubernur Jawa Tengah 2018). Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud, Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah mempunyai fungsi :

1. pengoordinasian penyusunan dan analisis kebijakan Daerah;
2. pengoordinasian pelaksanaan tugas Perangkat Daerah;
3. pemantauan dan evaluasi pelaksanaan kebijakan Daerah;
4. pengoordinasian pelaksanaan tugas Perangkat Gubernur;
5. pelayanan administratif dan pembinaan ASN pada instansi Daerah; dan
6. pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Gubernur, *sesuai* tugas dan fungsinya.

Bangunan Gedung A Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah berlokasi di Jalan Pahlawan No. 9, Semarang pada koordinat 6°59'37.2"S 110°25'12.4"E berada pada kompleks kantor Gubernur Jawa Tengah. Gedung ini memiliki 13 lantai dengan penggunaan lantai sebagai berikut :

1. Lantai 1 : Ruang Komunikasi, Hall, Ruang VIP dan Ruang Keamanan
2. Lantai 2 : Gubernur dan Wakil Gubernur
3. Lantai 3 : Sekretaris Daerah dan Staf Ahli Gubernur
4. Lantai 4 : Asisten Pemerintahan dan Kesra, Asisten Ekonomi dan Pembangunan, Asisten Administrasi, Staf Penugasan Khusus
5. Lantai 5 : Biro Hukum, Perpustakaan
6. Lantai 6 : Biro Administrasi Pembangunan Daerah
7. Lantai 7 : Biro Perekonomian
8. Lantai 8 : Biro Infrastruktur dan Sumber Daya Alam
9. Lantai 9 : Biro Organisasi

10. Lantai 10 : Biro Kesejahteraan Rakyat
11. Lantai 11 : Biro Pemerintahan, Otonomi Daerah dan Kerja Sama
12. Lantai 12 : Bidang Aset, Badan Pengelola Keuangan dan Aset Daerah
13. Lantai 13 : Rumah kontrol lift

Operasional kantor yang menggunakan energi di gedung ini dapat tercermin dari jam operasional gedung berdasarkan pelaksanaan jam kerja. Pelaksanaan jam kerja dimulai pada jam 07.00 WIB sedangkan jam pulang kerja pada jam 15.30 dan pukul 14.00 pada hari Jumat (Peraturan Gubernur Jawa Tengah 2020).

Peralatan gedung Kantor Setda Provinsi Jawa Tengah umumnya beroperasi pada jam 06.30 WIB, dan selesai beroperasi pada jam 17:00 WIB. Pengendalian operasional peralatan pengguna energi tersebut menggunakan sistem manual dengan sumber energi berasal dari PT. PLN (Persero) dengan daya langganan sebesar 1.385 kVA, sedangkan untuk back up menggunakan generator set dengan kapasitas 1.000 kVA. Penanggung jawab operasional kantor seluruhnya berada pada bagian peralatan pada Biro Umum Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah.

## **2.2 Audit Energi**

Audit energi adalah teknik untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara – cara untuk penghematannya. Tujuan dari audit energi adalah untuk mengetahui catra terbaik untuk mengurangi konsumsi energi dan menurunkan biaya operasional gedung. Tahapan proses audit energi adalah sebagai berikut:

1. Audit energi awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik atau pengelola bangunan gedung berdasar data dari rekening pembayaran listrik dan pengamatan visual kondisi dari data gedung beserta peralatannya. Audit energi awal tidak memerlukan pengukuran. Data yang dibutuhkan data rekening listrik, data beban dan instalasinya (single line diagram sistem kelistrikan), serta data bangunan berupa denah dan tapak bangunan. Dengan data tersebut dapat diketahui luas bangunan serta jumlah dan fungsi ruang, konsumsi energi listrik per tahun (kWh/tahun) dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun ( $\text{kWh/m}^2/\text{tahun}$ ). Audit energi awal ini adalah audit

termurah tetapi dapat menghasilkan perkiraan awal potensi penghematan dan memberikan daftar peluang penghematan biaya yang rendah atau tanpa biaya melalui perbaikan dalam operasional dan pemeliharaan. (Wayne C.Turner 2007)

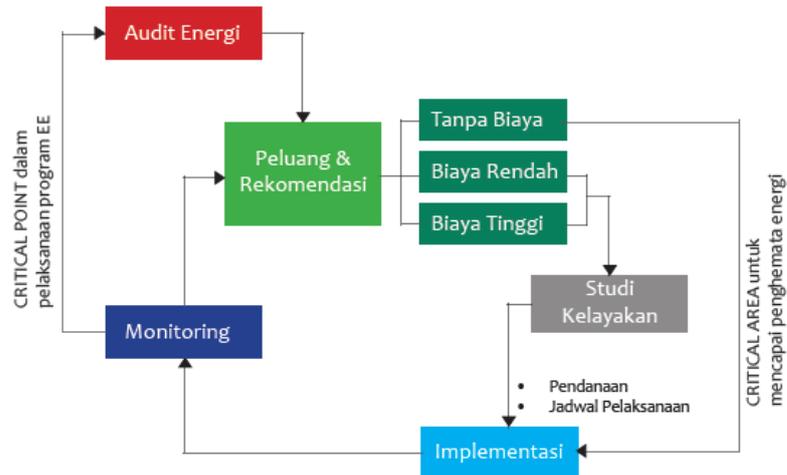
## 2. Audit energi rinci

Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Biasanya dilakukan oleh lembaga auditor yang profesional dalam jangka waktu tertentu. Pelaksanaan audit didahului dengan analisa biaya audit energi, identifikasi gedung, analisa kondisi aktual, dan menghitung semua konsumsi energi. Konsumsi energi ini meliputi energi primer, seperti listrik dan bahan bakar, juga energi sekunder; seperti air, telepon, dan lain-lain. Selain itu, melakukan penghitungan pemborosan energi, kesempatan konservasi energi, sampai beberapa usulan untuk melakukan penghematan energi beserta dengan analisa dampak usulan tersebut. Kegiatan yang dilakukan dengan pengukuran parameter-parameter konsumsi energi listrik seperti arus, tegangan, daya (Watt, VA, VAR), faktor daya, lux, dan jam nyala lampu.

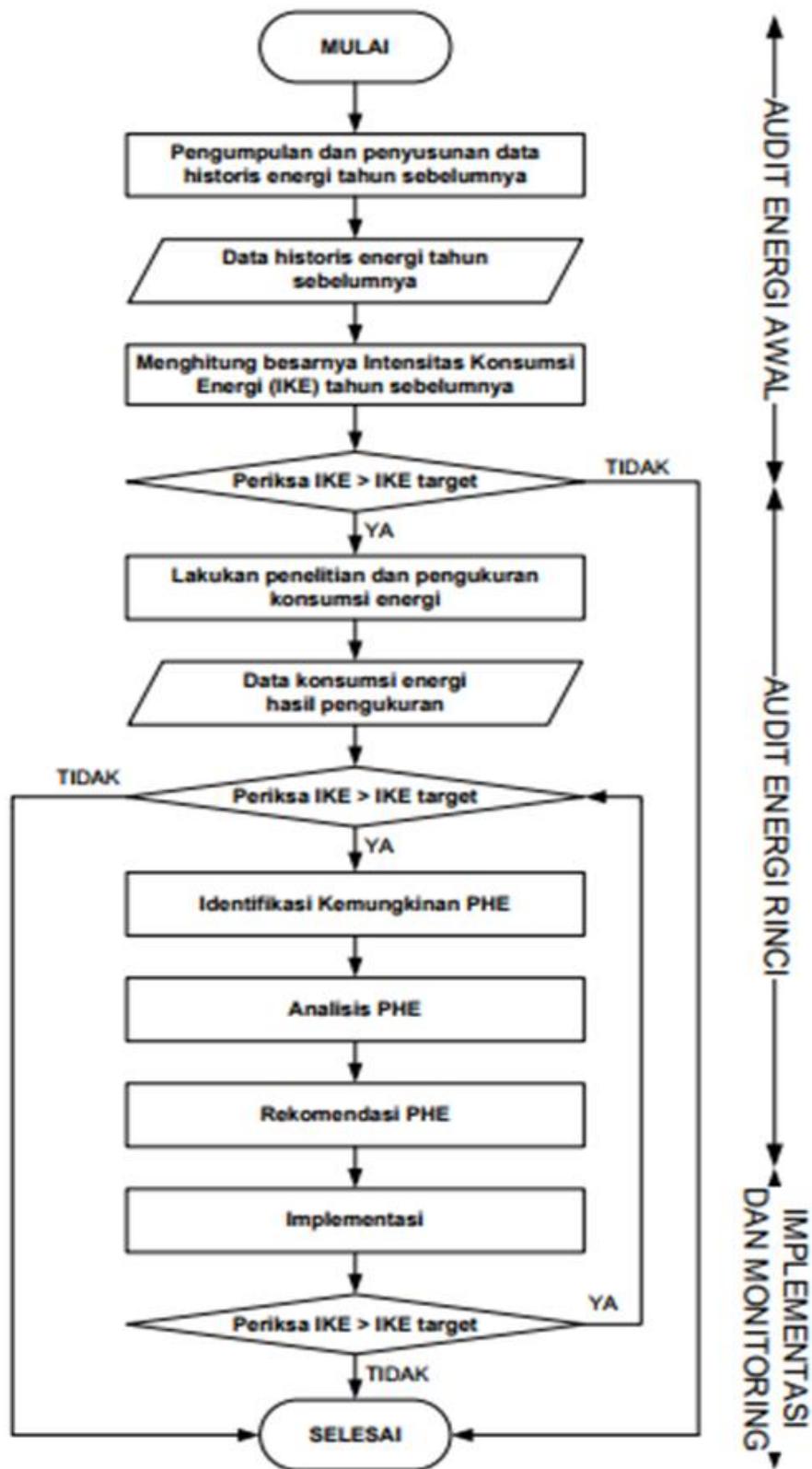
## 3. Identifikasi, analisis, dan implementasi peluang hemat energi.

Dari hasil audit awal dan audit rinci dapat diketahui peluang – peluang penghematan energi yang berkaitan dengan biaya energi listrik. Peluang – peluang penghematan energi tersebut kemudian diimplementasikan dan dihitung kembali nilai IKE – nya. Apabila IKE hasil perhitungan setelah implementasi lebih kecil atau sama dengan IKE target maka kegiatan audit energi dapat dihentikan, atau bisa juga dilakukan audit energi kembali untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Apabila IKE hasil perhitungan lebih besar dari IKE target maka harus mengulang identifikasi, analisis, dan implementasi peluang hemat energi untuk memperoleh nilai IKE yang lebih rendah. Analisis energi merupakan upaya untuk mengoptimalkan kerja peralatan pada kondisi beban penuh sehingga penggunaan energi menjadi

efektif dan efisien tanpa harus mengurangi kinerja produksi (Deni Mulyadi Ahmad 2019).



Gambar 2. 1 Skema dan siklus pelaksanaan program penghematan energi (Berchmans et al. 2014)



Gambar 2. 2 Bagan alur proses audit energi

### 2.3 Intensitas Konsumsi Energi

IKE atau Intensitas Konsumsi Energi listrik adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan jumlah energi listrik yang dikonsumsi dalam suatu sistem (gedung). Namun energi yang dimaksud dalam hal ini adalah energi listrik. Satuan IKE adalah kWh/m<sup>2</sup> per tahun.

Tabel 2. 1 Standar Intensitas Konsumsi Energi untuk Gedung Kantor

<b>Kriteria</b>	<b>Gedung Kantor Ber-AC (kWh/m<sup>2</sup>/bulan)</b>	<b>Gedung Kantor Tanpa AC (kWh/m<sup>2</sup>/bulan)</b>
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: (Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral 2012)

Standar IKE yang digunakan sebagai rujukan tingkat penggunaan energi gedung dapat berbeda-beda, dipengaruhi oleh pendekatan analisa dan sampel gedung yang diambil dalam proses perumusan standar tersebut. Nilai IKE juga bersifat dinamis dan sewaktu-waktu dapat berubah (berdasarkan hasil penelitian terbaru) mengikuti perkembangan teknologi peralatan hemat energi dan mengikuti tingkat kesadaran hemat energi pegawai (pengguna gedung) (Berchmans et al. 2014). Di bawah ini adalah contoh Intensitas Konsumsi Energi (rata-rata) untuk gedung perkantoran dari berbagai sumber:

Tabel 2. 2 Berbagai Standar Intensitas Konsumsi Energi untuk Gedung  
Perkantoran

Sumber	IKE (kWh/m <sup>2</sup> /tahun)	Tahun Pengeluaran Standar
ASEAN-USAID	240	1987
ESDM & JICA Electric Power Development Co., LTD	198,2	2008
Berdasarkan GBCI (Konsul Bangunan Hijau Indonesia)	250	2010
Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau	210-285	2012

Kategori diatas dihitung dari jumlah energi yang digunakan per tahun (kWh), luas lantai total (m<sup>2</sup>) dan jam operasi per tahun dengan asumsi operasional selama 2.000 jam.

Dalam menghitung IKE listrik ada beberapa istilah antara lain :

- IKE listrik per satuan luas kotor (gross) gedung.
- Luas kotor (gross) = Luas total gedung yang dikondisikan (berAC) ditambah dengan luas gedung yang tidak dikondisikan.
- IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (net).

Istilah-istilah tersebut di atas dimaksudkan sebagai alat pembandingan besarnya IKE antara suatu luasan dalam bangunan terhadap luasan lain, dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$IKE = \frac{\text{Energi listrik pertahun (kWh pertahun)}}{\text{Luas seluruh lantai (m}^2\text{)}} \quad (2.1)$$

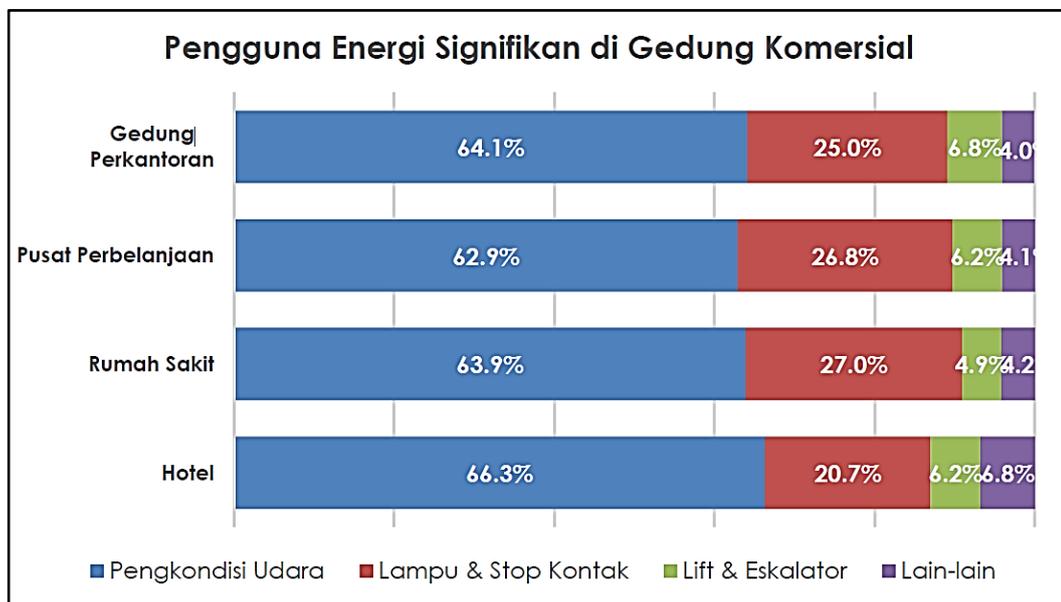
#### 2.4 Pengguna Energi Signifikan

Peralatan yang menggunakan energi pada jenis peruntukan gedung yang berbeda memiliki nilai yang sangat bervariasi. Besaran energi yang bervariasi disebabkan oleh kapasitas daya peralatan dan operasional peralatan pada masing – masing gedung yang berbeda. Penerapan kegiatan manajemen energi,

membedakan jenis peralatan pengguna energi berdasarkan fungsi dan diurutkan penggunaan energinya dengan menempatkan peralatan yang menggunakan energi paling besar menempati urutan yang pertama. Hal ini dinamakan *Significant Energy Use* (SEU) atau peralatan pengguna energi signifikan. Kategori pengguna energi signifikan pada bangunan gedung, diantaranya :

1. Peralatan pengkondisi Udara
2. Lampu dan stop kontak (peralatan listrik kantor)
3. Lift dan eskalator
4. Lain-lain

Hasil studi *Benchmarking Specific Energy Consumption* yang dilakukan pada bangunan komersial di 7 (tujuh) kota terbesar di Indonesia, antara lain kota Semarang (Balai Besar Teknologi Konversi Energi - BPPT 2020), memberikan informasi perangkat pengkonsumsi energi yang dapat digunakan untuk menghitung persentase konsumsi energi dari tiap kategori seperti pada grafik sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Grafik Pengguna Energi Signifikan di Gedung Komersial

Gambar 2. 3 menunjukkan bahwa peralatan pengkondisi udara sudah merupakan suatu kebutuhan hidup yang pokok di hampir semua lapisan masyarakat pada sektor gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, rumah sakit dan

hotel menunjukkan bahwa besarnya energi listrik yang terpakai untuk peralatan pengkondisi udara sebesar 60% s/d 70% dari kapasitas energi listrik yang terpasang (Tiyono 2017).

## **2.5 Konsep Green Building**

Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan atau acuan dari *Green Building Council* Indonesia (GBC Indonesia) (GBCI 2013) dan Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019 tentang Bangunan Hijau (Peraturan Walikota Semarang 2019). *Green Building Council* Indonesia (GBC Indonesia) adalah organisasi non pemerintah dan nirlaba yang didirikan pada tahun 2009, diciptakan melalui sinergi para pemangku kepentingan seperti profesional konstruksi, industri konstruksi dan real estate, pemerintah, lembaga pendidikan dan penelitian, asosiasi profesional dan masyarakat peduli lingkungan yang menyelenggarakan kegiatan budaya untuk menerapkan prinsip pembangunan hijau, ekologis, keberlanjutan, sustainability dalam perancangan, pelaksanaan dan pemanfaatan bangunan dan lingkungannya di Indonesia. GBC Indonesia merupakan anggota dari *World Green Building Council* (WGBC) yang berpusat di Toronto, Kanada dimana anggotanya terdiri dari masing – masing 1 (satu) GBC tiap negara.

GBC Indonesia mempunyai *tools* untuk standar penilaian bangunan hijau. Sistem Rating *GreenShip* dikembangkan dan disusun untuk menentukan apakah suatu bangunan dianggap layak atau tidak untuk mendapatkan sertifikat bangunan hijau. *GreenShip*, seperti ulasan di negara lain selalu memperhatikan kepentingan lokal dan memiliki ciri khas Indonesia. Program sertifikasi dilaksanakan oleh Komisi Rating Lembaga Bangunan Hijau Indonesia secara kredibel, bertanggung jawab dan jujur.

Ringkasan kriteria dari aspek penilaian berdasarkan *greenShip* adalah sebagai berikut :

### **1. Appropriate Site Development**

Penggunaan properti dengan cara yang sesuai dan memberikan rasa aman dan nyaman, sehingga memudahkan penghuni bangunan dan masyarakat sekitar.

### **2. Energy Efficiency And Conservation**

Menghemat energi dengan memanfaatkan energi alami melalui teknologi pencahayaan, sistem termal, dan energi baru terbarukan.

3. Water Conservation

Penerapan konservasi air dengan mengatur penghematan air, pemakaian perangkat air, dan penggunaan sumber air alternatif.

4. Material Resources And Cycle

Pengaturan pemakaian material dan/atau peralatan dalam suatu konstruksi.

5. Indoor Air Health And Comfort

Penerapan kualitas udara di dalam ruangan dalam hubungannya dengan kualitas udara itu sendiri, pencahayaan dan tingkat kebisingan dalam ruangan

6. Building And Environment Management

Sistem manajemen lingkungan dan bangunan dengan merencanakan operasional gedung yang ramah lingkungan mulai tahap perancangan.

Dalam penelitian ini, aspek penilaian berdasarkan greenship yang digunakan adalah dari sisi efisiensi dan konservasi energi, dengan tolok ukur sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Tolok Ukur Efisiensi dan Konservasi Energi menurut GBC Indonesia kategori New Building

Efisiensi dan Konservasi Energi	
EEC P1	Pemasangan Sub-meter
	Tujuan
	Memantau penggunaan energi sehingga dapat menjadi dasar penerapan manajemen energi yang lebih baik.
	Tolok Ukur
	Memasang kWh meter untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan, yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem tata udara</li> <li>• Sistem tata cahaya dan kotak kontak</li> <li>• Sistem beban lainnya</li> </ul>
EEC P2	Perhitungan OTTV
	Tujuan
	Mendorong sosialisasi arti selubung bangunan gedung yang baik

		untuk penghematan energi.
	Tolok ukur	
		Menghitung dengan cara perhitungan OTTV berdasarkan SNI 03-6389-2011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung
EEC 1	Efisiensi dan Konservasi Energi	
	Tujuan	Mendorong penghematan konsumsi energi melalui langkah – langkah efisiensi energi
	Tolok Ukur	
	1A	Menggunakan Energy modelling software untuk menghitung konsumsi energi di gedung baseline dan gedung designed. Selisih konsumsi energi dari gedung baseline dan designed merupakan penghematan. Untuk setiap penghematan sebesar 2,5%, yang dimulai dari penurunan energi sebesar 10% dari gedung baseline, mendapat nilai 1 nilai (wajib untuk platinum).
		atau
	1B	Menggunakan perhitungan worksheet, setiap penghematan 2% dari selisih antara gedung designed dan baseline mendapat nilai 1 nilai. Penghematan mulai dihitung dari penurunan energi sebesar 10% dari gedung baseline. Worksheet yang dimaksud disediakan oleh atau GBCI
		atau
	1C	Menggunakan perhitungan per komponen secara terpisah yaitu :
		1C-1 OTTV
		Nilai OTTV sesuai dengan SNI 03-6389-2011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung
		Apabila tolok ukur 1 dipenuhi, penurunan per 2.5% mendapat nilai 1 sampai maksimal 2 nilai
		1C-2 Pencahayaan Buatan
		Menggunakan lampu dengan daya pencahayaan lebih hemat sebesar 15% daripada pencahayaan yang tercantum dalam SNI 03 6197-2011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan
		Menggunakan 100% ballast frekuensi tinggi (elektronik) untuk ruang kerja.

		Zonasi pencahayaan untuk seluruh ruang kerja yang dikaitkan dengan sensor gerak (motion sensor).
		Penempatan tombol lampu dalam jarak pencapaian tangan pada saat buka pintu.
		1C-3 Transportasi Vertikal
		Lift menggunakan traffic management system yang sudah lulus traffic analysis atau menggunakan regenerative drive system.
		atau
		Menggunakan fitur hemat energi pada lift, menggunakan sensor gerak, atau sleep mode pada eskalator.
		1C-4 Sistem Pengkondisian Udara
		Menggunakan peralatan AC dengan COP minimum 10% lebih besar dari SNI 03-6390-2011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara Bangunan Gedung
EEC 2	Pencahayaan Alami	
	Tujuan	Mendorong penggunaan pencahayaan alami yang optimal untuk mengurangi konsumsi energi dan mendukung desain bangunan yang memungkinkan pencahayaan alami semaksimal mungkin.
	Tolok Ukur	
	1	Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan software. <i>Khusus untuk pusat perbelanjaan, minimal 20% luas lantai nonservice mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux</i>
	2	Jika butir satu dipenuhi lalu ditambah dengan adanya lux sensor untuk otomatisasi pencahayaan buatan apabila intensitas cahaya alami kurang dari 300 lux, didapatkan tambahan 2 nilai
EEC3	Ventilasi	
	Tujuan	Mendorong penggunaan ventilasi yang efisien di area publik (non nett lettable area) untuk mengurangi konsumsi energi.
	Tolok Ukur	Tidak mengkondisikan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga,

		koridor, dan lobi lift, serta melengkapi ruangan tersebut dengan ventilasi alami ataupun mekanik.
EEC 4	Pengaruh Perubahan Iklim	
	Tujuan	Memberikan pemahaman bahwa pola konsumsi energi yang berlebihan akan berpengaruh terhadap perubahan iklim.
	Tolok Ukur	
	1	Menyerahkan perhitungan pengurangan emisi CO <sub>2</sub> yang didapatkan dari selisih kebutuhan energi antara gedung designed dan gedung baseline dengan menggunakan grid emission factor yang telah ditetapkan dalam Keputusan DNA pada B/277/Dep.III/LH/01/2009
Eec 5	Energi Terbarukan dalam Tapak	
	Tujuan	Mendorong penggunaan sumber energi baru dan terbarukan yang bersumber dari dalam lokasi tapak bangunan.
	Tolok Ukur	
		Menggunakan sumber energi baru dan terbarukan. Setiap 0,5% daya listrik yang dibutuhkan gedung yang dapat dipenuhi oleh sumber energi terbarukan mendapatkan 1 nilai (sampai maksimal 5 nilai).

Tabel 2. 4 Tolok Ukur Efisiensi dan Konservasi Energi menurut GBC Indonesia kategori Existing Building

Efisiensi dan Konservasi Energi	
EEC P1	Policy and Energy Management Plan
	Adanya surat pernyataan yang memuat komitmen dan manajemen puncak yang mencakup adanya prosedur (SOP) yang mencakup tentang monitoring, target penghematan dan action plan berjangka waktu tertentu oleh tim energi
	Adanya kampanye dalam rangka mendorong penghematan energi dengan minimal pemasangan kampanye tertulis secara permanen di setiap lantai, antara lain berupa stiker, poster, email
	Resertifikasi (dari NB ke Eb dan dari EB ke EB) :
	Disertai dengan dokumen hasil pelaksanaan komitmen kebijakan manajemen energi oleh manajemen puncak.
EEC P2	Minimum Building Energy Performance
	Memperlihatkan IKE listrik selama 6 bulan terakhir sampai lebih kecil dari IKE listrik standar acuan yang ditentukan oleh GBC Indonesia (Perkantoran

	250kWh/m2.tahun, Mall 450 kWh/m2.tahun dan Hotel atau Apartemen 350 kWh/m2.tahun).
	Atau
	Memperlihatkan adanya penghematan energi 5% atau lebih, antara konsumsi energi rata – rata 1 tahun terakhir dengan konsumsi energi rata – rata 1 tahun sebelumnya. Lingkup : Resertifikasi (dari NB ke EB dan dari EB ke EB) : Diperlukan laporan setiap 12 bulan dalam 3 tahun terakhir berdasarkan laporan tahunan.
EEC 1	Optimized Efficiency Building Energy Performance
1A	Apabila IKE listrik gedung diatas IKE listrik standar acuan dan lebih kecil sama dengan 120% IKE listrik gedung dalam 6 bulan terakhir maka setiap 5% penurunan akan mendapat 1 poin tambahan sampai maksimal 8 poin
1B	Apabila IKE listrik gedung menunjukkan nilai di bawah IKE listrik standar acuan dalam 6 bulan terakhir, maka setiap 3% penurunan akan mendapat 1 poin tambahan sampai maksimal 16 poin *akti 6 bulan terakhir mendapat 1 poin dengan maksimal 3 poin.*
	Atau
2	Apabila IKE listrik gedung lebih dari 120% IKE listrik standar acuan, maka setiap penurunan 10% dalam kurun waktu 6 bulan terakhir mendapat 1 poin dengan maksimal 3 poin.*
EEC 2	Testing Recommisioning or Retrocommisioning
	Keterangan : Menjadi tidak berlaku untuk sistem pendingin udara VRV
1A	Pernah melakukan komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada peralatan utama MVAC (Mechanical Ventilation and Air Conditioning), (misalnya: chiller) dalam kurun waktu 1 tahun sebelumnya.
	Atau
1B	Adanya komisioning berkelanjutan secara berkala dalam waktu maksimal 3 tahun
2	Bila poin di atas terpenuhi maka ada tambahan poin untuk testing, komisioning ulang atau retrokomisioning dengan sasaran peningkatan kinerja (KW/TR) pada Sistem MVAC (AHU, pompa, cooling tower) secara keseluruhan.
EEC3	System Energy Performance
	EEC 3-1 Lighting Control

1	Melakukan penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan, lebih hemat 20% dari daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 03 6197:2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*
	Lingkup : Tolok ukur ini hanya bisa diperoleh bila memenuhi IHC Visual Comfort
2A	Menggunakan minimum 50% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan/atau LED pada ruang kerja umum.
	Atau
	Menggunakan minimum 80% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan/atau LED pada ruang kerja umum
	EEC 3-2 Mechanical Ventilation Air Conditioning (MVAC)
	Melakukan efisiensi peralatan yang memakai sistem AC yang dioperasikan dengan listrik, maka efisiensi minimumnya menurut GBC INDONESIA beserta usaha penghematannya.
	*untuk setiap usaha penghematan dengan perbaikan efisiensi sebesar masing – masing angka “usaha penghematan” yang ditentukan akan mendapatkan 2 poin dengan maksimal sebesar 10 poin.
	Catatan : pembuktian dilakukan dengan Site Performance Test yang aktual
EEC 4	Energy Monitoring & Control
1A	Penyediaan kWh meter yang meliputi : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem tata udara</li> <li>• Sistem tata cahaya dan kotak kontak</li> <li>• Sistem beban lainnya</li> <li>• Ruang yang tidak dikecualikan atau dikondisikan</li> </ul>
1B	Adanya pencatatan rutin bulanan hasil pantau dari koleksi data pada kWh meter. Pencatatan dilakukan selama minimum 6 bulan terakhir.
1C	Mengapresiasi penggunaan energi dalam bentuk Display Energy yang ditempatkan di area publik
	Lingkup : Display energi yang ditempatkan di area publik dengan menampilkan informasi yang mudah dipahami publik mengenai perbandingan konsumsi energi setiap bulan pada tahun yang sedang berlangsung secara year to date dibandingkan dengan konsumsi energi total pada bulan di tahun sebelumnya
	Atau
2A	Menerapkan Menerapkan dukungan teknologi teknologi untuk memonitoring memonitoring dan mengontrol mengontrol peralatan peralatan

	gedung melalui teknologi EMS (Energy Management System).
	Atau
2B	Melakukan Audit energi eksternal (level 2) minimal sekali dalam 1 tahun terakhir.
EEC 5	Operation and Maintenance
1	Panduan pengoperasian dan pemeliharaan seluruh sistem AC (chiller, Air Handling Unit, cooling tower).
2	Jika butir 1 sudah terpenuhi, maka ditambah dengan adanya Panduan pengoperasian dan pemeliharaan secara berkala seluruh sistem peralatan lainnya (sistem transportasi dalam gedung, sistem distribusi air bersih dan kotor (pompa) dan pembangkit listrik cadangan.
3	Adanya laporan bulanan selama minimum 6 bulan terakhir untuk kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan sistem gedung secara tertib sesuai dengan format yang tercantum dalam panduan pengoperasian dan pemeliharaan.
	Lingkup SPO yang dimaksud pada kriteria ini bukan SPO dari manufaktur, melainkan SPO dari manajemen gedung pengaju proses sertifikasi. Pihak manajemen gedung harus membuat SPO sendiri.
EEC 6	On Site Renewable Energy
1	Jika 0,25% dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan
2	Jika 0,5% dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan
3	Jika 1,0% dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan
4	Jika 1,5% dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan
5	Jika 2,0% dari maksimum power demand dihasilkan oleh energi terbarukan
EEC 7	Less Energy Emission
1	0,25% penurunan CO2 dari original emission
	Atau
2	0,5% penurunan CO2 dari original emission
	Atau
3	1,0% penurunan CO2 dari original emission
	Lingkup :
	Original emission adalah pemakaian listrik dari PLN. Pengurangan biaya didapatkan bila menggunakan sumber energi lain yang lebih rendah emisinya.
	Contoh sumber energi lain : gas, air terjun, tenaga matahari dan lain - lain

Walikota Semarang pada Tahun 2019 mengeluarkan Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019 tentang Bangunan Hijau, untuk mewujudkan penyelenggaraan bangunan gedung yang memenuhi syarat berdasarkan daya

dukung lingkungan Kota Semarang dalam hal keberlanjutan operasional gedung yang menggunakan sumber daya yang efisien dan terukur. Salah satu tolok ukur yang ada pada Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019 tentang Bangunan Hijau yang dapat digunakan sebagai standar acuan adalah tentang Tabel nilai paling rendah *Coefficient Of Performance* (COP) mesin pengkondisian udara sebagai berikut :

Tabel 2. 5 Tabel Nilai Paling Rendah Coefficient Of Performance (COP) Mesin Pengkondisian Udara

Tipe Bangunan	Luas Bangunan (m <sup>2</sup> )		
	< 2.500	2.500 – 5.000	> 5.000
Kantor	3,7	3,7	3,7
Komersial	3,7	3,7	3,7
Apartemen	3,0	3,0	3,0
Rumah Sakit	3,7	3,7	3,7
Bangunan Pendidikan	3,0	3,0	3,0
Hotel	3,7	3,7	3,7

\*COP paling rendah diukur dari full load capacity

## 2.6 Sistem Tata Udara

Ada dua faktor utama dalam penghematan energi sistem tata udara (Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2011), yang pertama adalah kondisi kenyamanan termal pada sebuah ruangan bagi penghuni ruangan yang beraktivitas pada ruangan tersebut. Kondisi kedua adalah desain perancangan ruangan yang mempertimbangkan kondisi udara luar. Standar ini berisi kondisi kenyamanan yang ditentukan untuk bangunan di wilayah dataran rendah (pantai) dengan suhu udara maksimum rata-rata sekitar 34°C DB dan 28°C WB (atau suhu rata-rata bulanan sekitar 28 °C) adalah sebagai berikut :

- a. Ruang kerja, temperatur bola kering (DB) berkisar antar 24 °C sampai 27 °C atau 25,5 °C ± 1,5 dengan kelembaban relatif 60% ± 5%
- b. Ruang transit (lobi, koridor) temperatur bola kering (DB) berkisar antar 27 °C sampai 30 °C atau 28,5 °C ± 1,5 dengan kelembaban relatif 60% ± 10%.

COP (*Coefficient of Performance*/Koefisien Kinerja) adalah tingkat efisiensi AC dalam menggunakan energi yang berfungsi sebagai indikator kinerja AC. Semakin tinggi nilai COP, maka efisiensi energi lebih besar dengan konsumsi daya yang rendah. Tingkat efisien pada AC ruangan diukur dengan *Energy Efficiency Ratio* atau EER. *Energy Efficiency Ratio* (EER) adalah rasio kapasitas pendinginan terhadap daya. Kapasitas pendinginan diukur menggunakan satuan Btu/h (*British thermal units per hour*) sedangkan daya diukur dalam watt. Berdasarkan SNI 6390: 2020 tentang konservasi tata udara pada bangunan gedung, standar nilai COP yang diijinkan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 6 Efisiensi minimum dan peralatan tata udara yang dioperasikan dengan listrik

Tipe mesin refrigerasi	Kinerja	
	COP minimum (W/W)	KW/TR maksimum
Single split $\leq$ 27.000 Btu/h	4.2	0.84
Single Split $>$ 27.000 Btu/h $\leq$ 65.000 Btu/h	4	0.88
Variable refrigerant Flow	3.81	0.92
Split Duct	2.93	1.2

## 2.7 Sistem Pencahayaan

Pada bangunan gedung kantor, jenis lampu yang sering digunakan adalah lampu TL. Dalam kehidupan sehari – hari kita, ada 2 jenis teknologi TL (Tube Light), yaitu teknologi Fluorescent tube (neon) dan LED (Light Emitting Diodes)

Jenis lampu LED memiliki efektifitas paling baik dibandingkan jenis lampu *flourescent* dan lampu pijar, karena memiliki tingkat pembuangan energi yang paling kecil dengan efisiensi rata-rata 32 % dan menghasilkan Intensitas pencahayaan yang besar dengan rata-rata 30 lux. (Agam, Yushardi, and Prihandono 2015).

Standar minimal untuk tingkat pencahayaan buatan, daya listrik maksimum per meter persegi, dan iluminans dan beban pencahayaan terpasang per meter

persegi pada bangunan perkantoran (Badan Standardisasi Nasional (BSN) 2011) adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 7 Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi, dan temperatur warna yang direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderansi warna	Temperatur warna		
			Warm	Warm white	Cool daylight
Ruang resepsionis	300	1 atau 2	•	•	
Ruang direktur	350	1 atau 2		•	•
Ruang kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang komputer	350	1 atau 2		•	•
Ruang rapat	300	1	•	•	
Ruang gambar	750	1 atau 2		•	•
Gudang arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		•	•
Ruang tangga darurat	150	1 atau 2			•
Ruang parkir	100	3 atau 4			•

Tabel 2. 8 Daya listrik maksimum untuk pencahayaan

Fungsi Ruangan	Daya pencahayaan maksimum (W/m <sup>2</sup> ) (termasuk rugi – rugi ballast)
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
Rang tangga darurat	4
Ruang parkir	4

Tabel 2. 9 Iluminans dan beban pencahayaan terpasang per meter persegi

Nilai iluminans nominal (Lux)	Nilai beban pencahayaan sebagai pedoman	
	Standar (W/m <sup>2</sup> )	Target acuan (W/m <sup>2</sup> )
50	3.2	2.5
100	4.5	3.5
300	10.0	7.5
500	15.0	11.0
750	20.0	16.0
1.000	25.0	21.0

Pada penelitian ini, akan dilaksanakan pengukuran secara langsung pada masing – masing ruang di Gedung A Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah. Hasil pengukuran selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan data yang ada pada Gedung A Sekretariat Daerah Provinsi Jawa Tengah. Tingkat pencahayaan rata-rata  $E_{rata-rata}$  (lux), dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_{ratarata} = \frac{F_{total} \times k_p \times k_d}{A} \quad (2.2)$$

Dimana :

$F_{total}$  : fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

$A$  : luas bidang kerja (m<sup>2</sup>)

$k_p$  : koefisien penggunaan

$k_d$  : koefisien depresiasi (penyusutan)

## 2.8 Sistem Selubung Bangunan

*Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) adalah nilai perpindahan panas untuk setiap area selubung bangunan pada arah tertentu. Besarnya transmisi

radiasi matahari dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang diterima, koefisien peneduh dari kaca dan dari alat peneduh (jika ada). Konduksi panas melalui dinding dan kaca dipengaruhi oleh nilai transmitansi (U) dinding dan kaca, perbedaan suhu udara luar dengan suhu di dalam gedung ( $\Delta T$ ) dan apenyeraan radiasi matahari dari luar gedung. Ketiga input panas ini dirata-ratakan pada seluruh permukaan dari eksterior gedung. Pembatasan nilai OTTV sebagai acuan standar dilakukan dengan pembatasan beban eksternal. Besarnya OTTV dipengaruhi oleh desain sistem selubung bangunan, antara lain: luas, jenis dan tebal dinding, luas dan jenis kaca, dan arah bangunan. Nilai total perpindahan termal pada luas dinding luar bangunan dalam arah tertentu, dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$OTTV_i = \alpha \left( (1 - WWR * U_w) * T_{Dek} \right) + (WWR * U_f * \Delta T) + (WWR * SC * SF) \quad (2.3)$$

dimana :

OTTV = nilai perpindahan termal dinding dengan orientasi tertentu (Watt/m<sup>2</sup>).

$\alpha$  = absorbtansi radiasi matahari.

UW = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (Watt/m<sup>2</sup>.K).

WWR = rasio luas jendela terhadap dinding pada orientasi tertentu.

TDEK = beda temperatur ekuivalen (K).

SC = koefisien peneduh sistem fenestrasi.

SF = faktor radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>).

Uf = transmitansi termal fenestrasi (W/m<sup>2</sup>.K).

$\Delta T$  = selisih temperatur perancangan antara suhu dalam dan luar ruangan

Persamaan yang digunakan untuk menghitung sebagai berikut :

$$OTTV = \frac{(A_{01} \times OTTV_1) + (A_{02} \times OTTV_2) + \dots + (A_{0i} \times OTTV_{0i})}{A_{01} + A_{02} + \dots + A_{0i}} \quad (2.4)$$

Dimana :

A<sub>0i</sub> = luas dinding di dinding luar i (m<sup>2</sup>). Total area ini mencakup semua area dinding dinding tidak tembus cahaya dan luas jendela yang pada dinding ini;

OTTV<sub>i</sub> = nilai perpindahan termal pada dinding i (Watt/m<sup>2</sup>).

Nilai OTTV yang digunakan sebagai acuan standar untuk masuk kriteria *green building* menurut GBC Indonesia (Badan Standardisasi Nasional (BSN))

2011) kurang dari atau sama dengan 35 W/m<sup>2</sup>, sedangkan menurut Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019 tentang Bangunan Hijau, nilai OTTV tidak melebihi nilai 40 W/m<sup>2</sup>. Pada penelitian ini, penghitungan untuk nilai OTTV menggunakan *spreadsheet calculator* OTTV.

Untuk mendapatkan efisiensi penghematan pemakaian listrik yang lebih baik, maka perlu untuk memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan desain gedung, pengoperasian dan pemeliharaan gedung yang memperhatikan masalah konservasi energi (Kartika 2018).

