



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN INDEKS KONSUMSI ENERGI
PADA SEBUAH GEDUNG PERKANTORAN
DI JAKARTA SELATAN**

SKRIPSI

DANIEL ALFONSO

0806329930

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERHITUNGAN INDEKS KONSUMSI ENERGI
PADA SEBUAH GEDUNG PERKANTORAN
DI JAKARTA SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

DANIEL ALFONSO

0806329930

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
KEKHUSUSAN TEKNIK MESIN
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Daniel Alfonso

NPM : 0806329930

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama: Daniel Alfonso

NPM: 0806329930

Program Studi: Teknik Mesin

Judul Skripsi: Perhitungan Indeks Konsumsi Energi Pada Sebuah Gedung
Perkantoran di Jakarta Selatan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Indonesia**

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1: Ir. Rusdy Malin, MME

Pembimbing 2: Dr. Ir. Budihardjo, Dipl-Ing

Penguji 1: Ir. Agung Subagio Dipl. Eng

Penguji 2: Dr.-Ing. Ir. Nasruddin M.Eng

Penguji 3: Dr. Ir. Muhammad Idrus Alhamid

Ditetapkan di: Depok

Tanggal: 28 Juni 2012

Handwritten signatures of the examiners and supervisors, each followed by a dotted line for a name. The signatures are: Rusdy Malin, Budihardjo, Agung Subagio, Nasruddin M.Eng, and Muhammad Idrus Alhamid.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat dan Kasih Karunia-Nya, Saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Rusdi Malin, MME, atas segala waktu dan tenaga dalam memberikan bimbingan.
2. Dr. Ir. Budihardjo Dipl. Ing, atas segala waktu, tenaga dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan.
3. Ir. Rana Yusuf Nasir, atas kesempatan dan bimbingan yang diberikan selama saya berada di perusahaan beliau.
4. Ir. Tri Herna Wati, atas segala bimbingannya yang luar biasa dari awal hingga akhir proses pengerjaan skripsi ini
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya
6. Indra Setiawan, sebagai rekan satu tim yang solid
7. Teman dan sahabat yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yesus Kristus berkenan untuk membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Jakarta, 18 Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Daniel Alfonso

NPM: 0806329930

Program Studi: Teknik Mesin

Departemen: Teknik Mesin

Fakultas: Teknik

Jenis karya: Skripsi/Tesis/Disertasi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Perhitungan Indeks Konsumsi Energi Pada Sebuah Gedung Perkantoran di
Jakarta Selatan**

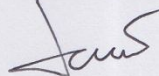
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 9 Juli 2012

Yang menyatakan



(Daniel Alfonso)

ABSTRACT

Name : Daniel Alfonso

Field of Study : Mechanical Engineering

Title : Calculation Energy Efficiency Index at a Office Building in South Jakarta

Fossil-based energy will become a rare item in the next decade. Meanwhile, human population is increasing every year, which means that the energy consumption also increases. As we know, all people definitely need a housing and people do almost 80% of their activities in the building. In order to feel comfort in their activity day to day, people must feel comfort inside the building with the appropriate energy usage. This paper will discuss how we can calculate the energy efficiency index in buildings, especially for new building projects, so we can make another alternative for energy saving and can make a better design for the new building .

Key word : Energy, Building, Green Building, Low Energy, Energy Calculation, Energy Efficiency Index, EEI

ABSTRAK

Nama : Daniel Alfonso

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Perhitungan Indeks Konsumsi Energi Pada Sebuah Gedung
Perkantoran di Jakarta Selatan

Ketersediaan energi yang berbasis fosil akan menjadi barang yang langka pada beberapa puluh tahun kedepan. Sementara itu populasi manusia setiap tahun semakin bertambah, yang artinya pemakaian energi juga ikut bertambah. Seperti yang kita ketahui, semua manusia pasti membutuhkan tempat peneduh, dan hampir 80% aktifitas manusia berada dalam bangunan. Untuk memenuhi aktifitas sehari-hari, maka dibutuhkan kenyamanan pada bangunan dengan penggunaan energi yang tepat guna. Tulisan ini akan membahas bagaimana cara perhitungan indeks konsumsi energi pada bangunan, terutama pada bangunan dalam tahap perancangan, sehingga hasil dari perhitungan indeks konsumsi energi ini dapat menjadi masukan untuk melakukan alternatif penghematan energi maupun dalam melakukan perubahan-perubahan disain.

Kata Kunci : Energi, bangunan, *green building*, hemat energi, Indeks Konsumsi Energi, IKE

DAFTAR ISI

	Hal
Judul.....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iii
Halaman Pengesahan	iv
Kata Pengantar.....	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	vi
Absract	vii
Abstrak.....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Simbol	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 <i>Green Building Council Indonesia</i>	5
2.2 Indeks Konsumsi Energi.....	8
2.2.1 Definisi.....	8
2.2.2 Tujuan	8
2.2.3 Diagram Alur.....	8

2.3 Perhitungan Indeks Konsumsi Energi	9
2.3.1 Definsisi Perhitungan.....	9
2.3.2 Data Bangunan	9
2.3.3 Beban Pendinginan	9
2.3.3.1 Selubung Bangunan	10
2.3.3.2 Penghuni.....	14
2.3.3.3 Suplai Udara Luar	15
2.3.3.4 Pencahayaan	16
2.3.3.5 Beban Lainnya.....	16
2.3.4 Daya Peralatan yang Terpasang	16
2.3.4.1 AHU	17
2.3.4.2 Pompa.....	18
2.3.4.3 <i>Cooling Tower</i>	19
2.3.4.4 <i>Chiller</i>	19
2.3.4.5 Pencahayaan	19
2.3.4.6 Peralatan Lainnya.....	19
2.3.5 Konsumsi Energi pada Bangunan	19
2.3.6 Hasil Akhir	20
BAB 3 INDEKS KONSUMSI ENERGI	
3.1 Deskripsi dan Fasilitas Bangunan.....	21
3.2 Pembagian Ruang Gedung.....	22
3.3 Data dan Parameter Gedung	23
3.3.1 Data Bangunan	23
3.3.2 Beban Pendinginan	26
3.3.2.1 Selubung Bangunan	26
3.3.2.2 Penghuni.....	30
3.3.2.3 Suplai Udara Luar	31
3.3.2.4 Pencahayaan	32
3.3.2.5 Beban Lainnya	34
3.3.3 Daya Peralatan yang Terpasang	35
3.3.3.1 <i>Air Handling Unit / Fan Coil Unit</i>	36

3.3.3.2 Pompa.....	36
3.3.3.3 <i>Cooling Tower</i>	37
3.3.3.4 <i>Chiller</i>	37
3.3.3.5 Pencahayaan	37
3.3.3.6 Peralatan Lainnya.....	39

BAB 4 HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Hasil dan Analisa	41
4.2 Beban Pendinginan.....	43
4.3 Konsumsi Energi Listrik.....	44

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan.....	46
4.2 Saran.....	46
4.2.1 Saran untuk GBCI	46
4.2.2 Saran untuk pemilik gedung XYZ.....	47

BAB 6 DAFTAR PUSTAKA

48

BAB 7 LAMPIRAN

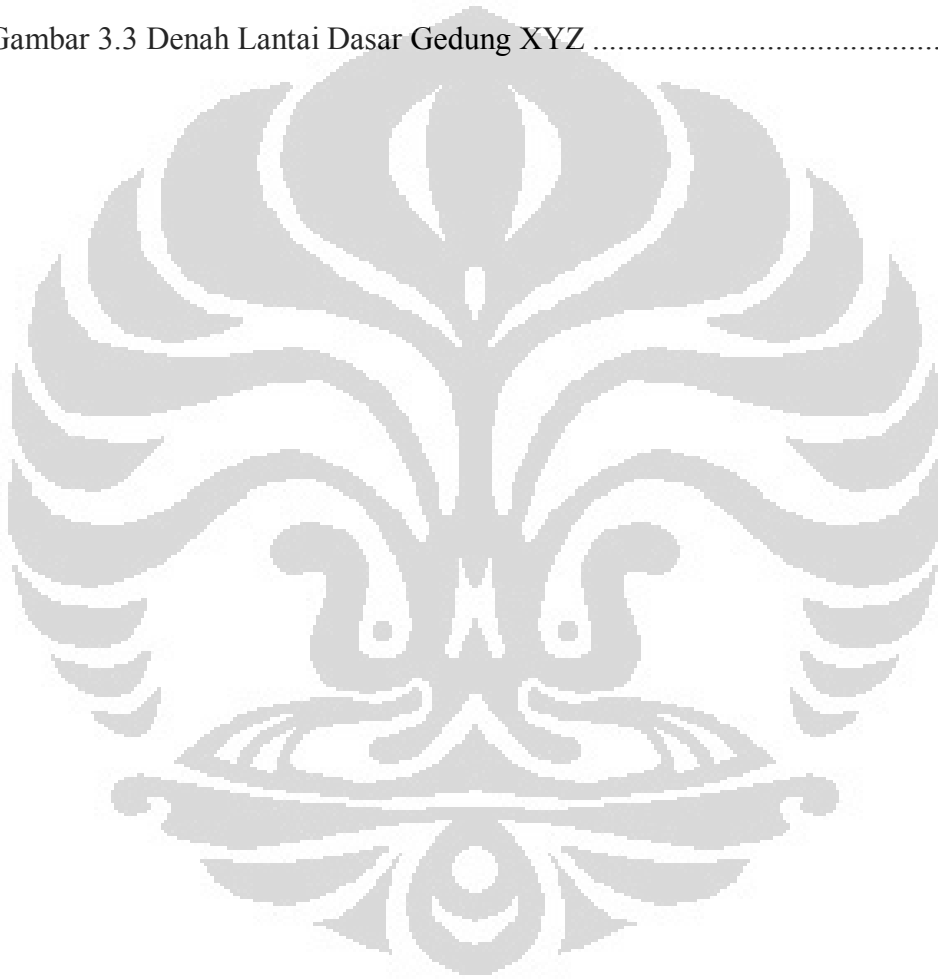
49

DAFTAR SIMBOL

T	= Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
OTTV	= nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m^2).
RTTV	= nilai perpindahan termal atap yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m^2).
A	= Luas (m^2)
ΔT	= Beda Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
U	= Transmittansi Termal ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
Q	= Daya (Watt)
η	= Efisiensi (%)
Cap	= Kapasitas beban pendinginan (TR)

DAFTAR GAMBAR

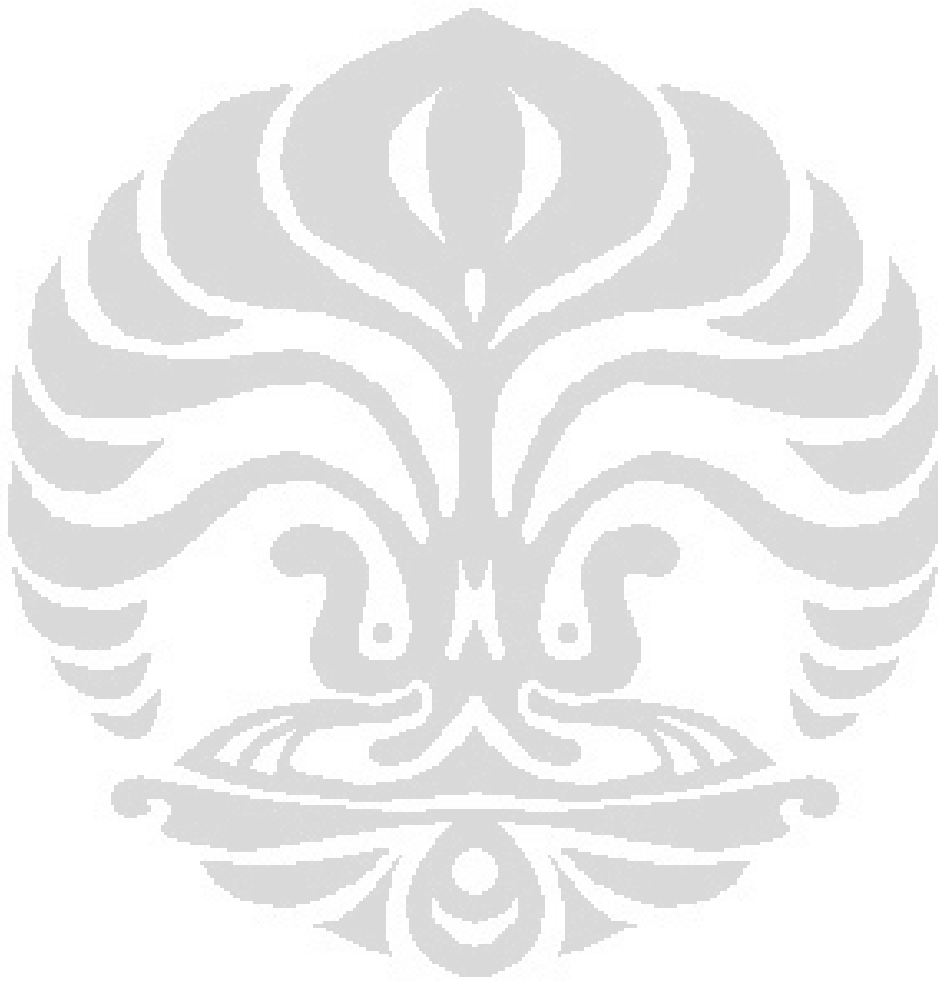
Gambar 2.1 Ilustrasi Beban Pendinginan.....	10
Gambar 3.1 Lokasi Area Gedung XYZ.....	21
Gambar 3.2 Denah Area Gedung XYZ.....	22
Gambar 3.3 Denah Lantai Dasar Gedung XYZ.....	22



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem Rating GBCI.....	6
Tabel 2.2 Pertambahan Kalor dari Penghuni.....	15
Tabel 3.1 Data Bangunan.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Kaca dan Tembok.....	26
Tabel 3.3 Orientasi Bangunan.....	27
Tabel 3.4 Heat Conducting Wall.....	27
Tabel 3.5 Heat Conducting Window.....	27
Tabel 3.6 Solar Heat Gain Window.....	28
Tabel 3.7 U-Roof.....	29
Tabel 3.8 Beban Pendinginan dari Selubung Bangunan.....	30
Tabel 3.9 Beban Pendinginan dari Penghuni.....	31
Tabel 3.10 Beban Pendinginan dari Suplai Udara Luar.....	32
Tabel 3.11 Beban Pendinginan dari Lampu yang Terpasang.....	34
Tabel 3.12 Beban Pendinginan dari Peralatan Pendukung yang Terpasang.....	35
Tabel 3.13 Total Beban Pendinginan.....	35
Tabel 3.14 Air Handling Unit.....	36
Tabel 3.15 Pompa.....	36
Tabel 3.16 Cooling Tower.....	37
Tabel 3.17 Chiller.....	37
Tabel 3.18 Daya untuk Pencahayaan.....	39

Tabel 3.19 Daya untuk Peralatan Lainnya yang Terpasang.....	40
Tabel 3.20 Total Konsumsi Daya pada Gedung XYZ.....	40
Tabel 4.1 Konsumsi Energi pada Gedung XYZ.....	41
Tabel 4.2 Konsumsi Energi dan Cooling Load	41
Tabel 4.3 Pengurangan Emisi Gas CO ₂	42



DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel nilai absorbtansi radiasi matahari
2. Tabel data temperatur
3. Tabel kepadatan penghuni dalam bangunan
4. Tabel nilai k bahan bangunan
5. Tabel nilai TD_{EK}
6. Tabel nilai faktor radiasi matahari untuk berbagai arah orientasi
7. Tabel nilai transmitansi thermal atap
8. Tabel beda temperatur ekuivalen
9. Tabel tingkat pencahayaan minimum untuk bangunan gedung
10. Tabel catu udara segar minimum
11. Tabel daya listrik maksimum untuk pencahayaan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang ini Energi menjadi isu yang sangat besar dibicarakan. Ketersediaan Energi yang berbasis fosil akan menjadi barang yang langka pada beberapa puluh tahun kedepan. Sementara itu populasi manusia yang setiap tahun semakin bertambah, yang artinya pemakaian Energi juga ikut bertambah. Seperti yang kita ketahui, semua manusia pasti membutuhkan tempat peneduh, dan hampir 80% aktifitas manusia berada dalam bangunan. Untuk memenuhi aktifitas sehari-hari, maka dibutuhkan kenyamanan pada bangunan. Kenyamanan ini dapat berupa penurunan temperatur udara bangunan, tingkat pencahayaan yang sesuai dengan aktifitas yang dikerjakan, bahkan sistem transportasi vertikal pada bangunan juga menjadi hal yang wajib bagi bangunan tingkat tinggi. Wajar saja dikatakan bahwa bangunan turut menyumbang 40% gas emisi karbon, dan mengkonsumsi 12% air yang ada di dunia. Untuk mengontrol hal ini, sudah saatnya semua bangunan, baik dalam tahap desain, maupun *existing building* mengarah ke *Green Building*

Green building meliputi hal-hal seperti efisien dalam penggunaan Energi, efisien dalam penggunaan air, manajemen limbah dan minimalisasi limbah, dan kualitas lingkungan di dalam gedung. Dengan menerapkan konsep green building akan memberikan beberapa keuntungan bagi pemilik gedung yaitu biaya operasi dan perawatan gedung yang rendah karena penggunaan Energi dan air yang efisien, kualitas lingkungan di dalam gedung yang lebih baik dan meningkatkan produktifitas pekerja, potensial yang lebih tinggi untuk dihuni, dan dikenal sebagai pihak yang peduli terhadap kelestarian lingkungan. Di Indonesia, *Green Building Council Indonesia* terbentuk pada tahun 2009.

Bangunan sekarang yang ada di Indonesia memiliki konsumsi Energi rata-rata 250 kwh/m².tahun untuk bangunan perkantoran. Apabila dibandingkan dengan negara-negara lain, indeks konsumsi Energi di

Indonesia masih terbelang boros. Sebenarnya pada tahap desain bangunan, konsumsi Energi sudah dapat diprediksi, dan dapat ditentukan langkah-langkah penghematannya. Karena peluang penghematan Energi akan sangat mudah dilakukan apabila bangunan masih dalam tahap desain.

1.2 Perumusan Masalah

Perlu adanya penjelasan tentang perhitungan indeks konsumsi Energi secara umum kepada masyarakat luas, beserta pengertian pada setiap aspek-aspeknya.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung pemakaian Energi pada gedung XYZ
2. Menganalisa Energi pada gedung XYZ, serta langkah-langkah penghematannya.

1.4 Batasan Masalah

Pembahasan mengenai analisis indeks pemakaian Energi dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membahas tentang perhitungan beban pendinginan
2. Membahas tentang perhitungan nilai OTTV dan RTTV (*Overall Thermal Transver Value* dan *Roof Thermal Transver Value*)
3. Membandingkan hasil perhitungan pada desain dan baseline, serta memberikan langkah penghematan Energi.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan melakukan studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisa.

1. Studi literatur

Literatur yang digunakan sebagai acuan dalam tugas akhir ini adalah buku, jurnal, disertasi dan melalui *internet*. Literatur-literatur tersebut menjadi acuan dalam proses dasar pengumpulan data, dalam melakukan analisa, dan perhitungan data.

2. Pengumpulan Data

Langkah yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perhitungan indeks pemakaian Energi, dengan cara membacanya pada gambar teknik dari bangunan.

3. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan hasil dari konsumsi Energi pada bangunan selama satu tahun. Hasil pendataan yang didapat kemudian dianalisa sedemikian rupa sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan.

4. Analisa

Menganalisa hasil pengolahan data, serta memberikan beberapa saran untuk pemilik gedung dan *Green Building Council Indonesia* (GBCI).

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang dibuat pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini disampaikan perkembangan *Green Building Council Indonesia*, teori-teori yang menjelaskan tentang Indeks Konsumsi Energi.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Mendeskripsikan bangunan, data-data dan parameter-parameter yang berhubungan dengan perhitungan indeks konsumsi Energi.

BAB 4 DATA DAN ANALISA

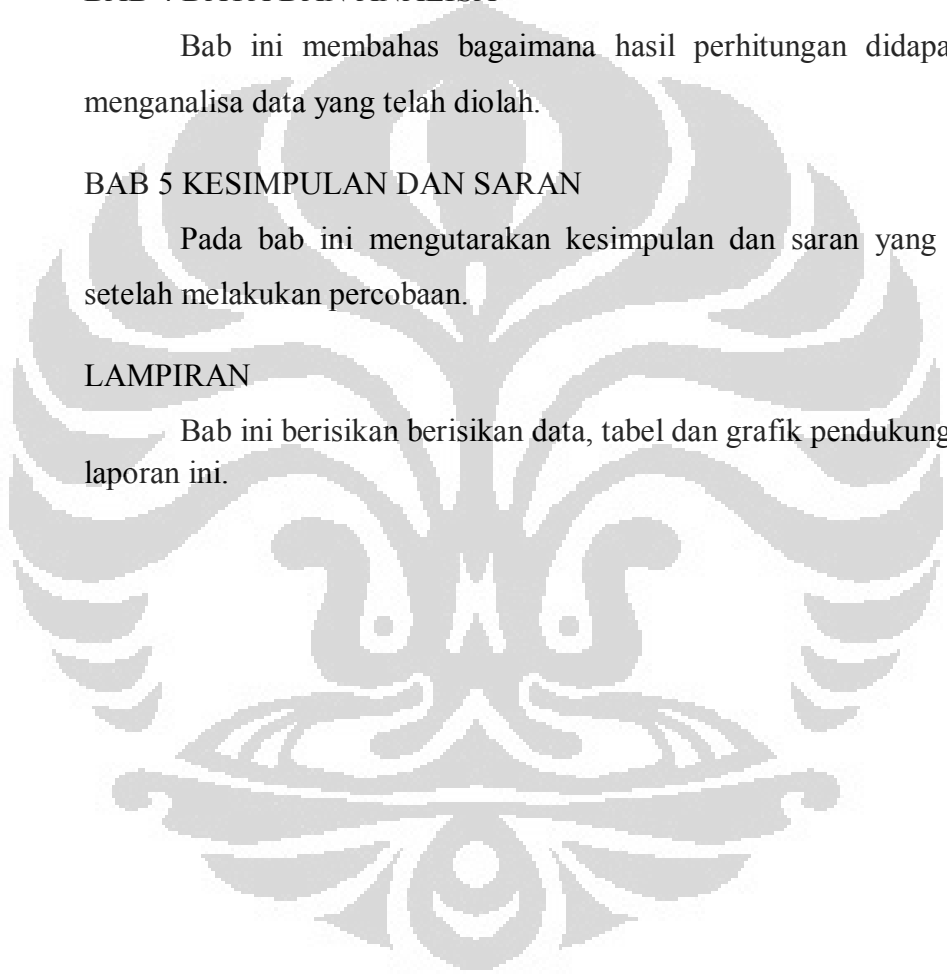
Bab ini membahas bagaimana hasil perhitungan didapat, serta menganalisa data yang telah diolah.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini mengutarakan kesimpulan dan saran yang didapat setelah melakukan percobaan.

LAMPIRAN

Bab ini berisikan berisikan data, tabel dan grafik pendukung dalam laporan ini.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Green Building Council Indonesia (GBCI)*

Lembaga Konsil Bangunan Hijau Indonesia atau *Green Building Council Indonesia (GBCI)* adalah lembaga mandiri dan *non-profit* yang bertujuan untuk mendidik masyarakat dalam mengaplikasikan konsep ramah lingkungan dan memfasilitasi industri bangunan secara global. GBCI merupakan anggota dari *World Green Building Council (WGBC)* yang berpusat di Toronto, Kanada. Hanya ada satu konsil bangunan hijau yang diakui di setiap negara. Di Indonesia, GBCI adalah lembaga yang diakui WGBC.

Konsep bangunan hijau pada dasarnya adalah bangunan yang memerhatikan aspek perlindungan, penghematan, dan pengurangan penggunaan sumber daya alam, serta menjaga mutu bangunan dan kualitas udara di dalam bangunan dari tahap perencanaan, pembangunan, dan pengoperasian. Sebuah bangunan bisa disebut bangunan hijau setelah melalui proses evaluasi dan mendapatkan sertifikasi.

Evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan beberapa komponen penilaian yang disebut dengan *Rating Tool* atau Sistem Rating. Sistem Rating ini berisi butir-butir yang merupakan aspek yang dinilai, dengan setiap butir memiliki nilai tertentu. Sebuah bangunan akan mendapatkan nilai apabila bangunan tersebut berhasil memenuhi butir yang dimaksud. Total nilai yang didapatkan oleh bangunan tersebut akan menentukan tingkatan bangunan ini.

Sistem Rating ini disusun oleh *Green Building Council* yang berada di setiap negara karena negara yang berbeda pasti memiliki kriteria yang berbeda disesuaikan pada kondisi negara masing-masing. Sebagai contoh di Singapura tidak ada butir yang menyatakan harus menggunakan material yang dibuat di jarak tertentu dari bangunan karena Singapura negara yang tidak luas dan kebanyakan material bangunan dibeli dari

negara lain. Berbeda dengan Indonesia yang memiliki butir tersebut dalam poin penilaian. Begitu pula dengan negara-negara lain seperti Amerika Serikat dengan LEED, Malaysia dengan Green Building Indeks, Australia dengan GreenStar, dan lainnya.

Saat ini, GBCI sudah memiliki Sistem Rating yang disebut GREENSHIP. Sistem ini disusun bersama dengan melibatkan profesional, pemerintah, industri, akademisi, dan organisasi terkait lainnya di Indonesia. Berikut adalah daftar penilaian GREENSHIP beserta masing-masing kriteria yang diukur dalam Sistem Rating:

Tabel 2.1 Sistem Rating GBCI

GREENSHIP NB Versi 1.1		Design Recognition	Final Assessment
Kode	Kriteria	Nilai Max	Nilai Max
Appropriate Site Development		22%	17%
ASD P1	Basic Green Area		
ASD 1	Site Selection	2	2
ASD 2	Community Accessibility	2	2
ASD 3	Public Transportation	2	2
ASD 4	Bicycle	2	2
ASD 5	Site Landscaping	3	3
ASD 6	Micro Climate	3	3
ASD 7	Storm Water Management	3	3
		17	17
Energy Efficiency and Conservation		34%	26%
EEC P1	Electrical Sub Metering		
EEC P2	OTTV Calculation		
EEC 1	Energy Efficiency Measure	20	20
EEC 2	Natural Lighting	4	4
EEC 3	Ventilation	1	1
EEC 4	Climate Change Impact	1	1
EEC 5	On Site Renewable Energy (Bonus)	5B	5B
		26	26

Water Conservation		27%	21%
WAC P1	Water Metering		
WAC P2	Water Calculation		
WAC 1	Water Use Reduction	8	8
WAC 2	Water Fixtures	3	3
WAC 3	Water Recycling	3	3
WAC 4	Alternative Water Resource	2	2
WAC 5	Rainwater Harvesting	3	3
WAC 6	Water Efficiency Landscaping	2	2
		21	21
Material Resource and Cycle		3%	14%
MRC P1	Fundamental Refrigerant		
MRC 1	Building and Material Reus		2
MRC 2	Environmentally Friendly Processed Product		3
MRC 3	Non-ODS Usage	2	2
MRC 4	Certified Wood		2
MRC 5	Prefab Material		3
MRC 6	Regional Material		2
		2	14
Indoor Health and Comfort		6%	10%
IHC P1	Outdoor Air Introduction		
IHC 1	CO2 Monitoring	1	1
IHC 2	Environmental Tobacco Smoke Control	2	2
IHC 3	Chemical Pollutants		3
IHC 4	Outside View	1	1
IHC 5	Visual Comfort		1
IHC 6	Thermal Comfort	1	1
IHC 7	Acoustic Level		1
		5	10
Building Environmental Management		8%	13%
BEM P1	Basic Waste Management		
BEM 1	GP as a Member of The Project Team	1	1
BEM 2	Pollution of Construction Activity		2

BEM 3	Advance Waste management	2	2
BEM 4	Proper Commissioning	3	3
BEM 5	Submission of GB Implementation Data for Database		2
BEM 6	Fit Out Agreement		1
BEM 7	Occupant Survey		2
		6	13
	TOTAL	77	101

2.2 Indeks Konsumsi Energi (IKE)

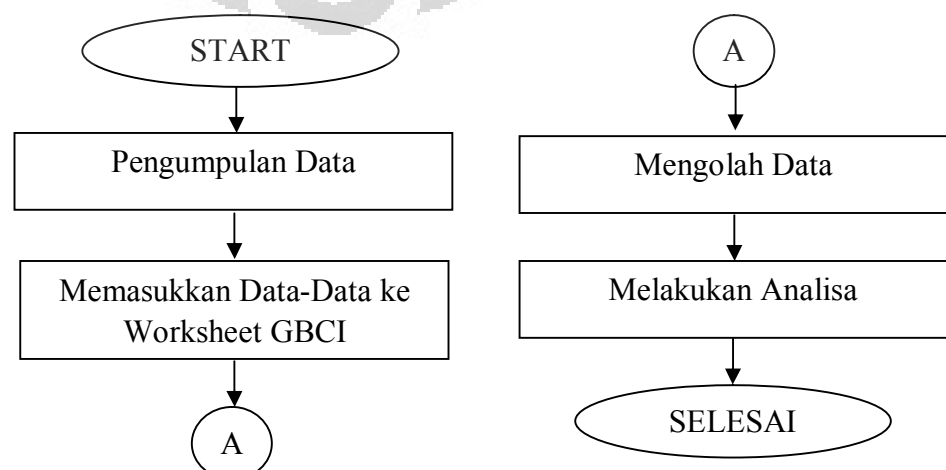
2.2.1 Definisi

Indeks konsumsi energi adalah konsumsi pemakaian energi pada suatu bangunan. Hasil dari Indeks tersebut berupa jumlah energi yang digunakan selama satu tahun dari setiap 1 m² luasan gedung (kwh/m²/tahun). Maksudnya adalah untuk memberikan gambaran tentang profil pemakaian energi secara rinci dari setiap peralatan yang terpasang pada saat bangunan tersebut masih dalam tahap desain.

2.2.2 Tujuan

Tujuan dari Indeks konsumsi energi adalah untuk mengetahui besarnya penggunaan energi dari setiap peralatan yang terpasang, dan membandingkannya dengan *baseline* pada standar SNI dan/atau GBCI.

2.2.3 Diagram Alur



2.3 Perhitungan Indeks Konsumsi Energi

2.3.1 Definisi Perhitungan

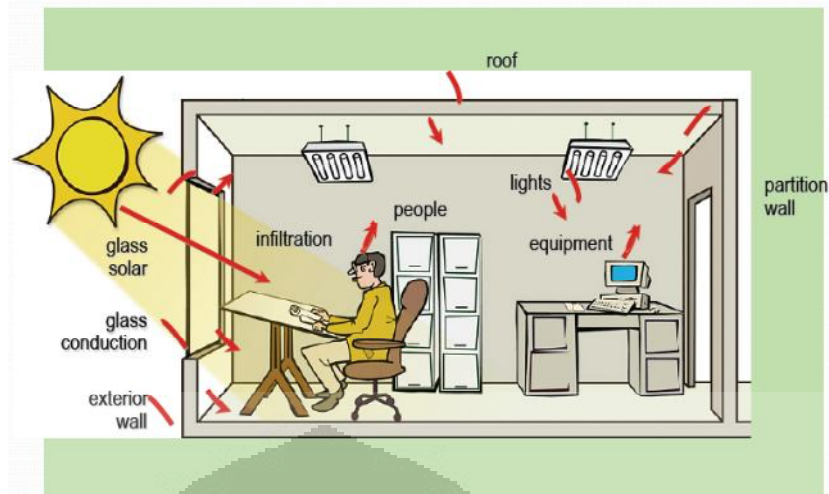
Proses perhitungan indeks konsumsi energi dimulai dengan mengumpulkan data bangunan yang akan diukur indeks konsumsi energinya. Proses berikutnya adalah menentukan beban pendingin, menentukan daya pada peralatan-peralatan yang terpasang, mengakumulasi energi yang telah dihitung sebelumnya, sehingga hasil akhir dari Indeks pemakaian energi merupakan dalam satuan $\text{kwh/m}^2/\text{tahun}$.

2.3.2 Data Bangunan

Data bangunan merupakan hal yang paling utama dan wajib diketahui dalam menentukan indeks pemakaian energi. Data yang paling utama adalah gambar denah gedung dari setiap lantai, cuaca untuk daerah sekitar, dan spesifikasi bangunan, apakah itu bangunan untuk perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, dll. Sedangkan untuk menentukan temperatur udara ruangan dapat mengacu kepada standar GBCI, atau SNI 03-6390-2000.

2.3.3 Beban pendinginan

Beban pendinginan pada suatu bangunan merupakan pemakai energi yang terbesar dari total energi yang dikonsumsi pada suatu bangunan. Beban pendinginan juga dirancang agar penghuni bangunan merasa nyaman, dan energi yang digunakan untuk beban pendinginan seefisien mungkin



Gambar 2.1 Ilustrasi Beban Pendinginan

Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung yang dikondisikan terdiri dari beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban external yaitu panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi melalui selubung bangunan. Setiap beban tersebut mempunyai kalor sensible dan kalor laten yang berbeda-beda. Faktor yang mempengaruhi besarnya beban pendinginan, diantaranya;

2.3.3.1 Selubung Bangunan

Selubung bangunan adalah elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Selubung bangunan juga merupakan bagian yang mendapatkan langsung cahaya matahari. Selubung bangunan terdiri dari OTTV dan RTTV.

a) OTTV

Overall Thermal Transfer Value adalah suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan. Untuk mengurangi pemakaian energi, Badan Standardisasi Nasional Indonesia menetapkan nilai untuk OTTV tidak boleh melebihi

45 watt/m². OTTV dapat dihitung dengan cara menggabungkan nilai OTTV pada setiap sisi bangunan. Perhitungan OTTV juga dapat menggunakan software, atau dengan cara manual.

b) RTTV

Roof Thermal Transver Value mempunyai makna yang hampir sama dengan OTTV, bedanya adalah RTTV adalah suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk penutup atap, baik penutup atap biasa maupun yang dilengkapi dengan *skylight*

Untuk menghitung besarnya nilai OTTV, dilakukan dengan menghitung nilai OTTV pada setiap sisi bangunan terlebih dahulu. Berikut rumus untuk menghitung OTTV:

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR)) \times TD_{Ek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)] \quad (2.1)$$

Dimana:

OTTV = nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m²).

α = absorbtansi radiasi matahari (mengacu pada tabel).

U_w = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (Watt/m².K).

WWR = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan.

TD_{Ek} = beda temperatur ekuivalen (K) (mengacu pada tabel).

SC = koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

SF = faktor radiasi matahari (W/m²).

U_f = transmitansi termal fenestrasi (W/m².K).

O = beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5°C).

Setelah setiap sisi bangunan dihitung nilai OTTV, nilai tersebut digabungkan menggunakan rumus:

$$OTTV = \frac{(A_{01} \times OTTV_1) + (A_{02} \times OTTV_2) + \dots + (A_{0i} \times OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \dots + A_{0i}} \quad (2.2)$$

Dimana :

A_0 = luas pada bagian dinding terluar (m^2)

$OTTV_n$ = nilai perpindahan termal menyeluruh pada bagian dinding sebagai hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (2.1)

Untuk menghitung nilai RTTV, menggunakan rumus berikut:

$$RTTV = \frac{\alpha \cdot (A_r \times U_r \times TD_{Ek}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_0} \quad (2.3)$$

Dimana:

RTTV = nilai perpindahan termal atap yang memiliki arah atau orientasi tertentu ($Watt/m^2$).

α = absorbtansi radiasi matahari (mengacu pada tabel).

A_r = luas atap yang tidak tembus cahaya (m^2).

A_s = luas *skylight* (m^2).

A_0 = luas total atap = $A_r + A_s$ (m^2).

U_r = transmitansi termal atap tak tembus cahaya ($Watt/m^2.K$).

TD_{Ek} = beda temperatur ekuivalen (K) (mengacu pada tabel).

SC = koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

SF = faktor radiasi matahari (W/m^2).

U_s = transmitansi termal fenestrasi (*skylight*) ($W/m^2.K$).

ΔT = beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5°C).

Apabila penutup atap tidak memiliki *skylight* maka nilai perpindahan termal atap dapat dicari dengan menggunakan penyederhanaan dari rumus 2.3.

$$RTTV = \alpha \cdot (U_r \times TD_{Ek}) \quad (2.4)$$

Apabila digunakan lebih dari satu jenis bahan penutup atap, maka nilai transmitansi termal rata-rata untuk seluruh luasan atap dihitung berdasarkan rumus:

$$U_r = \frac{(A_{r1} \times U_{r1}) + (A_{r2} \times U_{r2}) + \dots + (A_m \times U_m)}{A_{r1} + A_{r2} + \dots + A_m} \quad (2.5)$$

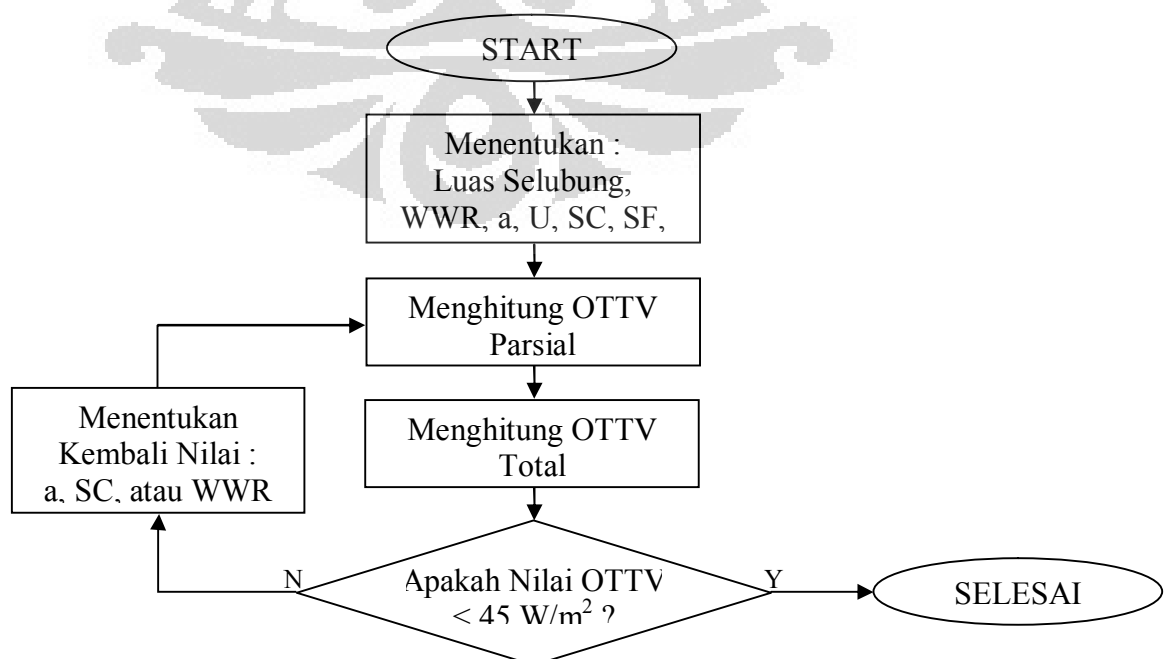
Dimana:

U_r = transmitansi termal rata-rata atap ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$).

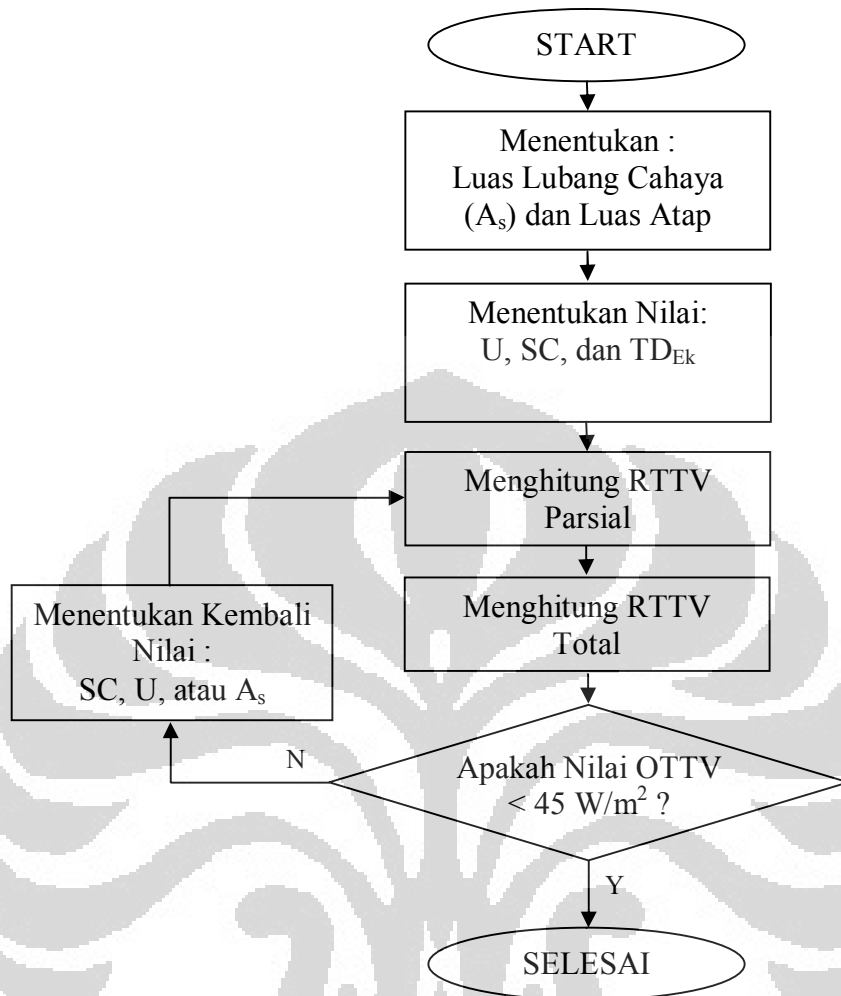
U_{r1}, U_{rm} = transmitansi termal dari berbagai bagian atap yang berbeda ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$).

A_{r1}, A_{rm} = luas dari berbagai jenis atap yang berlainan (m^2).

Berikut diagram alur dalam perhitungan nilai OTTV.



Berikut diagram alur perhitungan nilai RTTV.



2.3.3.2 Penghuni

Beban pendinginan yang berasal dari penghuni dinyatakan dalam beban sensibel dan beban laten. Besarnya beban tersebut berbeda-beda untuk setiap aktivitas yang dikerjakan atau dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tingkat aktivitas	Tipe penggunaan	Kalor total Dewasa, pria		Kalor total yang disesuaikan untuk wanita. ^b		Kalor sensibel		Kalor laten	
		Btu/jam	W	Btu/jam	W	Btu/jam	W	Btu/jam	W
Duduk di gedung pertunjukan	siang hari	390	114	330	97	225	66	105	31
Duduk di gedung pertunjukan.	malam hari	390	114	350	103	245	72	105	31
Duduk, kerja amat ringan	Kantor, hotel, apartemen	450	132	400	117	245	72	155	45
Kerja kantor dengan keaktifan sedang	Kantor, hotel, apartemen.	475	139	450	132	250	73	200	59
Berdiri, kerja ringan, berjalan	Pusat belanja, pertokoan.	550	162	450	132	250	73	200	59
Berjalan; berdiri	Apotik, Bank	550	162	500	146	250	73	250	73
Pekerjaan terus menerus. ^c	Restoran	490	144	550	162	275	81	275	81
Pekerjaan bengkel ringan	Pabrik	800	235	750	220	275	81	475	139
Berdansa	Hal dansa	900	264	850	249	305	89	545	160
Berjalan 3 mph; pekerjaan mesin yang ringan	Pabrik	1000	293	1000	293	375	110	625	183
Bowling. ^d	Bowling alley.	1500	440	1450	425	580	170	870	255
Pekerjaan berat	Pabrik	1500	440	1450	425	580	170	870	255
Pekerjaan mesin yang berat, mengangkat	Pabrik	1600	469	1600	469	635	186	965	283
Atletik	Gimnasium	2000	586	1800	528	710	208	1090	320

Tabel 2.2-Pertambahan Kalor dari Penghuni

2.3.3.3 Suplai Udara Luar

Suplai udara luar adalah banyaknya udara segar, yang berasal dari luar bangunan, yang dialirkan masuk kedalam suatu bangunan. Udara segar sangat penting dibutuhkan agar penghuni merasa nyaman dan meminimalisir dampak *building sick syndrome*. Pada prosesnya udara luar mengandung kalor sensibel dan kalor laten yang harus diserap dahulu oleh AHU/FCU agar temperatur udara segar menjadi sama dengan udara ruangan. Untuk menghitung nilai kalor sensibel dan kalor laten, dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$Q_s = 1.218 \times \text{Flow Rate (Fresh Air)} \times \Delta T \quad (2.5)$$

dan

$$Q_L = 2.998 \times \text{Flow Rate (Fresh Air)} \times \Delta W \quad (2.6)$$

Dimana :

Q_s = Kalor sensibel (W)

Q_L = Kalor laten (W)

Flow Rate = Laju aliran udara segar / udara luar (L/s)

ΔT = Beda temperatur udara luar dan udara dalam ($^{\circ}\text{C}$)

ΔW = Selisih antara *Humidity Ratio* udara luar dengan udara dalam (kg / kg)

Semakin banyak udara segar yang dialirkan masuk kedalam gedung, semakin banyak juga energi yang dibutuhkan AHU/FCU dalam menurunkan temperatur. Maka dari itu, Badan Standardisasi Nasional Indonesia mengeluarkan SNI 03-6572-2001 yang bertujuan untuk menentukan batas minimal yang diperbolehkan untuk mengalirkan udara segar ke bangunan.

2.3.3.4 Pencahayaan

Lampu yang terpasang pada suatu bangunan memiliki fungsi untuk memberikan penerangan agar tingkat penerangan mencapai 350 lux. Selain mengeluarkan cahaya, lampu juga mengeluarkan panas. Panas yang ditimbulkan oleh lampu mempengaruhi beban pendinginan

2.3.3.5 Beban lainnya

Beban lainnya yang dimaksud adalah beban tambahan yang tidak semua gedung memilikinya, atau dapat juga dikatakan sebagai beban tambahan (optional).

2.3.4 Daya Peralatan yang Terpasang

Setiap peralatan yang terpasang pada bangunan memiliki fungsi dan kebutuhan akan daya yang berbeda. Kebutuhan akan daya dinyatakan dalam satuan Watt. Maka dari itu kebutuhan daya

dari peralatan terpasang menjadi suatu inputan dalam penentuan indeks konsumsi energi. Adapun peralatan yang terpasang meliputi:

2.3.4.1 AHU

AHU (*Air Handling Unit*) adalah sistem pendistribusian udara menggunakan air dingin. Pada dasarnya, AHU memiliki prinsip yang sama dengan FCU. Hanya saja ukuran dan kapasitas FCU lebih kecil dan biasanya dibeli dalam satu paket ukuran tertentu. Pada AHU terdapat 3 komponen utama, yaitu Motor AHU, Sudu AHU dan *Coil*. Untuk memperkirakan besarnya daya yang dibutuhkan pada AHU dapat menggunakan rumus :

$$Q_{fan} = \frac{1.61 \times 10^{-4} \times \text{Flow Rate} \times \text{TSP}}{\eta_{fan} \times \eta_{drive} \times \eta_{motor}} \quad (2.7)$$

Dimana:

Q_{fan} = Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan sudu AHU atau daya pada motor AHU(W)

Flow Rate = Laju aliran udara pada AHU (m^3/min)

TSP = *Total Static Pressure* (mm)

η_{fan} = *Efficiency* dari sudu AHU

η_{drive} = *Efficiency* dari drive AHU

η_{motor} = *Efficiency* dari motor AHU

Untuk mengetahui besarnya laju aliran udara pada AHU dapat menggunakan rumus :

$$AFR = \frac{13.55 \times Q_{sroom}}{\Delta T} \quad (2.8)$$

Dimana:

AFR = Laju aliran udara pada AHU (m^3/min)

Q_{sroom} = Kalor sensibel ruangan (kW)

ΔT = Beda temperatur antara udara keluar dan udara masuk ke AHU ($^{\circ}\text{C}$)

2.3.4.2 Pompa

Pompa pada sistem pengkondisian udara yang menggunakan *chilled water system* adalah untuk mendistribusikan air dari *chiller* menuju ke AHU dan *cooling tower*. menurut fungsinya pompa terbagi dalam 2 jenis, yaitu *Chilled Water Pump* (CHWP) dan *Condenser Water Pump* (CWP). CHWP adalah pompa yang bertujuan untuk mendistribusikan air yang telah didinginkan oleh *chiller* menuju ke AHU/FCU, sedangkan CWP adalah pompa yang mendistribusikan air dari kondenser menuju *cooling tower*. Untuk memperkirakan besarnya daya yang dibutuhkan oleh pompa dapat menggunakan rumus :

$$Q_{pump} = \frac{USGPM \times Head}{3960 \times \eta_{pump}} \quad (2.9)$$

Dimana :

Q_{pump} : Daya yang dibutuhkan oleh pompa (W)

USGPM : Laju aliran air di dalam pipa (US GPM)

$Head$: $Head$ dari pompa (feet)

η_{pump} : $Efficiency$ dari pompa

Untuk mengetahui besarnya laju aliran air di dalam pipa dapat menggunakan rumus :

$$USGPM = \frac{Cap \times 24}{\Delta T} \quad \text{untuk CHWP} \quad (2.10)$$

$$USGPM = \frac{Cap \times 30}{\Delta T} \quad \text{untuk CWP} \quad (2.11)$$

Dimana :

USGPM : Laju aliran air di dalam pipa (US GPM)

Cap : Beban pendinginan (TR)

2.3.4.3 *Cooling Tower*

Dalam perencanaan *cooling tower* umumnya selalu lebih besar 25% dari total kebutuhan beban pendinginan. Untuk daya yang dibutuhkan oleh *cooling tower* didapatkan dari spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik *cooling tower* (*Product Catalogue*).

2.3.4.4 *Chiller*

Untuk mengetahui daya yang dibutuhkan oleh *chiller* harus berdasarkan pada spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik *chiller*. Namun apabila belum dapat menentukan *chiller* yang digunakan, dapat diasumsikan bahwa konsumsi energi *centrifugal water cooled chiller* adalah ± 0.550 kW/TR.

2.3.4.5 **Pencahayaan**

Daya yang dibutuhkan untuk lampu yang terpasang pada standar SNI 03-6197-2000 adalah sebesar 15 W/m^2 . Untuk mengetahui besarnya daya pada Gedung XYZ, dilakukan dengan menghitung daya dari semua lampu terpasang kemudian dibagi dengan jumlah luasan gedung.

2.3.4.6 **Peralatan lainnya**

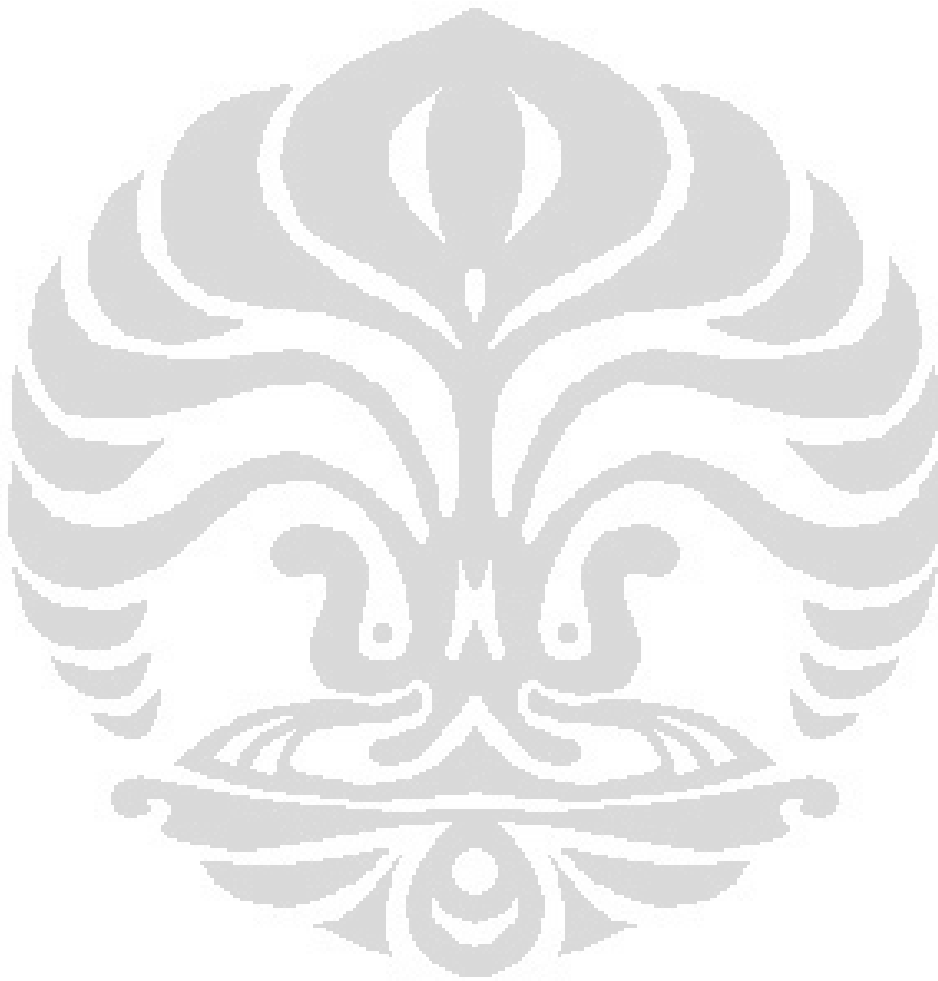
Yang dimaksud dengan peralatan lainnya adalah peralatan terpasang yang belum disebutkan secara rinci seperti diatas. Peralatan terlainnya dapat berupa Lift / tangga berjalan, pompa air bersih / air kotor, lampu pada area basement / tempat parkir mobil, dan sebagainya.

2.3.5 **Konsumsi Energi pada bangunan**

Hasil dari pemakaian energy pada bangunan dapat diketahui setelah semua data pendukung untuk menentukan indeks konsumsi energi diketahui dan telah diformulasikan menggunakan form GBCI. Hasil tersebut berupa pemakaian energi dari setiap luasan gedung, dalam periode selama satu tahun ($\text{kWh/m}^2/\text{tahun}$)

2.3.6 Hasil Akhir

Hasil akhir dari indeks konsumsi energi dapat digunakan untuk melihat potensi penghematan yang dapat dilakukan pada bangunan. Selain itu hasil dari indeks konsumsi energi dapat juga digunakan sebagai acuan untuk merubah/mendesain ulang bangunan untuk mendapatkan indeks konsumsi energi yang diharapkan.



BAB 3

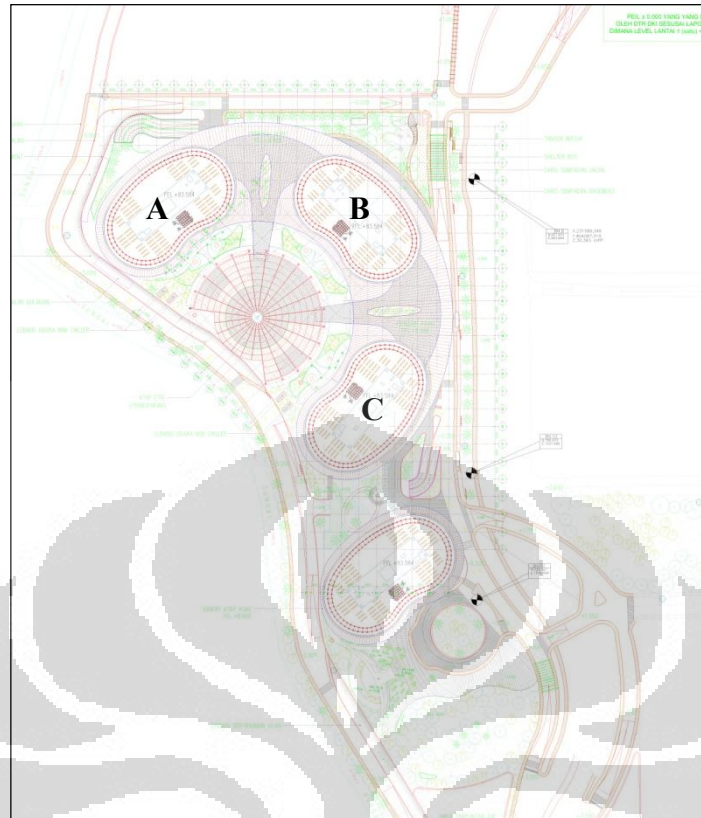
PERHITUNGAN INDEKS KONSUMSI ENERGI

3.1 Deskripsi dan Fasilitas Bangunan

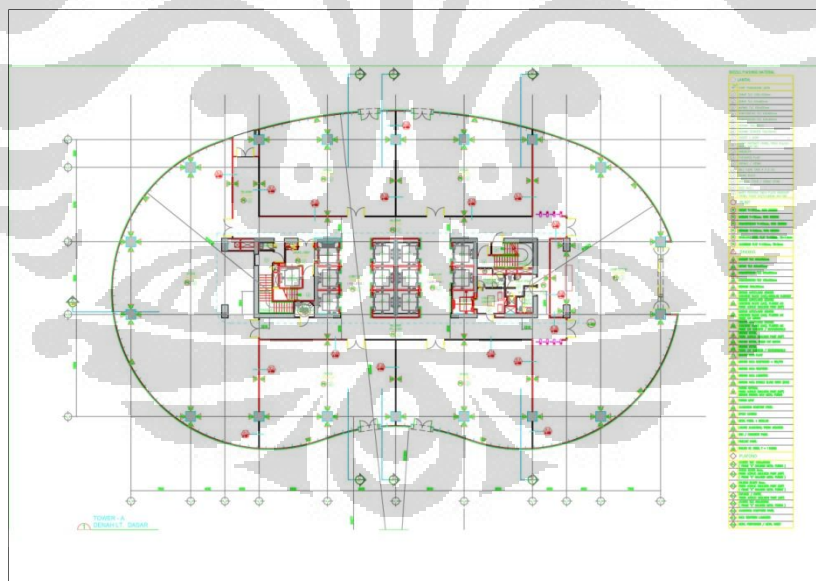
Area gedung XYZ yang masih dalam tahap disain dan akan dihitung konsumsi energinya terdiri dari 3 bangunan identik, masing-masing bangunan memiliki 19 lantai dan 4 lantai basement. Gedung berada di daerah Jakarta Selatan, pada posisi $6^{\circ}17'xx.xx''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}47'xx.xx''$ Bujur Timur. Dari permukaan laut, gedung ini memiliki ketinggian 36 m. Gambar detail mengenai gedung tersebut ada pada beberapa gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi area gedung XYZ dilihat menggunakan Google Earth



Gambar 3.2 Denah area gedung XYZ berdasarkan gambar AutoCAD



Gambar 3.3 Denah lantai dasar gedung XYZ berdasarkan gambar AutoCAD

3.2 Pembagian Ruangan Gedung

Gedung XYZ terdiri atas 19 lantai ke atas dan 4 lantai basement. Tiap lantai terdiri dari beberapa ruangan. Rencananya ke-19 lantai gedung ini akan

digunakan sebagai ruangan perkantoran, dan 4 lantai untuk basement digunakan sebagai area parkir dan area *tenant* / kantin.

3.3. Data dan Parameter Gedung.

Data-data dan parameter gedung XYZ disajikan dalam format form EEI GBCI Versi 1.1 yang berbentuk tabel Microsoft Excell 2007. Berikut parameter – parameter yang harus didefinisikan dalam perhitungan indeks konsumsi energi.

3.3.1 Data Bangunan

Data bangunan yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Outdoor Temp*

Outdoor Temp adalah temperatur udara luar ruangan yang tidak dapat kita atur nilainya. Pengisian temperatur udara luar mengacu kepada data BMKG selama 1 tahun, dan diambil nilai tertingginya. Pada kolom ini, komponen yang harus didefinisikan adalah temperatur bola kering, dan temperatur bola basah (*Dry Bulb* dan *Wet Bulb*).

2. *Indoor Temp*

Indoor Temp adalah temperature udara dalam ruangan yang dikondisikan (mendapat suplai udara sejuk). Pengisian temperatur udara dalam ruangan mengacu kepada disain dari bangunan tersebut. Komponen yang harus didefinisikan adalah temperatur bola kering dan *Relative Humidity* (*Dry Bulb* dan *RH*). Berdasarkan data SNI, temperatur bola kering adalah sebesar 25°C dengan kelembaban sebesar 60%. Sedangkan disain gedung XYZ temperatur bola kering adalah sebesar 24°C dengan kelembaban sebesar 60%.

3. *Roof Area*

Roof Area adalah luas dari bagian atap bangunan, atau luas dari permukaan yang menutupi bangunan tersebut, baik berupa penutup beton, kaca, atau kombinasi beton dengan kaca. Berdasarkan gambar

desain yang dihitung menggunakan *software* AutoCAD, luas dari bagian atap adalah sebesar 2082 m².

4. *Number of Floor*

Number of Floor adalah jumlah lantai dari bangunan. Pengisian jumlah lantai adalah lantai yang berada diatas tanah, tidak termasuk basement. Pada gedung ini, jumlah lantai yang didefinisikan adalah 19 lantai.

5. *Floor to Floor*

Floor to Floor adalah jarak antara lantai satu dengan yang lainnya. Karena jarak antara lantai tersebut tidak sama, maka yang diisikan kedalam kolom ini adalah jarak rata-rata antara lantai, yaitu sebesar 4 meter.

6. *Total Gross Floor Area (Total GFA)*

Total Gross Floor Area atau *Total GFA* adalah luas lantai dari seluruh bangunan yang tertutupi oleh atap, tetapi tidak termasuk lantai basement. Berdasarkan gambar desain yang dihitung menggunakan *software* AutoCAD, luas dari GFA adalah sebesar 46098 m².

7. *Service Area*

Service Area adalah luas dari area yang tidak dikondisikan (tidak mendapatkan suplai udara sejuk). Contoh dari *service area* adalah toilet, *Building Core*, *Lift Shaft*. Umumnya luas dari *service area* ini sama setiap lantai. Berdasarkan gambar desain yang dihitung menggunakan *software* AutoCAD, luas dari *Service Area* adalah sebesar 6143 m².

8. *Total Nett Lettable Area (Total NLA)*

Total Nett Lable Area adalah luas dari area yang dikondisikan (mendapat suplai udara sejuk). *Total NLA* dapat juga didefinisikan sebagai *Total GFA* yang dikurangi dengan *Service Area*.

9. *Gross Surface Area of Façade*

Gross Surface Area of Façade adalah luas dari seluruh selubung bangunan yang mendapatkan paparan sinar matahari secara langsung, Luas ini dapat berupa kaca, beton, maupun gabungan kaca dan beton. Berdasarkan gambar desain yang dihitung menggunakan *software* AutoCAD, luas dari selubung bangunan adalah sebesar 14264 m².

10. *Operating Hour*

Operating Hour adalah pengoperasian gedung dalam hitungan jam. Setelah jam pengoperasian gedung selama satu hari diketahui, kemudian dikonversikan kedalam 1 tahun dengan asumsi 1 tahun sama dengan 52 minggu, dan 1 minggu sama dengan 5 hari karena gedung ini akan digunakan untuk keperluan kantor. Dalam 1 hari, gedung ini diasumsikan beroperasi dari jam 08.00 – 18.00 (10 jam).

Berikut isian data bangunan setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
1	Outdoor Temp (Dry Bulb)	°C DB	33	33	33	33	Data
2	Outdoor Temp (Wet Bulb)	°C WB	27	27	27	27	Data
3	Indoor Temp (Dry Bulb)	°C DB	25	24	24	24	Design
4	Indoor Relative Humidity	%	60	60	60	60	Design
5	Roof Area	m ²	2,082	2,082	2,082	2,082	Design
6	Number of Floors		19	19	19	19	Design
7	Floor to Floor	m1	4.0	4.0	4.0	4.0	Design
8	Total Gross Floor Area (GFA)	m ²	46,098	46,098	46,098	46,098	Design
9	Service Area	m ²	6,143	6,143	6,143	6,143	Design
10	Nett Lettable Area (NLA)	m ²	39,955	39,955	39,955	39,955	(8) - (9)
11	Gross Surface Area of Façade	m ²	14,264	14,264	14,264	14,264	Design
12	Total Hours / Year	Hour	8,760	8,760	8,760	8,760	365 x 24 hours
13	Operating Hours		8 am - 6 pm = 10 hours				
14	AC Hours / Week	Hours/Week	50	50	50	50	(13) x 5 days
15	AC Hours / Year	Hours/Year	2,600	2,600	2,600	2,600	(14) x 52 weeks
16	Non AC Hours / Year	Hours/Year	6,160	6,160	6,160	6,160	(12) - (15)

Tabel 3.1 - Data bangunan

3.3.2. Beban Pendinginan

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2, beban pendinginan dari suatu gedung dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

3.3.2.1 Selubung Bangunan

Data selubung bangunan yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. OTTV

OTTV (*Overall Thermal Transver Value*) adalah nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan. Langkah pertama dalam perhitungan OTTV adalah mendefinisikan orientasi arah dari gedung, kemudian membagi perhitungan OTTV menjadi 3, Konduksi panas melalui tembok, konduksi panas melalui kaca, dan panas matahari yang masuk melalui kaca.

a. Spesifikasi Kaca dan Tembok

Spesifikasi Material Kaca	
Jenis	Reflective Glass Grey
Tebal	6
Uf	4.89
VLT	14
VLR	31

Spesifikasi Tembok	Tebal	K	R
External surface	-	-	0.04
Alumunium Grill	0.0130	211.000	0.0001
Airspace	1.000	0.770	1.299
Wall Plaster	0.0200	0.533	0.038
Brick Wall	0.1000	0.160	0.625
Wall Plaster	0.0200	0.533	0.038
Internal Surface	-	-	0.04
Total			2.08
		Uw (1/R)	0.48

Tabel 3.2- Spesifikasi kaca dan tembok

b. Orientasi Bangunan

Orientasi	Total Area (m ²)	Total Opening Area (m ²)	WWR	SCf
Utara (North)	58.52	26.07	0.45	0.67
Timur Laut (North East)	58.52	26.00	0.44	0.63
Timur (East)	87.77	39.00	0.44	0.6
Tenggara (South East)	146.29	65.07	0.44	0.63
Selatan (South)	71.05	31.57	0.44	0.67
Barat Daya (South West)	50.19	22.37	0.45	0.66
Barat (West)	46.02	20.38	0.44	0.65
Barat Laut (North West)	192.19	85.46	0.44	0.66

Tabel 3.3- Orientasi bangunan

c. Konduksi Panas Melalui Tembok

Heat Conducting Wall	α	1-WWR	U _w	T _{deq}	OTTV	OTTV*Luas
Utara (North)	0.42	0.55	0.48	15	1.68	98.33
Timur Laut (North East)	0.42	0.56	0.48	15	1.68	98.54
Timur (East)	0.42	0.56	0.48	15	1.68	147.82
Tenggara (South East)	0.42	0.56	0.48	15	1.68	246.15
Selatan (South)	0.42	0.56	0.48	15	1.68	119.66
Barat Daya (South West)	0.42	0.55	0.48	15	1.68	84.30
Barat (West)	0.42	0.56	0.48	15	1.69	77.72
Barat Laut (North West)	0.42	0.56	0.48	15	1.68	323.44
Heat Gain OTTV	1195.96	Watt				
OTTV	1.68	W/m ²				

Tabel 3.4- Heat conducting wall

d. Konduksi Panas Melalui Kaca

Heat Conducting Window	WWR	U _f	ΔT	OTTV	OTTV*Luas
Utara (North)	0.45	4.89	9	19.61	1147.39
Timur Laut (North East)	0.44	4.89	9	19.55	1144.22
Timur (East)	0.44	4.89	9	19.55	1716.34
Tenggara (South East)	0.44	4.89	9	19.58	2863.81
Selatan (South)	0.44	4.89	9	19.55	1389.40
Barat Daya (South West)	0.45	4.89	9	19.62	984.60
Barat (West)	0.44	4.89	9	19.49	896.83
Barat Laut (North West)	0.44	4.89	9	19.57	3761.19
OTTV Kaca	13903.79	Watt			
OTTV	19.57	W/m ²			

Tabel 3.5- Heat conducting window

e. Panas Yang Masuk Melalui Kaca

Solar Heat Gain Window	WWR	Sck	Scf	SC	SF	OTTV	OTTV*Luas
Utara (North)	0.45	0.31	0.67	0.21	130	12.03	703.95
Timur Laut (North East)	0.44	0.31	0.63	0.20	113	9.81	573.77
Timur (East)	0.44	0.31	0.60	0.19	112	9.26	812.42
Tenggara (South East)	0.44	0.31	0.63	0.20	97	8.43	1232.73
Selatan (South)	0.44	0.31	0.67	0.21	97	8.95	636.04
Barat Daya (South West)	0.45	0.31	0.66	0.20	176	16.05	805.61
Barat (West)	0.44	0.31	0.65	0.20	243	21.68	997.79
Barat Laut (North West)	0.44	0.31	0.66	0.20	211	19.20	3689.45
OTTV Kaca	9451.77	Watt					
OTTV	13.30	W/m ²					

Tabel 3.6 - Solar heat gain window

Dengan menggunakan rumus 2.1 pada Bab 2, maka nilai OTTV keseluruhan pada Tower A Gedung XYZ adalah sebesar 34.55 W/m², untuk Tower B adalah sebesar 34.51 W/m², dan untuk Tower C sebesar 34.55 W/m².

2. RTTV

Roof Thermal Transver Value mempunyai makna yang hampir sama dengan OTTV, bedanya adalah RTTV adalah suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk penutup atap, baik penutup atap biasa maupun yang dilengkapi dengan *skylight*. Pada gedung XYZ, penutup atap tidak dilengkapi dengan *skylight*, sehingga nilai RTTV dapat diketahui dengan menggunakan rumus 2.4 pada Bab 2. Berikut perhitungan nilai RTTV.

a. Nilai α

Pada Gedung XY, penutup atap diasumsikan terbuat dari beton ringan dengan warna abu-abu tua. Maka berdasarkan tabel absorbtansi radiasi matahari pada SNI nilai α didapat sebesar 0.87.

b. Nilai Ur

No	Jenis Resistansi (R)	Tebal Bahan (m)	Konduksifitas (k) (Watt/m.K)	Resistansi Thermal (R) (m2.K/Watt)
1	2	3	4	5
1	Resistansi Termal Udara Luar (R_{UL})			0.04
2	Resistansi Termal Bahan (R_K)			
	Cement Screed	0.05	0.41	0.122
	Waterproof membran	0.001	0.23	0.004
	Expanded Polystrene	0.060	0.04	1.500
	Reinforced Concrete Slab	0.150	2.3	0.065
3	Resistansi Termal Udara Permukaan (R_{UP})			0.130
			Jumlah R	1.862
	$U_{roof} = 1/R$		0.537	Watt/m2.K

Tabel 3.7 - U_{roof}

Setelah diformulasikan kedalam rumus 2.4 pada Bab 2, maka nilai OTTV pada setiap tower gedung XYZ didapat sebesar 4.21 W/m^2 .

3. *Heat Gain from Building Envelope*

Heat Gain from People adalah panas yang dihasilkan akibat adanya perpindahan kalor dari panas matahari kedalam ruangan melalui selubung bangunan dan atap bangunan. Setelah mengetahui nilai perpindahan panas melalui selubung bangunan, nilai tersebut dikalikan dengan luas dari selubung bangunan, sehingga didapat besarnya nilai *Heat Gain from Building Envelope*.

Berikut isian beban pendinginan dari penghuni dalam setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower B	
1	2	3	4	5	5	5	6
1	Gross Surface Area of Facade	m ²	14,264	14,264	14,264	14,264	Design
2	Building Roof Area	m ²	2,082	2,082	2,082	2,082	Design
3	OTTV	Watt/m ²	45.00	34.55	34.51	34.72	SNI & calculation
4	RTTV	Watt/m ²	45.00	8.594	8.594	8.594	GBCI & calculation
5	<i>Total Building External Heat Gain</i>						
6	- Heat Gain Thru Facade	kW	641.88	492.86	492.25	495.23	{{(1) x (3)}/1000
7	- Heat Gain Thru Roof	kW	93.67	17.89	17.89	17.89	{{(2)x(4)}/1000
8	Total Heat Gain from Bldg Envelope	kW	735.55	510.75	510.14	513.12	(6) + (7)
9	Net Building External Heat Gain Reduction	%		30.56%	30.65%	30.56%	

Tabel 3.8 - Beban pendinginan dari selubung bangunan

3.3.2.2 Penghuni

Data penghuni yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Occupant*

Occupant Density adalah kepadatan dari penghuni yang menempati gedung. Untuk menghitung beban pendinginan, kepadatan penghuni dapat didefinisikan mengacu kepada standar SNI yaitu sebesar 10 m²/orang untuk ruangan kerja. Penentuan kepadatan penghuni mengacu kepada SNI adalah karena pada saat tahap disain, kepadatan dari penghuni belum dapat didefinisikan. Setelah mendefinisikan *occupant density*, selanjutnya adalah mencari tahu *total occupanat*, jumlah penghuni yang menempati gedung, dengan cara membagi nilai NLA dengan kepadatan penghuni.

2. *Heat Gain from People*

Heat Gain from People adalah panas yang dihasilkan akibat dari aktifitas penghuni gedung. Panas yang dihasilkan penghuni terdiri dari 2 jenis, kalor sensible dan kalor laten. Nilai dari kalor sensible dan kalor laten didefinisikan berdasarkan pada *tabel 2.1* pada BAB 2. Setelah

mendefinisikan kalor sensible dan kalor laten dari penghuni, kemudian menjumlahkan nilai kalor sensibel dan kalor laten agar didapat besarnya nilai *Total People Heat Gain*.

Berikut isian beban pendinginan dari penghuni setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	5	5	6
1	Occupant Density	m ² /person	10	10	10	10	SNI & Design
2	Nett Lettable Area (NLA)	m ²	38,675	38,675	38,675	38,675	Design
3	Total Occupant	person	3,868	3,868	3,868	3,868	(2)/(1)
4	<i>Heat Gain from People</i>						
5	- Sensibel Heat Gain/person	W/person	73	73	73	73	SNI
6	- Latent Heat Gain/person	W/person	59	59	59	59	SNI
7	Total People Sensibel Heat Gain	kW	282.36	282.36	282.36	282.36	{{(3) x (5)}/1000
8	Total People Latent Heat Gain	kW	228.21	228.21	228.21	228.21	{{(3) x (6)}/1000
9	Total People Heat Gain	kW	510.58	510.58	510.58	510.58	(7) + (8)
10	Net Internal Heat Gain Reduction from Occupant	%		0%	0%	0%	

Tabel 3.9 – Beban Pendinginan dari Penghuni

3.3.2.3 Suplai Udara Luar

Data suplai udara luar yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Temperature*

Temperatur yang didefinisikan dalam perhitungan beban pendinginan suplai udara luar adalah temperatur udara luar dan temperatur udara dalam, serta beda temperatur antara udara luar dan udara dalam ruangan (temperatur bola kering). Temperatur udara luar dinyatakan dalam temperatur bola kering dan temperatur bola basah, sedangkan temperatur udara dalam dinyatakan dalam temperatur bola kering dan kelembaban udara.

Setelah temperatur udara luar dan dalam telah didefinisikan, berikutnya adalah mencari nilai *Humidity Ratio*,

dari udara luar maupun dalam ruangan, dengan menggunakan *Psychrometric Chart*.

2. Heat Gain Intake Air

Heat Gain Intake Air adalah panas yang dihasilkan akibat perbedaan temperatur udara luar dengan udara dalam ruangan. Panas yang dari udara luar terdiri dari 2 jenis, kalor sensible dan kalor laten. Nilai dari kalor sensible dan kalor laten didefinisikan dengan menggunakan rumus pada BAB 2, (2.5) untuk kalor sensibel dan rumus (2.6) untuk kalor laten

Setelah mendefinisikan kalor sensible dan kalor laten dari penghuni, kemudian menjumlahkan nilai kalor sensibel dan kalor laten agar didapat besarnya nilai *Total People Heat Gain*.

Berikut isian beban pendinginan dari suplai udara luar setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	5	5	6
	Outdoor introduction (Fresh Air)						
1a	Outdoor Average Temp during AC Hours (DB)	°C	33	33	33	33	
1b	Outdoor Average Temp during AC Hours (WB)	°C	27	27	27	27	
2a	Inside Avarage Temp during AC Hours (DB)	°C	25	24	24	24	Design
2b	Inside Avarage Humidity during AC Hours (RH)	%	60	60	60	60	
3	Delta Temp during AC Hours	°C	8	9	9	9	(1a) - (2a)
4	Outdoor Average Humidity during AC Hours	kg/kg	0.0201	0.0201	0.0201	0.0201	Psychrometric Chart
5	Inside Avarage Humidity during AC Hours	kg/kg	0.0119	0.0112	0.0112	0.0112	Psychrometric Chart
6	Della Humidity Rato during AC Hours	kg/kg	0.0081	0.0088	0.0088	0.0088	(4) - (5)
7	Total Occupant	person	3,868	3,868	3,868	3,868	SNI & Design
8	Outdoor Intake/Introduction	L/s per person	5.5	5.5	5.5	5.5	ASHRAE
9	Total Fresh Air	L/s	21,274	21,274	21,274	21,274	(7) x (8)
10	Q Sensibel Air Intake (AC Hours)	kW	209.336	235.503	235.503	235.503	Formula / 1000
11	Q Latent Air Intake (AC Hours)	kW	520.923	566.259	566.259	566.259	Formula / 1000
12	Q Total Heat Gain Intake Air	kW	730.259	801.762	802	802	(10) + (11)
13	Net Heat Gain Reduction from Fresh Air	%		-9.79%	-9.79%	-9.79%	

Tabel 3.10 - Beban pendinginan dari suplai udara luar

3.3.2.4 Pencahayaan

Data pencahayaan yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Lighting Power Density*

Lighting Power Density adalah total daya lampu yang terpasang per satuan luas. Berdasarkan data SNI, Pada saat jam operasional gedung (*AC Hour*), total daya lampu per satuan luas adalah sebesar 15 W/m^2 . Disain pada gedung XYZ berdasarkan spesifikasi gambar teknis adalah sebesar 7.5 W/m^2 .

Untuk total daya lampu pada saat gedung tidak beroperasi (*non AC Hour*) diasumsikan sebesar 1 W/m^2 .

2. *Day Light Area*

Day Light Area adalah luasan dari lantai gedung yang mendapatkan potensi cahaya alami. Luasan dari potensi cahaya alami dinyatakan dalam persentase dari luas NLA. Sedangkan *Day Light Hours during AC Hours* adalah persentase penggunaan cahaya alami selama gedung beroperasi, hal ini dikarenakan tidak setiap waktu *day light area* mendapatkan cahaya alami.

3. *Lighting Heat Gain*

Lighting Heat Gain adalah panas yang dihasilkan akibat peralatan lampu yang terpasang. Besarnya panas yang dihasilkan oleh lampu diasumsikan sama dengan besarnya daya pada lampu tersebut. Sehingga perhitungan panas hanya pada saat gedung beroperasi (*AC Hour*).

Berikut isian beban pendinginan dari lampu yang terpasang setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
Lighting							
1	Lighting Power Density during AC Hours	W/m ²	15	7.50	7.50	7.50	SNI & Design
2	Lighting Power during Non AC Hours	W/m ²	1	1	1.00	1.00	SNI & Design
3	Net Lettable Area (NLA)	m ²	38,675	38,675	38,675.40	38,675.40	Design
4	% Daylight Area	%	30.00%	30.00%	30%	30%	GBCI & Design
5	% Daylight Hours during AC Hours	%	70.00%	70.00%	70%	70%	Design
6	Total Hours / Year	Hour	8,760	8,760	8,760.00	8,760.00	365 days x 24 hours
7	Operating Hour		8 am - 6 pm = 10 hours				
8	AC Hours/Week	Hour/Week	50	50	50	50	(7) x 5 days
9	AC Hours/Year	Hour/Year	2,600	2,600	2,600	2,600	(8) x 52 weeks
10	Non AC Hours/Year	Hour/Year	6,160	6,160	6,160	6,160	(6) - (9)
11	Daylighting Hours/Year during AC Hours	Hour/Year	1,820	1,820	1,820	1,820	(5) x (9)
12	Non Daylighting during AC Hours	Hour/Year	780	780	780	780	(9) - (11)
13	Floor Area Daylighted	m ²	11,603	11,603	11,603	11,603	(4) x (3)
14	Floor Area None Daylighted	m ²	27,073	27,073	27,073	27,073	(3) - (13)
15	Lighting Heat Gain during AC Hours (None Daylight Area)	Wh	1,055,838,420	527,919,210	527,919,210	527,919,210	(1) x (14) x (9)
16	Lighting Heat Gain during AC Hours (Daylight Area)	Wh	135,750,654	67,875,327	67,875,327	67,875,327	(1) x (13) x (12)
17	Average Lighting Heat Gain during AC Hours	W/m ²	11.85	5.93	5.93	5.93	{{(15)+(16)}/(9)/(3)}
18	Lighting Power during None AC Hours	W/m ²	1	1	1	1	(2)
19	Total Lighting Sensibel Heat Gain	kW	458.303	229.152	229.152	229.152	{{(17) x (3)}/1000}
20	Net Heat Gain Reduction from Lighting	%		50.00%	50%	50%	

Tabel 3.11 - Beban pendinginan dari lampu yang terpasang

3.3.2.5 Beban Lainnya

Data beban lainnya yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Plug Load*

Plug Load adalah peralatan pendukung yang umumnya ada pada area perkantoran. *Plug Load* dapat berupa komputer, komputer jinjing, mesin *fotocopy*, mesin fax, monitor, dan lain sebagainya. Besarnya daya untuk *Plug Load* didefinisikan dengan cara menghitung jumlah stop kontak yang terpasang dan spesifikasi stop kontak.

2. *Plug Load Heat Gain*

Plug Load Heat Gain adalah panas yang dihasilkan akibat peralatan pendukung yang terpasang. Besarnya panas yang dihasilkan diasumsikan sama dengan besarnya daya maksimum pada stop kontak yang terpasang. Sehingga

perhitungan panas hanya pada saat gedung beroperasi (*AC Hour*).

Berikut isian beban pendinginan dari peralatan pendukung yang terpasang setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
Plug Load Heat Gain							
1	Net Lettable Area (NLA)	m ²	38,675	38,675	38,675	38,675	Design
2	Plug Load Heat Gain during AC Hours	W/m ²	10.00	7	7	7	GBCI & Design
3	Plug Load Heat Gain during None AC Hours	W/m ²	1.0	1	1	1	GBCI & Design
4	Total Heat Gain during AC Hours	kW	386.75	270.73	270.73	270.73	{{(1) x (2)}/1000}
5	Total Heat Gain during None AC Hours	kW	38.68	38.68	38.68	38.68	{{(1) x (3)}/1000}
6	Net Plug Load Heat Gain Reduction	%		30.00%	30.00%	30.00%	

Tabel 3.12 - Beban pendinginan dari peralatan pendukung yang terpasang

Setelah semua parameter untuk mengetahui beban pendinginan telah terdefinisi, berikut isian beban pendinginan pada form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
TOTAL BUILDING COOLING LOAD							
1	Total Heat Gain from Building Envelope	kW	735.55	510.75	510.14	510.75	
2	Total Occupant Heat Gain	kW	510.58	510.58	510.58	510.58	
3	Total Fresh Air Heat Gain	kW	730.26	801.76	801.76	801.76	
4	Total Lighting Heat Gain	kW	458.30	230.98	230.98	230.98	
5	Total Equipment Heat Gain	kW	386.75	270.73	270.73	270.73	
6	Total Average Cooling Load (AC Hours)	kW	2,821.44	2,324.80	2,324.19	2,324.80	Total 1 sd 8
7	Total Average Cooling Load (AC Hours)	TR	802.23	661.02	660.84	661.02	
8	Cooling Load Reduction	TR		141.21	141.38	141.21	
10	Cooling Load Reduction	%		17.60%	17.62%	17.60%	

Tabel 3.13 - Total beban pendinginan

3.3.3 Daya Peralatan yang Terpasang

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2, daya peralatan yang terpasang dari suatu gedung dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

3.3.3.1 Air Handling Unit / Fan Coil Unit

Daya yang dibutuhkan oleh AHU dapat diketahui dengan menggunakan rumus (2.7) dan rumus (2.8) pada Bab 2.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
Air flow rate (AHU)							
1	Total Sensible Heat Gain	kW	2,072.30	1,530.33	1,529.72	1,530.33	Total Col. Load
2	Indoor Temperature (Dry Bulb)	°C	25	24	24	24	Design
3	Supply Air Temperature	°C	15	15	15	15	Design
4	Different Temperature	°C	10	9	9	9	(9) - (10)
5	Air Flow Rate	m ³ /men	2,807,972.87	2,303,992.10	2,303,075.08	2,303,992.10	Formula
6	Total Static Pressure	mm aq	68.00	68.00	68.00	68.00	Design
7	Fan Efficiency	%	70%	70%	70%	70%	Design
8	Drive Efficiency	%	70%	70%	70%	70%	Design
9	Motor Efficiency	%	70%	70%	70%	70%	Design
10	Fan AHU	kW	89.626	73.540	73.510	73.540	Formula
11	AHU Energy Consumption	kW/Year	233,027	191,203	191,127	191,203	
12	Efficiency	%		17.95%	17.98%	17.95%	

Tabel 3.14 - Air handling unit

3.3.3.2 Pompa

Daya yang dibutuhkan oleh pompa dapat diketahui dengan menggunakan rumus (2.9), rumus (2.10) dan rumus (2.11) yang telah dijelaskan pada Bab 2.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
Total Building Cooling Load							
		TR	786.90	675.99	679.80	675.99	Bldg Load Calc.
Primary Chilled Water Pump							
1	Delta Chilled Water Temperature	F	10	10	10	10	ARI & Design
2	Chilled Water Flow Rate	GPM	1,888.57	1,622.39	1,631.51	1,622.39	Formula
3	Pump Head	ft	150	140	140	140	GBCI & Design
4	Pump Efficiency	%	70%	70%	70%	70%	Design
5	Pump kW	kW	76.54	61.37	61.72	61.37	Formula
		kW/TR	0.097	0.091	0.091	0.091	
Primary Condenser Water Pump							
1	Delta Condenser Water Temp.	F	10	9	9	9	ARI & Design
2	Condenser Water Flow Rate	GPM	2,360.71	2,253.31	2,265.99	2,253.31	Formula
3	Pump Head	ft	75	70	70	70	GBCI & Design
4	Pump Efficiency	%	70%	70%	70%	70%	Design
5	Pump kW	kW	47.84	42.62	42.86	42.62	Formula
		kW/TR	0.061	0.063	0.063	0.063	

Tabel 3.15 - Pompa

3.3.3.3 Cooling Tower

Daya yang dibutuhkan oleh *cooling tower* dapat diketahui berdasarkan spesifikasi produk. Pada Gedung XYZ, daya untuk *cooling tower* adalah sebesar 0.044 kW/TR.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	6		6
1	Total Building Cooling Load	TR	802.23	661.02	660.84	661.02	Bldg Load Calc.
2	Cooling Tower Capacity	TR	1,002.79	826.27	826.06	826.27	(1)* 1.25
3	Cooling Tower Efficiency	kW/TR	0.050	0.050	0.050	0.050	Assumption
4	Cooling Tower Energy Consumption	kW	50.14	41.31	41.30	41.31	Product Catalog

Tabel 3.16 - Cooling tower

3.3.3.4 Chiller

Daya yang dibutuhkan oleh *chiller* pada Gedung XYZ masih berdasarkan asumsi. Hal ini dikarenakan pada tanggal 29 Mei 2012 penulis masih belum mendapatkan data tipe *chiller* yang digunakan pada Gedung XYZ. Asumsi konsumsi Energi sebesar 0.550 kW/TR untuk NPLV, dan 0.560 kW/TR untuk *Full Load*.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	6		6
Chiller Plant							
1	Total Average Cool. Load (AC hours)	TR	802	661	661	661	Bldg Load Calc.
2	Chiller - Full Load	kW/TR	0.787	0.560	0.560	0.560	SNI & Design
3	Chiller - NPLV Calculation	kW/TR	0.700	0.550	0.550	0.550	NPLV Calc.
4	Primary Chiller Water Pump - CHWP	kW/TR	0.097	0.091	0.091	0.091	Pump Calc.
5	Secondary Chiller Water Pump - CHWP	kW/TR					Pump Calc.
6	Condenser Water Pump - CWP	kW/TR	0.061	0.063	0.063	0.063	Pump Calc.
7	Cooling Tower - CT	kW/TR	0.050	0.050	0.050	0.050	Cooling Tower Calc.
8	Total Chiller Plant	kW/TR	0.908	0.754	0.754	0.754	Total (3) - (6)
9	Total Chiller Annual Energy Cons.	KWh/year	1,894,045	1,295,575	1,295,236	1,295,575	(1) x (8) x AC Hours
				32%	32%	32%	

Tabel 3.17 - Chiller

3.3.3.5 Pencahayaan

Data pencahayaan yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Lighting Power Density*

Lighting Power Density adalah total daya lampu yang terpasang per satuan luas. Berdasarkan data SNI, Pada saat jam operasional gedung (*AC Hour*), total daya lampu per satuan luas adalah sebesar 15 W/m^2 . Disain pada gedung XYZ berdasarkan spesifikasi gambar teknis adalah sebesar 7.5 W/m^2 .

Untuk total daya lampu pada saat gedung tidak beroperasi (*non AC Hour*) diasumsikan sebesar 1 W/m^2 .

2. *Day Light Area*

Day Light Area adalah luasan dari lantai gedung yang mendapatkan potensi cahaya alami. Luasan dari potensi cahaya alami dinyatakan dalam persentase dari luas NLA. Sedangkan *Day Light Hours during AC Hours* adalah persentase penggunaan cahaya alami selama gedung beroperasi, hal ini dikarenakan tidak setiap waktu *day light area* mendapatkan cahaya alami.

3. *Lighting Energy Consumption*

Lighting Energy Consumption adalah konsumsi energi dari semua daya yang dibutuhkan untuk pencahayaan. Besarnya daya yang dibutuhkan mencakup seluruh pemakaian energi pada saat gedung beroperasi (*AC Hour*) maupun pada saat tidak beroperasi (*Non AC Hour*).

Berikut isian daya untuk pencahayaan terpasang setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	5	5	6
Lighting Energy (LE) Consumption							
1	Lighting Power Density during AC Hours	W/m ²	15	7.50	7.50	7.50	SNI & Design
2	Lighting Power Density during None AC Hours	W/m ²	1	1	1.00	1.00	SNI & Design
3	Net Lettable Area (NLA)	m ²	38,675	38,675	38,675.40	38,675.40	Design
4	Daylight Percentage	%	30.00%	30.00%	30%	30%	Design
5	Percentage of Daylight Hours during AC Hours	%	70%	70%	70%	70%	
6	Total Hour/Year	Hour	8,760	8,760	8,760.00	8,760.00	365 days x 24 hours
7	Operating Hours	Hour		8 am - 6 pm = 10 hours			
8	AC Hours/Week	hour/week	50	50	50	50	(7) x 5 days
9	AC Hours/Year	hour/year	2,600	2,600	2,600	2,600	(8) x 52 weeks
10	None AC Hours/Year	hour/year	6,160	6,160	6,160	6,160	(6) - (9)
11	Daylight Hours/Year during AC Hours	hour/year	1,820	1,820	1,820	1,820	(5) x (9)
12	None Daylighting Hours/Year during AC Hours	hour/year	780	780	780	780	(9) - (11)
13	Floor Area Daylighted	m ²	11,603	11,603	11,603	11,603	(4) x (3)
14	Floor Area None Daylighted	m ²	27,073	27,073	27,073	27,073	(3) - (13)
Lighting Energy (LE) Consumption							
15	LE during AC Hours (None Daylight Area)	kWh/Year	1,055,838	527,919	527,919	527,919	{{(14) x (1) x (9)}/1000
16	LE during AC Hours (Daylight Area)	kWh/Year	135,751	67,875	67,875	67,875	{{(13) x (1) x (12)}/1000
17	LE during None AC Hours	kWh/Year	238,240	238,240	238,240	238,240	{{(2) x (3) x (10)}/1000
18	Total Lighting Energy Consumption	kWh/Year	1,429,830	834,035.00	834,035	834,035	(15) + (16) + (17)
	Efficiency			41.67%	41.67%	41.67%	

Tabel 3.18 – Daya untuk pencahayaan terpasang

3.3.3.6 Peralatan Lainnya

Data untuk peralatan lainnya yang harus didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1 antara lain:

1. *Plug Load*

Plug Load adalah peralatan pendukung yang umumnya ada pada area perkantoran. *Plug Load* dapat berupa komputer, komputer jinjing, mesin *fotocopy*, mesin fax, monitor, dan lain sebagainya. Besarnya daya untuk *Plug Load* didefinisikan dengan cara menghitung jumlah stop kontak yang terpasang.

Selain *Plug Load*, pada kolom ini dapat juga ditambahkan peralatan - peralatan yang belum didefinisikan sebelumnya, seperti alat transportasi vertikal, pompa stp dan air bersih, daya parkir basement, dan sebagainya.

Berikut isian daya untuk peralatan lainnya terpasang setelah didefinisikan kedalam form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	5	5	6
Plug Load Heat Gain							
1	Plug Load during AC Hours	W/m ²	10	7.00	7.00	7.00	GBCI & Design
2	Plug Load during None AC hours	W/m ²	1.0	1.0	1.0	1.0	Design
3	Energy for Plug Load during AC hours	kWh/year	1,005,560	703,892	703,892	703,892	{(1) x NLA x AC Hours/year}/1000
4	Energy Plug Load during None AC hours	kWh/year	238,240	238,240	238,240	238,240	{(2) x NLA x None AC Hours/year}/1000
5	Total Energy for Plug Load	kWh/year	1,243,801	942,133	942,133	942,133	(3) + (4)
Lift & Escalator							
6	Elevator during AC Hours	KW/Bldg	135	135	135.0	135.0	GBCI & Dsign
7	Total Energy for Lift & Elevator	kWh/year	351,000	351,000	351,000	351,000	(6) x AC Hours/year
Others (pumps, STP, etc)							
8	Power Density	W/m ²	5	0.36	0.4	0.4	Design
9	Total Energy for Others	kWh/year	113,880	8,109	8,109.2	8,109.2	{(8) x NLA x Total Hours/year}/1000
Car park & Roof MV							
10	Car park & Roof during AC Hours	W/m ²	5	5.00	5.0	5.0	Design
11	Total Energy for Carpark MV	kWh/year	440,686	440,686	440,686	440,686	{(10) x Luas R. Parkir & atap x AC Hours/year}/1000

Tabel 3.19 – Daya untuk peralatan lainnya yang terpasang

Setelah semua parameter dari kebutuhan energi pada peralatan yang terpasang telah terdefinisi, berikut isian beban pendinginan pada form EEI GBCI Versi 1.1.

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5	5	5	6
1	Chiller Plant	kWh/Year	1,894,045	1,295,575	1,295,236	1,295,575	Calculation
2	Air Distribution	kWh/Year	233,027	191,203	191,127	191,203	Calculation
3	Lighting	kWh/Year	1,429,830	838,801	838,801	838,801	Calculation
4	Plug Load	kWh/Year	1,243,801	942,133	942,133	942,133	Calculation
5	Lift	kWh/Year	351,000	351,000	351,000	351,000	Calculation
6	Others	kWh/Year	113,880	8,109	8,109	8,109	Calculation
7	Carpark & Roof MV	kWh/Year	440,686	440,686	440,686	440,686	Calculation
8	Total Bld Energy Consumpti	kWh/Year	5,706,269	4,067,508	4,067,092	4,067,508	Total 1 - 7
9	Efficiency			28.72%	28.73%	28.72%	

Tabel 3.20 – Total konsumsi daya pada Gedung XYZ

BAB 4

HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Hasil dan Analisa

Setelah semua parameter yang ada pada BAB 3 didefinisikan, maka akan didapat hasil indeks pemakaian energi pada bangunan. Konsumsi energi pada bangunan meliputi :

1. Sistem Chiller (*Chiller Plant*)
2. Pendistribusian Udara (*Air Distribution*)
3. Pencahayaan (*Lighting*)
4. Beban Lainnya (*Others Consumption*)

Hasil dari perhitungan indeks konsumsi energi pada bangunan dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

No	Description	Unit	Baseline	Designed			Formula
				Tower A	Tower B	Tower C	
1	2	3	4	5			6
1	Chiller Plant	kWh/Year	1,894,045	1,295,575	1,295,236	1,295,575	Calculation
2	Air Distribution	kWh/Year	233,027	191,203	191,127	191,203	Calculation
3	Lighting	kWh/Year	1,429,830	838,801	838,801	838,801	Calculation
4	Plug Load	kWh/Year	1,243,801	942,133	942,133	942,133	Calculation
5	Lift	kWh/Year	351,000	351,000	351,000	351,000	Calculation
6	Others	kWh/Year	113,880	8,109	8,109	8,109	Calculation
7	Carpark & Roof MV	kWh/Year	440,686	440,686	440,686	440,686	Calculation
8	Total Bld Energy Consumpti	kWh/Year	5,706,269	4,067,508	4,067,092	4,067,508	Total 1 - 7
9	Efficiency			28.72%	28.73%	28.72%	

Tabel 4.1- Konsumsi Energi pada Gedung XYZ

No	Description	Unit	Baseline	Designed		
				Tower A	Tower B	Tower C
1	2	3	4	5		
1	Energy Efficiency Index	kWh/m2/year	147.54	105.17	105.16	105.17
2	Cooling Load	Btuh/m2	248.91	205.10	205.04	205.10
2	Faktor Konversi CO2	Kg/Year	0.892	0.892	0.892	0.892
3	Emisi CO2	Kg/Year	5,089,992	3,628,217	3,627,846	3,628,217
4	PENGURANGAN EMISI	Kg/Year		1,461,774.86	1,462,145.52	1,461,774.86

Tabel 4.2- Konsumsi Energi dan Cooling Load

Perhitungan dengan menggunakan form EEI GBCI Versi 1.1 bertujuan untuk mengetahui indeks konsumsi energi pada suatu bangunan yang masih dalam tahap disain. Selain itu, form ini juga dapat digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan baseline (Standar GBCI, yang menggunakan standar SNI dan ASHRAE) dengan hasil perhitungan disain. Beberapa syarat untuk mendapatkan sertifikat *Green Building*. antara lain;

1. Nilai hasil perhitungan indeks konsumsi energi disain tidak boleh melebihi nilai hasil perhitungan baseline.
2. Mempunyai Potensi cahaya alami > 30% luas NLA.
3. Nilai OTTV disain tidak boleh melebihi nilai OTTV baseline (melebihi 45 W/m²K).

Dari hasil terlihat bahwa konsumsi energi pada Tower A, B, maupun Tower C mengkonsumsi energi lebih rendah ±32,5 % dari standar gedung perkantoran yang mengacu kepada SNI. Hal ini disebabkan karena Gedung XYZ sudah menerapkan beberapa poin sebagai syarat untuk mendapatkan sertifikat *Green Building*.

Pada Tower A dan Tower C konsumsi energi listriknya adalah sebesar 105.17 kWh/m².tahun. Sedangkan pada Tower B konsumsi energi listriknya adalah sebesar 105.16 kWh/m².tahun. Perbedaan ini disebabkan orientasi pada ketiga tower ini berbeda-beda, sehingga konsumsi energinya juga berbeda antara tower satu dengan yang lainnya.

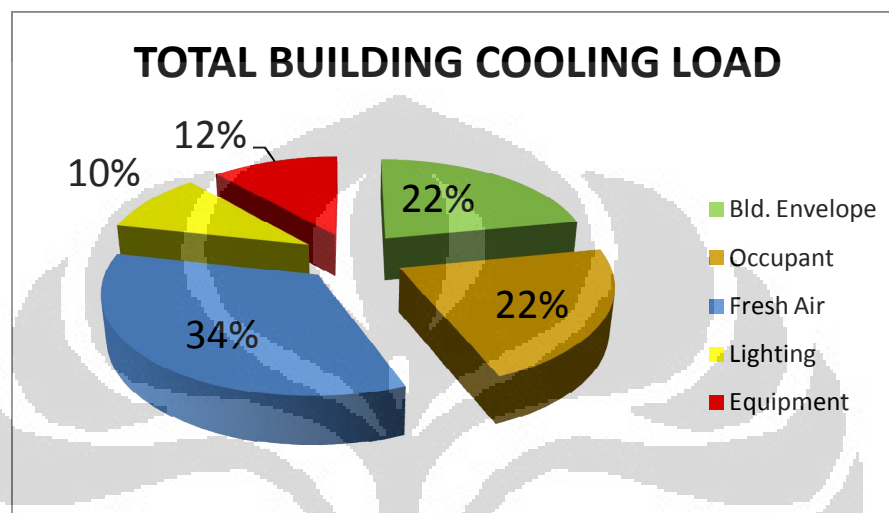
Hasil dari pengurangan gas karbon dioksida (CO₂) pada gedung XYZ setelah dihitung dengan faktor konversi antara CO₂ dengan energi listrik adalah:

No	Description	Unit	Baseline	Designed		
				Tower A	Tower B	Tower C
1	2	3	4	5		
1	Energy Efficiency Index	kWh/m ² /year	147.54	105.17	105.16	105.17
2	Cooling Load	Btuh/m ²	248.91	205.10	205.04	205.10
2	Faktor Konversi CO ₂	Kg/Year	0.892	0.892	0.892	0.892
3	Emisi CO ₂	Kg/Year	5,089,992	3,628,217	3,627,846	3,628,217
4	PENGURANGAN EMISI	Kg/Year		1,461,774.86	1,462,145.52	1,461,774.86

Tabel 4.3 - Pengurangan emisi gas CO₂

Banyaknya gas CO₂ yang tereduksi adalah sebesar 1,461,775 kg/tahun untuk satu tower, sedangkan untuk keseluruhan area Gedung XYZ adalah 4.385.325 kg/tahun. Hal ini berarti Gedung XYZ telah mengurangi efek pemanasan pemanasan global.

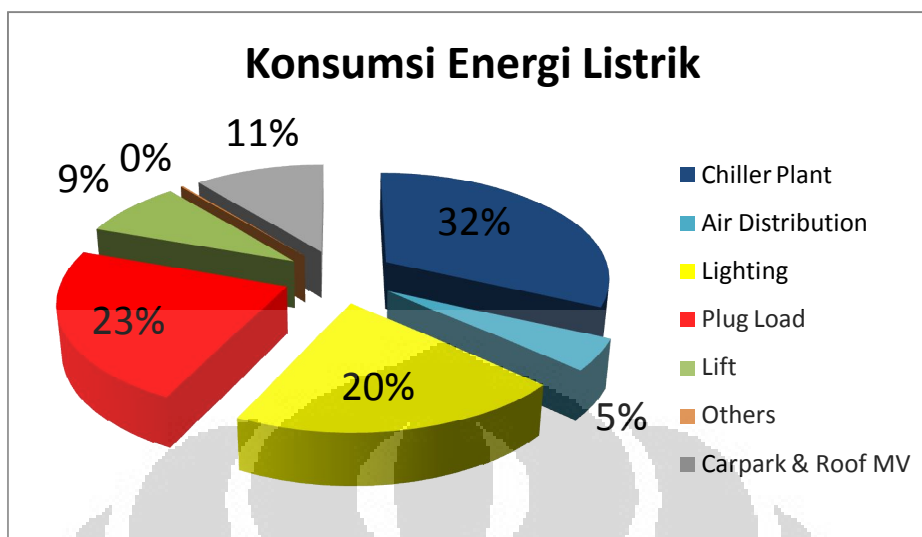
4.2 Beban Pendinginan



Pada hasil beban pendinginan, 34% beban pendinginan berasal dari kebutuhan udara segar yang masuk kedalam ruangan, 22% dari selubung bangunan, 22% dari penghuni, 12% dari peralatan yang terpasang, dan 10% dari lampu. Hal ini terjadi karena Gedung XYZ mendisain temperatur bola kering adalah sebesar 24°C dengan kelembaban sebesar 60%, dengan disain tersebut, beda temperatur antara udara luar dan udara dalam ruangan menjadi lebih besar, dan kalor sensibel yang dihasilkan akan besar juga. Sesuai dengan rumus (2.5), apabila ΔT meningkat, maka Q_s juga meningkat.

Pada selubung bangunan, gedung XYZ sudah menerapkan penggunaan kaca *Reflective Glass Grey* yang mempunyai nilai *U-Value* yang kecil, sehingga panas matahari yang masuk kedalam ruangan dapat tereduksi. Pengaplikasian ini menjadikan beban pendinginan 26% lebih kecil daripada disain yang ada.

4.3 Konsumsi Energi Listrik



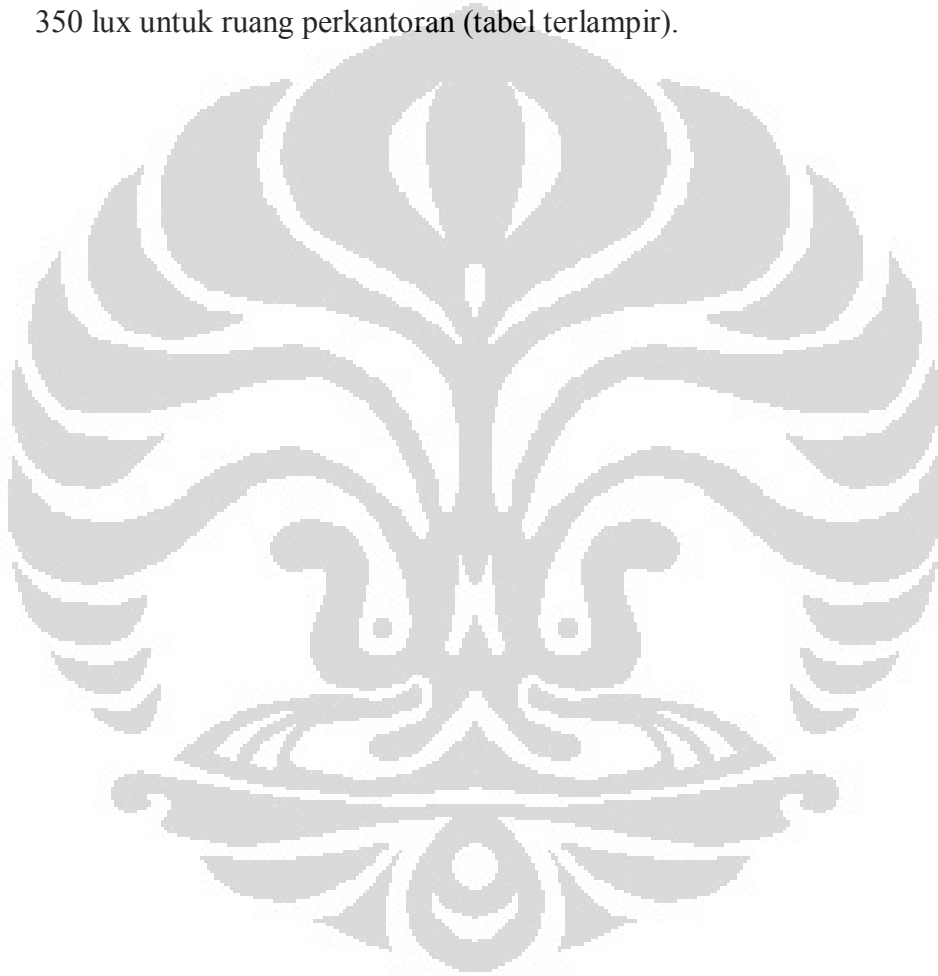
Pada hasil konsumsi energi listrik, 32% beban pendinginan berasal dari *chiller plant*, 23% dari peralatan yang terpasang, 20% dari pencahayaan, 11% dari peralatan yang ada di basement, 9% dari Lift, 8% dari AHU, dan 0.2% dari beban lainnya.

Pada *chiller plant* seharusnya konsumsi energi listrik berkisar antara 60%, tetapi pada gedung XYZ energi listrik yang dikonsumsi hanya sebesar 32%. Hal ini dikarenakan pada perhitungan konsumsi energi *chiller* hanya berdasarkan asumsi sebesar 0.550 kW/TR untuk kapasitas 658 TR. Keadaan yang sebenarnya dilapangan adalah konsumsi *chiller* tidak dapat disamakan antara *chiller* berkapasitas besar dengan *chiller* berkapasitas kecil, begitu juga antara jenis-jenis kompresor yang digunakan memiliki konsumsi energi listrik yang berbeda-beda. Selain itu, penentuan NPLV (Non-Standard Part Load Value) juga harus berdasarkan dari simulasi software yang dilakukan oleh perusahaan *chiller*.

Pada peralatan yang terpasang seharusnya konsumsi energi listrik berkisar antara 10%, tetapi pada gedung XYZ energi listrik yang dikonsumsi sebesar 23% dari total energi listrik. Hal ini disebabkan karena pada form EEI GBCI Ver 1.1 bagian *Plug Load* definisikan dengan cara menghitung jumlah daya maksimum pada stop kontak yang terpasang. Keadaan yang sebenarnya

dilapangan adalah tidak semua stop kontak yang terpasang mendapat beban maksimum. Seharusnya diperlukan faktor koreksi pada pendefinisian *plug load*.

Sistem pencahayaan pada Gedung XYZ sudah sesuai standar, hal ini karena penggunaan lampu yang sebesar 7.56 W/m^2 dibawah standar SNI. Yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pencahayaan adalah tingkat pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu memenuhi standar sebesar 350 lux untuk ruang perkantoran (tabel terlampir).



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan indeks konsumsi energi menggunakan *worksheet* Form EEI GBCI Versi 1.1, yaitu indeks konsumsi energi pada gedung perkantoran XYZ, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Indeks konsumsi energi pada Area Gedung XYZ rata-rata sebesar 105.17 kWh/m².tahun dan pengurangan emisi gas CO₂ sebesar 4,385,325 kg/tahun.
2. Arah orientasi bangunan mempengaruhi nilai OTTV dan konsumsi energi. Sebaiknya lebih banyak sisi yang menghadap selatan atau utara untuk menghindari terpaan panas matahari
3. Pada gedung XYZ beban pendinginan terbesar berasal dari kebutuhan udara segar yang masuk kedalam ruangan., hal ini dikarenakan beda temperatur antara udara luar dengan udara dalam melebihi standar.
4. Pada gedung XYZ Konsumsi energi listrik tertinggi berasal dari *chiller plant*, yaitu sebesar 32%.

5.2 Saran

5.2.1 Saran untuk GBCI

Dalam pengisian form tersebut, penulis merasa tidak ada kendala yang berarti, namun ada beberapa parameter yang tidak sesuai dengan keadaan sebenarnya, seperti pada parameter *plug load*, dimana tidak ada faktor koreksi yang memperkecil asumsi pemakaian listrik pada peralatan terpasang. Pada saat disain, stop kontak didisain mampu mengalirkan beban sebesar 200 watt, namun pada kenyataannya tidak semua stop kontak yang mendapatkan beban sebesar 200 watt selama gedung beroperasi.

5.2.2 Saran untuk pemilik gedung XYZ

Dalam perhitungan indeks konsumsi energi ini masih cukup banyak ketidakakuratan dalam pendefinisian beberapa parameter terkait. Hal ini disebabkan pada saat proses input data, masih banyak menggunakan asumsi-asumsi dan beberapa pendekatan, dengan kata lain masih belum mewakili kondisi riil di lapangan.

Adapun saran untuk pengelola gedung XYZ adalah sebaiknya menetapkan temperatur ruangan sebesar 25°C dengan kelembaban relatif sebesar 60%, karena dengan kenaikan suhu ruangan sebesar 1°C dapat berpengaruh besar terhadap penurunan konsumsi energi. Selain itu perlu penambahan *lux sensor* pada setiap zona yang berada dekat dengan jendela, hal ini bertujuan agar tidak ada lampu yang hidup pada saat zona tersebut mendapatkan cahaya alami melebihi 300 lux, dan konsumsi energi pada bangunan dapat dikurangi. Semakin besar penurunan konsumsi energi pada bangunan maka akan semakin tinggi *point* yang diperoleh dalam sertifikasi Konsil Bangunan Hijau Indonesia (GBCI).

DAFTAR PUSTAKA

Green Building Council Indonesia, *EEC Calculation* (Versi 1.0). Jakarta, GBCI.

Green Building Council Indonesia, *GreenShip Rating Tools Untuk Gedung Baru* (Versi 1.0). Jakarta, GBCI.

Standard Nasional Indonesia 03-6389-2000, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia 03-6572-2001, *Tata Cara Perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia 03-6390-2000, *Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Standard Nasional Indonesia 03-6197-2000, *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

ASHRAE Standard 62.1-2007, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*

Nasir, Rana Yusuf. *Perhitungan Energy Efficiency & Conservation GreenShip Rating Tools ver 1.0*. Dipresentasikan tanggal 20 Juli 2010.

Green Building Council Indonesia, *Calculation : Building Energy Consumption*. GREENSHIP Professional Training Batch - 5.

Priambodo, Yusuf. *Kajian Simulasi Beban Thermal dan Analisis Energi Pada Rancangan Gedung Manufacturing Research Center FT-UI Dengan Sistem Tata Udara Packaged Terminal Air Conditioner dan Fan Coil Unit Menggunakan EnergyPlus*. Depok, 2011.

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel nilai absorbtansi radiasi matahari

Tabel 1
Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

Bahan dinding luar	α
Beton berat ¹⁾	0,91
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	0,50
Seng putih	0,26
Bata gelazur putih.	0,25
Lembaran alumunium yang dikilapkan.	0,12

¹⁾ untuk bangunan nuklir.

Tabel 2
Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar

Cat permukaan dinding luar	α
Hitam merata	0,95
Pernis hitam	0,92
Abu-abu tua	0,91
Pernis biru tua	0,91
Cat minyak hitam.	0,90
Coklat tua.	0,88
Abu-abu / biru tua.	0,88
Biru / hijau tua	0,88
Coklat medium	0,84
Pernis hijau.	0,79
Hijau medium.	0,59
Kuning medium.	0,58
Hijau / biru medium.	0,57
Hijau muda.	0,47
Putih semi kilap.	0,30
Putih kilap.	0,25
Perak.	0,25
Pernis putih	0,21

Tabel data temperatur

Outdoor Air Temperature Design					
No	City	Equator	Altitude (M)	Temperature Design (°c)	Relative Humidity Design (%)
1	Banda Aceh	5°35' U	20	34	74
2	Medan	3°32' U	31	33	80
3	Padang	0°56' U	3	31	82
4	Pekanbaru	0°28' U	31	33	82
5	Jambi	1°35' S	10	32	84
6	Palembang	2°54' S	12	33	82
7	Bengkulu	3°43' S	15	34	80
8	Jakarta	6°10' S	7	33	74
9	Bandung	6°54' S	743	30	80
10	Semarang	6°59' S	3	34	74
11	Surabaya	7°13' S	7	34	76
12	Denpasar	8°34' S	1	31	74
13	Kupang	10°10' S	102	33	68
14	Dili	8°34' S	4	32	64
15	Balikpapan	1°16' S	3	33	84
16	Makassar	3°5' U	14	34	70
17	Manado	1°55' U	80	32	74
18	Ternate	0°50' U	33	32	84

*Versi Litbang Pemukiman PU
*SNI T-14-1993-03 Tentang Tatacara Perancangan Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung.

Tabel kepadatan penghuni dalam bangunan

Jenis Penggunaan	m ² / orang	Jenis Penggunaan	m ² / orang
Galeri seni, ruang pameran, museum	4	Kantor (pengetikan dan fotokopi)	10
Bar, cafe, gereja, ruang makan	1	Ruang Perawatan Pasien	10
Ruang Pengurus/Pengelola Pemondokan / Losmen	2	Ruang mesin: -ventilasi, listrik, dll.	30
Ruang Sidang Pengadilan:	15	- boiler/sumber tenaga	50
- ruang sidang	10	Ruang baca	2
- ruang umum	1	Restoran	1
Ruang denda	0,5	Sekolah: ruang umum	2
Astrak	5	gedung serba guna	1
Pusat Penitipan Balita	4	ruang staf	10
Pabrik:		ruang prsktek: SD	4
- ruang manufaktur, prosesing	5	SLTP	= bengkel
ruang kerja, workshop		Pertokoan, ruang penjualan:	
- ruang untuk fabrikasi dan proses selain di atas	50	level langsung dari luar	3
Garasi-garasi umum	30	level lainnya	5
Ruang Senam / Gynmasium	3	Ruang Pamer: r. peragaan, Mall, Arcade	5
Hotel, Hostel, Motel, Guest-house	15	Panggung penonton: daerah panggung	0,3
Stadion indoor area	10	kursi penonton	1
Kios	1	R. Penyimpanan: r. elektrik, r. telepon	30
Dapur, Laboratorium, Tempat Cuci	10	Kolam Renang	1,5
Perpustakaan:	2	Tester dan Hall	1
- ruang baca		Ruang Ganti di Teater	4
- ruang penyimpanan	30	Terminal	2
		Bengkel/Workshop: - staf	30
		pemeliharaan	= pabrik
		- proses manufaktur	

Tabel nilai k bahan bangunan

Tabel 4 Nilai k bahan bangunan

No.	Bahan bangunan	Densitas (kg/m ³)	K (W/m.K)
1	Beton	2.400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plaster	1.760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plaster, tahan terhadap cuaca.		1,154
5	Plasteran pasir-semen	1.568	0,533
6	Kaca lembaran	2.512	1,053
7	Papan gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fibreglass	32	0,035
13	Paduan aluminium	2.672	211
14	Tembaga	8.784	385
15	Baja	7.840	47,6
16	Granit	2.640	2,927
17	Marmer/terazo/keramik/mozaik	2.640	1,298

Tabel nilai TD_{EK} untuk Beton

Berat/satuan luas (kg/m ²)	TD _{EK}
Kurang dari 125	15
126 - 195	12
Lebih dari 195	10

Tabel nilai faktor radiasi matahari untuk berbagai arah orientasi

Orientasi	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL
	130	113	112	97	97	176	243	211

¹⁾ Berdasarkan data radiasi matahari di Jakarta.

Tabel nilai transmitansi thermal atap

Berat per satuan luas atap (kg/m ²)	Transmitansi termal maksimal (W/m ² .K)
Di bawah 50 ¹⁾	0,5
50 - 230 ²⁾	0,8
dias 230 ³⁾	1,2

Keterangan :

¹⁾ Atap genteng.

²⁾ Atap beton ringan.

³⁾ Atap beton ketebalan > 6 inci (15 cm)

Tabel nilai TD_{EK} untuk Atap

Berat atap per satuan luas (kg/m^2)	Beda temperatur ekuivalen (TD_{EK}), K
kurang dari 50	24
50 ~ 230	20
lebih dari 230	16

Tabel tingkat pencahayaan minimum untuk bangunan gedung

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
Rumah tinggal:-					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 ~ 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 ~ 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
Perkantoran :					
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		♦	♦
Lembaga Pendidikan :					
Ruang kelas	250	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
Hotel dan Restoran :					
Lobi, koridor	100	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kafetaria	200	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Dapur	300	1	♦	♦	

Tabel catu udara segar minimum

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran udara/jam	m ³ /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/kantin	6	18
Toko, Pasar Swalayan.	6	18
Pabrik, bengkel.	6	18
Kelas, bioskop	8	
Lobi, koridor, tangga	4	
Kamar mandi, peturasan.	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

Tabel daya listrik maksimum untuk pencahayaan

Lokasi	Daya pencahayaan maksimum (W/m ²) (termasuk rugi-rugi balast)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Pasar swalayan.	20
Hotel :	
Kamar tamu.	17
Daerah umum.	20
Rumah Sakit	
Ruang pasien.	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restauran	25
Lobi	10
Tangga	10
Ruang parkir	5
Ruang perkumpulan	20
Industri	20
Pintu masuk dengan kanopi :	
Lalu lintas sibuk seperti hotel, bandara, teater.	30
Lalu lintas sedang seperti rumah sakit, kantor dan sekolah.	15
Jalan dan lapangan :	
Tempat penimbunan atau tempat kerja	2,0
Tempat untuk santai seperti taman, tempat rekreasi, dan tempat piknik	1,0
Jalan untuk kendaraan dan pejalan kaki	1,5
Tempat parkir	2,0