

**IMPLEMENTASI KONSEP ZERO ENERGY BUILDING (ZEB) DARI
PENDEKATAN ECO-FRIENDLY PADA RANCANGAN ARSITEKTUR**

Oleh :

Enggrila D. Magdalena

(Mahasiswa Prodi Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado)

Linda Tondobala

(Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado)

Abstrak

Perkembangan pembangunan diiringi kemajuan teknologi yang semakin tinggi saat ini, menyebabkan bangunan menjadi bagian dari beban lingkungan hidup yang besar. Hal ini dibuktikan oleh data yang menyatakan bahwa Sektor bangunan menyerap sebesar 40% sumber energi dunia, bahkan di Indonesia, sektor ini bertanggung jawab terhadap 50% dari total pengeluaran energi, dan lebih dari 70% konsumsi listrik secara keseluruhan (EECCHI, 2012). Dari besarnya penggunaan energi tersebut, sektor bangunan berkontribusi terhadap 30% emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Indonesia. Dampak konsumsi energi bangunan yang besar terhadap alam, tentunya menyebabkan kondisi sumber daya alam khususnya sumber – sumber tak terbarukan menjadi semakin langka dan akan sulit diakses dalam beberapa tahun mendatang. Menanggapi hal tersebut, maka diperlukan pendekatan secara ramah (Eco-Friendly) bagi setiap perancangan bangunan.

Pendekatan bangunan secara ramah (Eco-Friendly Architecture) atau yang disebut juga Arsitektur Hijau, menghasilkan beberapa konsep perancangan arsitektur seperti: Conserving Energy (Hemat Energi), Working with Climate (memanfaatkan kondisi dan sumber energy yang alami), Respect for site (menanggapi keadaan tapak pada bangunan), Respect for User (memperhatikan pengguna bangunan), Limiting New Resources (meminimalkan sumber daya baru), dan Holistic. Dengan latar belakang isu sumber energi tak terbarukan yang mulai menipis serta dampak buruk yang dihasilkan akibat konsumsi energy (tak terbarukan) bagi lingkungan, maka akan lebih baik bila dalam perancangan pembangunan lebih berfokus pada usaha konservasi dan efisiensi energi bangunan sehingga menjadi rancangan bangunan rendah energi. Bahkan tidak hanya mampu menghemat energi tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan energinya sendiri (Bangunan Nol Energi).

Konsep Zero Energy Building (ZEB) adalah terciptanya bangunan hijau yang dapat menghasilkan energi terbarukan yang cukup secara lokal untuk menyamai atau melebihi penggunaan energi dalam periode yang ditentukan. Pada dasarnya, dalam mengaplikasikan konsep ZEB yang harus diperhatikan adalah bagaimana menyeimbangkan antara jumlah sumber daya yang dipakai dengan jumlah sumber daya yang dihasilkan. Dengan konsep tersebut, desain bangunan akan memegang peranan yang sangat penting untuk mengurangi konsumsi sumber daya sebanyak mungkin, dan beban untuk menghasilkan sumber daya menjadi lebih ringan.

Kata Kunci : Zero Energy Building, Hemat Energi, Eco-Design

PENDAHULUAN

Isu mengenai krisis energi yaitu energi konvensional (tak terbarukan) yang semakin lama akan semakin habis menjadi topik hangat yang marak diperbincangkan dalam perkembangan dunia saat ini. Sejumlah ilmuwan telah memprediksi bahwa dalam beberapa tahun mendatang, sumber-sumber tak terbarukan, seperti minyak, gas alam, dan batu bara akan semakin langka dan tidak dapat diakses. Hal ini akan memiliki dampak yang sangat besar terhadap penggunaan energi di

masa depan, sehingga perlunya pengembangan sumber-sumber energi terbarukan alternatif dan implementasi konservasi energi (kebijakan efisiensi energi) dalam setiap rancangan pembangunan.

Energi konvensional (tak terbarukan) hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi atau tergantikan dalam waktu singkat. Sumber-sumber cadangan energi tersebut semakin lama akan semakin habis, biaya penambangan menjadi meningkat, dan berdampak pada peningkatan

harga jual pada masyarakat. Disaat yang bersamaan, energi konvensional tersebut menjadi faktor besar penyumbang pemanasan global dengan melepaskan emisi karbon ke atmosfer. Inilah mengapa energi konvensional dikatakan tidak ramah lingkungan, karena dengan menimbulkan polusi bagi lingkungan (udara, air dan tanah) juga berdampak pada penurunan tingkat kesehatan dan standar hidup bagi makhluk hidup yang tinggal didalamnya.

Dampak globalisasi juga terjadi pada perkembangan di bidang rancang bangun yang menjadikan bangunan sebagai salah satu pengguna energi terbesar bagi lingkungan hidup. Selain itu, dampak lain yang terjadi bagi lingkungan bahkan makhluk yang hidup didalamnya adalah efek rumah kaca dan perubahan iklim. Perancangan bangunan yang kurang memperhatikan keselarasan antara bangunan dan alam, mengeksploitasi sumber daya alam secara berlebihan, tanpa memikirkan jumlahnya yang lambat laun semakin berkurang serta kualitasnya yang semakin menurun, lebih memperburuk kondisi lingkungan alam kita. Mempertimbangkan isu-isu yang telah disebutkan tadi, maka diperlukan pendekatan arsitektur secara ramah (Eco-Friendly Architecture) sebagai upaya meminimalisir dampak buruk bagi sumber energi dan kondisi lingkungan saat ini.

Dalam bidang arsitektur, muncul istilah Eco-friendly Architecture untuk mendefinisikan desain arsitektur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pendekatan secara ekologi dilakukan dalam upaya meningkatkan keselarasan dan keseimbangan antara rancangan bangunan terhadap

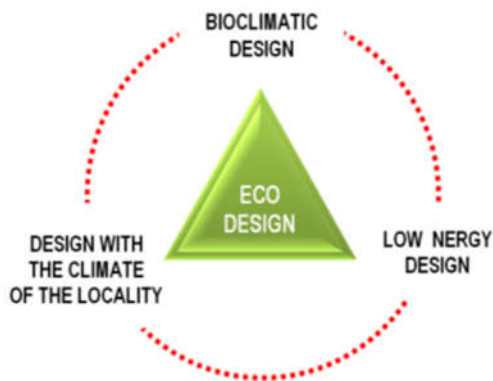
keberlangsungan energi dan sumber daya alam yang ada. Melalui pendekatan ini tercipta prinsip desain bangunan hemat/rendah energi yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi dan sebaliknya meningkatkan efisiensi energi pada bangunan. Dari prinsip desain tersebut tercipta sebuah konsep perancangan bangunan rendah energi yang disebut konsep Zero Energy Building (ZEB). Konsep ini merupakan sebuah strategi efisiensi energi yang bertujuan menghemat cadangan energi yang statusnya saat ini sedang berada dibawah tekanan. Diharapkan dengan penerapan konsep ini efisiensi energi pada bangunan akan meningkat dan secara bersamaan mampu menjaga kualitas hidup manusia serta alam sekitar. Hal ini juga dipandang sebagai solusi untuk masalah mengurangi emisi gas rumah kaca.

PEMBAHASAN

A. Pengertian

Eco Design atau yang juga sering disebut sebagai Green Design adalah sebuah gerakan berkelanjutan yang bertujuan menciptakan perancangan arsitektur, dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian material serta teknologi yang ramah lingkungan, serta penggunaan energi dan sumber daya yang efektif dan efisien. Istilah Eco Architecture sendiri merupakan istilah holistik yang masih luas dan mencakup semua bidang. Berbagai konsep Eco Design yang kontekstual diciptakan demi mencapai perancangan arsitektur yang selaras dengan perilaku alam serta berkontribusi dalam

melestarikan dan menjaga keberlangsungan sumber daya alam.



Gambar 1
Bagan Prinsip Desain Ekologi Menurut Ken Yeang
(2006)

Prinsip Eco “Low Energy Design” menjadi fokus dalam topik pembahasan kali ini. Prinsip Low Energy Design atau disebut juga sebagai Arsitektur Hemat Energi merupakan salah satu tipologi arsitektur hasil manifestasi dari Desain Sadar Energi (energy conscious design). Desain sadar energi merupakan salah satu paradigma arsitektur yang menekankan pada konservasi lingkungan global alami khususnya pelestarian energi yang bersumber dari bahan bakar tidak terbarukan (non renewable energy) dan yang mendorong pemanfaatan energi terbarukan (renewable energy). Sadar energi atau penghematan energi pada dasarnya adalah bukan mengurangi konsumsi energi, melainkan lebih efisien dalam mengkonsumsi energi.

Arsitektur Hemat Energi berlandaskan pada pemikiran minimalisasi penggunaan energi tanpa membatasi/mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktifitas penghuninya dengan memanfaatkan sains dan teknologi modern. Dicapai melalui sinergi

antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi. Salah satu konsep arsitektur yang mendukung gerakan hemat energy adalah konsep Zero Energy Building (ZEB). Konsep Zero Energy Building (ZEB) adalah suatu upaya yang lebih progresif dalam mengurangi pemborosan dalam pemakaian energi tak terbarukan dan emisi gas rumah kaca.

Zero energy, Populer dengan istilah Zero Energy Building (ZEB), muncul di Eropa sekitar tahun 1980-an, meskipun baru 15 tahun belakangan menjadi gerakan besar dalam arsitektur. ZEB mulai populer ketika permasalahan lingkungan merambah ke ranah arsitektur. Penghematan energi dalam bangunan bukan lagi persoalan menghemat energi semata, tetapi merupakan bagian penting memangkas emisi CO₂. Secara harfiah **Konsep Zero Energy Bulding** diartikan sebagai **”Bangunan Tanpa Energi”**. Konsep Zero Energy Building Merupakan pemahaman tentang bangunan yang secara keseluruhan (net) tidak mengonsumsi energi yang bersumber dari listrik negara (PLN) maupun bahan bakar fosil. Dengan kata lain, ZEB merupakan konsepsi bangunan yang dapat mencukupi kebutuhan energinya sendiri dari sumber energi terbarukan, seperti matahari, angin, air, bahan bakar nabati, biomassa, dan biogas.

ZEB Meskipun demikian, mengingat beberapa sumber energi terbarukan, seperti energi matahari dan angin, seringkali tergantung pada kondisi cuaca yang kadang kala tidak mendukung, konsepsi ZEB masih membuka kemungkinan penggunaan energi fosil pada saat tertentu. Pada saat lain

bangunan harus mampu memproduksi energi terbarukan secara berlebih untuk mengimbangi kekurangan energi pada waktu lain. Konsepsi ZEB lebih mengarah pada total energi yang dikonsumsi bangunan, antara tekor energi (energi yang dikonsumsi dari PLN dan generator minyak), dan surplus energy (energi yang dihasilkan perangkat pembangkit energi di bangunan: sel surya, baling-baling, dan biogas). Secara keseluruhan konsumsi energi bangunan harus nol atau bahkan surplus (menghasilkan energi lebih dari yang dikonsumsi).

Konsepsi ZEB tidak terkait dengan energi yang digunakan saat pembangunan (konstruksi) dan energi yang dikandung material bangunan (embodied energy) ketika material tersebut diproduksi, tetapi lebih kepada energi operasional yang dikonsumsi bangunan per satuan waktu tertentu. Konsepsi ZEB tidak lepas dari strategi konservasi energi bangunan yang maksimal, simultan dengan optimasi produksi energi terbarukan untuk menopang kebutuhan energi bangunan. Tanpa strategi rancangan bangunan hemat energi, konsepsi ZEB tidak akan pernah terwujud.

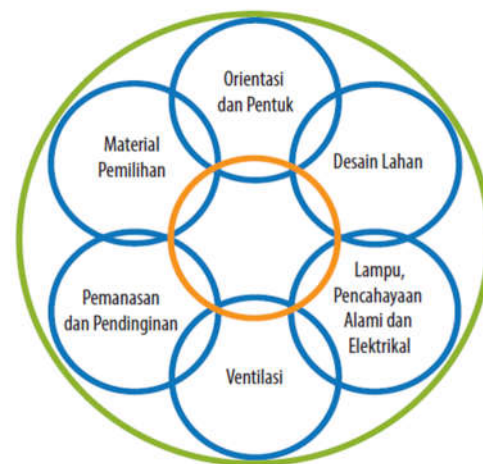
B. Strategi Implementasi

1. Konsep Bangunan Hemat Energi

Untuk dapat mempersiapkan serta memandu desain dan proses konstruksi yang hemat energi yang diperlukan dalam rangka mencapai hasil akhir yang hemat energi, pengembang bangunan harus memahami elemen-elemen utama efisiensi energi, yaitu:

a. Proses Desain Terintegrasi (*Integrated Design Process*)

Proses desain terintegrasi mencakupi karakteristik lokasi dan desain bangunan, yang meliputi pilihan-pilihan arsitektur, struktural, mekanik, dan listrik dengan tujuan untuk meminimalisasi konsumsi energi. Untuk mencapai tujuannya, pendekatan terintegrasi ini membutuhkan kolaborasi erat antara arsitek dengan insinyur mekanik, struktural, dan listrik, serta kontraktor dalam fase desain dan konstruksi.



Gambar 2
Aspek-aspek dalam Proses Desain
Bangunan Hemat Energi
(Sumber : Buku Pedoman Energi Efisiensi
untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia, hal: 30)

b. Pilihan Material dan Teknologi

Seluruh material dan teknologi yang digunakan pada muka dan lapisan luar dari selubung bangunan, untuk konservasi air, pemasangan listrik (lampu, dan sebagainya), dan sistem AC, harus didesain secara akurat untuk meminimalisasi konsumsi energi yang dihasilkan, dan pada saat yang bersamaan juga memenuhi syarat fungsional dan lainnya dari bangunan tersebut.

Pemilihan material yang ramah dapat dijabarkan menjadi dua hal yakni dari sisi teknologi dan penggunaan. Dari sisi teknologi, misalnya, pemilihan bahan sebaiknya menghindari adanya toksin atau racun dan diproduksi tidak bertentangan dengan alam. Sedangkan dari sisi penggunaan, pemilihan material yang ramah lingkungan misalnya menggunakan lampu hemat energi seperti lampu LED yang rendah konsumsi listrik. Juga Penggunaan material lokal yang justru akan lebih menghemat biaya (biaya produksi, angkutan).

Material ramah lingkungan memiliki kriteria sebagai berikut :

- a. Tidak beracun, sebelum maupun sesudah digunakan
- b. Dalam proses pembuatannya tidak memproduksi zat-zat berbahaya bagi lingkungan
- c. Dapat menghubungkan kita (pengguna) dengan alam, dalam arti kita makin dekat dengan alam karena kesan alami dari material tersebut (misalnya bata mengingatkan kita pada tanah, kayu pada pepohonan)
- d. Bisa didapatkan dengan mudah dan dekat (tidak memerlukan biaya atau proses memindahkan yang besar, karena menghemat energi BBM untuk memindahkan material tersebut ke lokasi pembangunan)
- e. Bahan material yang dapat terurai dengan mudah secara alami.

c. Iklim

Karena kebanyakan energi dalam bangunan digunakan untuk memastikan

kenyamanan manusia, jelas bahwa iklim sekeliling serta kondisi dalam ruangan yang ditargetkan memiliki dampak yang besar bagi kinerja energi bangunan:

- *Radiasi sinar matahari* (panas dan cahaya) mempengaruhi persyaratan beban pendinginan dan desain pencahayaan bangunan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh orientasi muka bangunan dan material yang digunakan pada selubung bangunan.
- *Suhu udara dengan kelembaban relatif* merupakan parameter dominan untuk mempertimbangkan desain AC untuk mencapai kenyamanan manusia dan lingkungan dalam ruangan yang diinginkan.
- *Kelembaban relatif* memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan dalam ruangan dan kenyamanan manusia sehingga menjadi faktor penting dalam menentukan desain AC dan pencapaian iklim dalam ruangan yang baik.
- *Arah angin utama* dapat digunakan dalam beberapa kasus untuk mengurangi kebutuhan pendinginan dan ventilasi sehingga perlu untuk dipertimbangkan.

d. Operasi

Panduan operasional dan pemeliharaan bangunan yang difokuskan pada langkah-langkah efisiensi energi esensial untuk mencapai dan memelihara kinerja energi yang ditargetkan melalui desain bangunan. Lebih lanjut lagi, *Building Automation System dan Building Energy Management System* (BAS & BEMS) merupakan sistem yang tepat untuk mencapai dan memelihara operasi bangunan yang efisien, terutama pada bangunan besar.

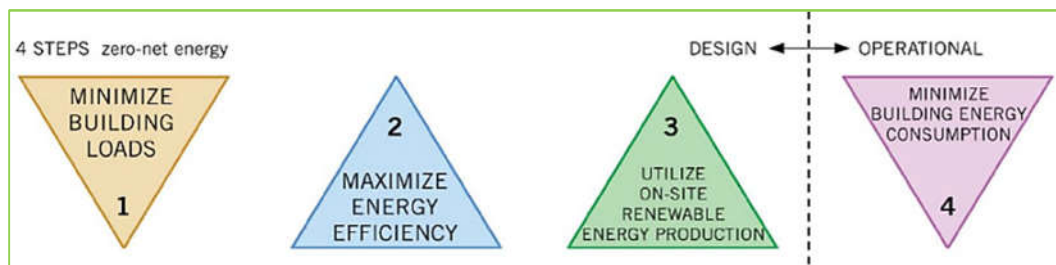
e. Behavior

Kesadaran dan kepedulian akan pemakaian energi serta lingkungan dalam ruangan dari seluruh orang yang menggunakan bangunan sangatlah penting. Pendidikan dan pelatihan dapat meningkatkan pemahaman penghuni bangunan akan pentingnya upaya pengelolaan bangunan dalam memelihara dan meningkatkan efisiensi energi bangunan serta bentuk-bentuk kontribusi yang mereka dapat lakukan.

Zero Energy Building (ZEB)

didefinisikan sebagai bangunan yang digunakan sebagai hunian atau komersial yang mampu mereduksi kebutuhan energi secara drastis sehingga tercapai efisiensi, yaitu keadaan dimana tercapai keseimbangan kebutuhan energi yang disuplai dengan energi terbarukan.

Adapun Langkah-langkah dalam mencapai Zero Energy Building adalah sebagai berikut :



Gambar 3
Bagan Prinsip Perancangan, Perancangan
dan Pelaksanaan Zero Energy Building (ZEB)
Sumber : Perkins+Will Research Journal / Vol. 05.02 (hal. 74)

Keterangan :

1. *Minimize Building Loads* (Meminimalkan Beban Bangunan)
2. *Maximize Energy Efficiency* (Memaksimalkan Efisiensi Energy)
3. *Utilize On-Site Renewable Energy Production* (Memanfaatkan Produksi Tenaga Yang Dapat Diperbaharui Pada Site)
4. *Minimize Building Energy Consumption* (Meminimalkan Konsumsi Energi Bangunan).

2. Peluang dan Kendala

a. Situs

Pemilihan situs/lokasi untuk proyek, harus melalui penilaian terhadap peluang dan kendala situs yang relevan bagi proyek dan efisiensi energi. Hal ini penting berkaitan dengan Prinsip Desain Solar Pasif. Pertimbangan ini akan meliputi orientasi situs dan hubungannya dengan arah sinar matahari dan arah angin pada umumnya, fitur peneduh seperti pohon, bukit bangunan lain, dan faktor lain yang mempengaruhi iklim lokal seperti arah angin utama, dll.

b. Iklim

Kinerja energi bangunan juga sangat ditentukan oleh seberapa baik adaptasi desain terhadap iklim lokal. Maka dari itu, sangat penting bagi pengembang dan tim desain untuk memiliki pemahaman yang jelas akan iklim lokal, variasi harian dan musimannya, serta pengaruhnya terhadap potensi efisiensi energi dari desain.

Indonesia memiliki iklim tropis yang dicirikan oleh curah hujan yang tinggi, tingkat kelembaban tinggi, suhu tinggi, dan angin yang rendah. Musim hujan terjadi dari

November hingga Maret, sementara musim kering dari April hingga Oktober. Curah hujan di area dataran rendah rata-rata 180–320 cm (70–125 in) per tahun, dan meningkat seiring tinggi permukaan hingga rata-rata 610 cm (240 in) di beberapa area pegunungan.

c. Anggaran

Dalam banyak kasus, mendesain bangunan yang hemat energi umumnya memakan biaya yang lebih mahal dibandingkan bangunan konvensional; namun biaya-biaya ini dapat dibatasi dengan proses desain terintegrasi serta perencanaan yang teliti. Biaya tambahan yang terkait dengan bangunan hemat energi dapat diperoleh kembali dalam waktu yang singkat di kebanyakan kasus karena sewa yang lebih tinggi dapat dikenakan pada ruangan yang hemat energi dan biaya operasional bangunan secara keseluruhan akan lebih rendah.

Kendala utama bagi pengembang bangunan adalah kesalahpahaman bahwa pengeluaran modal lebih penting dibandingkan biaya siklus hidup bangunan. Mayoritas pemilik dan pengembang bangunan lebih peduli akan biaya awal tanpa menyadari bahwa biaya awal berhubungan erat dengan biaya operasional bangunan. Penggunaan desainer yang berpengalaman dalam proyek bangunan hemat energi serta material konstruksi dan peralatan mekanik/listrik yang tidak layak dan tidak tahan lama akan berdampak terhadap biaya operasional dan pemeliharaan bangunan seiring waktu. Biaya energi juga bisa sulit diprediksi secara akurat dalam fase desain. Asumsi harus dibuat mengenai profil pengguna dan tingkat

penghunan, yang akan berdampak pada konsumsi energi. Namun data mengenai jumlah konsumsi energi untuk bangunan dapat diambil dari analisis teknik atau dari program perangkat lunak efisiensi energi.

d. Ketersediaan material/teknologi

Untuk mendirikan bangunan hemat energi, material bangunan harus dipilih dengan pertimbangan spesifikasi seperti kinerja, harga, ketersediaan, estetika, dan keberlanjutan.

e. Pertimbangan Estetika

Tantangan terbesar dalam meningkatkan efisiensi energi pada bangunan umum dan komersial adalah membangun arsitektur yang memuaskan secara estetika dan pada saat yang bersamaan memenuhi persyaratan teknis yang ditentukan oleh iklim lokal dan pilihan material yang tersedia. Penting untuk menentukan tujuan yang jelas mengenai tampak bangunan, dan memahami implikasi dari kinerja energi, biaya awal, dan biaya siklus hidup terhadap estetika keseluruhan proyek.

Dalam rangka mendorong dan mempromosikan desain hemat energi pada bangunan serta jasa-jasa yang disediakan, berikut adalah *faktor-faktor utama* yang perlu dipertimbangkan :

Tabel 1
Panduan Teknis Bangunan Hemat Energi

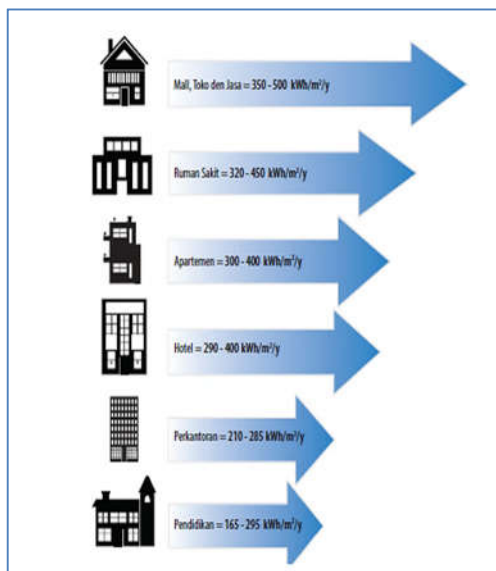
Aspek	Penjelasan	Dampak terhadap Biaya Modal	Dampak terhadap Biaya Operasional	Pertimbangan Praktik Terbaik	Catatan
Iklim	Suhu	Biaya lebih tinggi bila suhu lebih tinggi	Biaya lebih tinggi bila suhu lebih tinggi	-	34°C DB and 28°C WB
	Kelembaban Relatif	Biaya lebih tinggi bila kelembaban lebih tinggi	Biaya lebih tinggi bila kelembaban lebih tinggi	-	55% - 97%
	Radiasi	Biaya lebih tinggi bila radiasi lebih tinggi	Biaya operasional menjadi lebih rendah dengan peneduh (<i>shadowing</i>)	Peneduh (kanopi, bangunan, lansekap)	-
	Aliran Angin	Tidak ada biaya	Biaya menjadi lebih rendah dengan integrasi aliran angin	-	-
Kenyamanan Suhu	Suhu	Makin rendah kapasitas pendingin, maka makin rendah biaya modal	Peningkatan sebesar 10C = mengurangi konsumsi energi total sebesar 5%	25,5 ± 1,5 °C	SNI 6390 - 2011
	Kelembaban Relatif	Makin rendah kapasitas pendingin, maka makin rendah biaya modal	Meningkatkan kelembababn relatif akan mengurangi biaya operasional	60 ± 5%	SNI 6390 - 2011
	Pergerakan Udara	Diperlukan sejumlah biaya tambahan untuk kipas langit-langit	Meningkatkan pergerakan udara dari 0,25 m/detik ke 0,8 m/detik dapat meningkatkan suhu ruangan dari 250C ke 270C a mengurangi konsumsi energi total sebesar 10%	Kombinasi sistem AC dan kipas langit-langit	0, 25 m/sec (ASHRAE)
	Tingkat Ventilasi	Biaya lebih tinggi untuk tingkat ventilasi lebih tinggi	Biaya lebih tinggi untuk tingkat ventilasi lebih tinggi	2.5 L/s/orang 0.3 L/s/m ² dari udara di luar	ASHRAE
Pencahayaan	Sinar Matahari	Tidak ada biaya	Menghemat biaya energi pencahayaan hingga lebih dari 50%	300 lux (kedalaman ruangan sama dengan dua kali tinggi jendela)	GBCI
	Kepadatan Daya Cahaya	Pemasangan lampu T5 tidak menimbulkan biaya tambahan untuk bangunan baru; potensi tinggi untuk retrofit dalam 2 tahun PP	Mengganti bola lampu biasa dengan T5 mengurangi konsumsi energi pencahayaan hingga 30%	8-12 Watt/m ²	SNI 6197-2011
		Pemansangan lampu LED menimbulkan biaya tambahan untuk bangunan baru; periode payback maksimal 2 tahun.	Mengganti bola lampu biasa dengan LED mengurangi konsumsi energi pencahayaan hingga 50%	8-12 Watt/m ²	SNI 6197-2011

Pendinginan	Situs	-	-	-	-	
	Pasifg	Lokasi	No cost	Jauh lebih rendah dibanding arah Barat-Timur	Dinding pembuka di arah Utara-Selatan	-
		Orientasi	Tidak ada biaya	-	-	-
	Bentuk Bangunan	Lebih pendek dinding parameter, lebih rendah biaya	Makin rendah WWR, makin rendah konsumsi energi	*) Bangunan perkiraan di Singapura	-	
	Selubung Bangunan -WWR	Lebih rendah biaya WWR, lebih rendah biaya konstruksi	Biaya insulasi yang lebih tinggi akan mengurangi konsumsi energi	Mengurangi kenaikan panas dengan menghitung OTTV 35 W/m ²	SNI 6389-2011	
	Selubung Bangunan - Insulasi	Biaya insulasi yang lebih tinggi akan menghemat investasi pendingin ruangan	Secara signifikan mengurangi biaya operasional	Area pembukaan 5-10% dari area lantai	Cocok untuk bangunan rendah saja	

Sumber : Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia

C. Sasaran Implementasi

Sekitar 50 persen penggunaan energi pada bangunan disebabkan oleh proses-proses yang diperlukan untuk menciptakan iklim dalam ruangan buatan melalui pemanasan, pendinginan, ventilasi, dan pencahayaan. Konsumsi energi bangunan pada umumnya memakan sekitar 25 persen dari total biaya operasi bangunan.

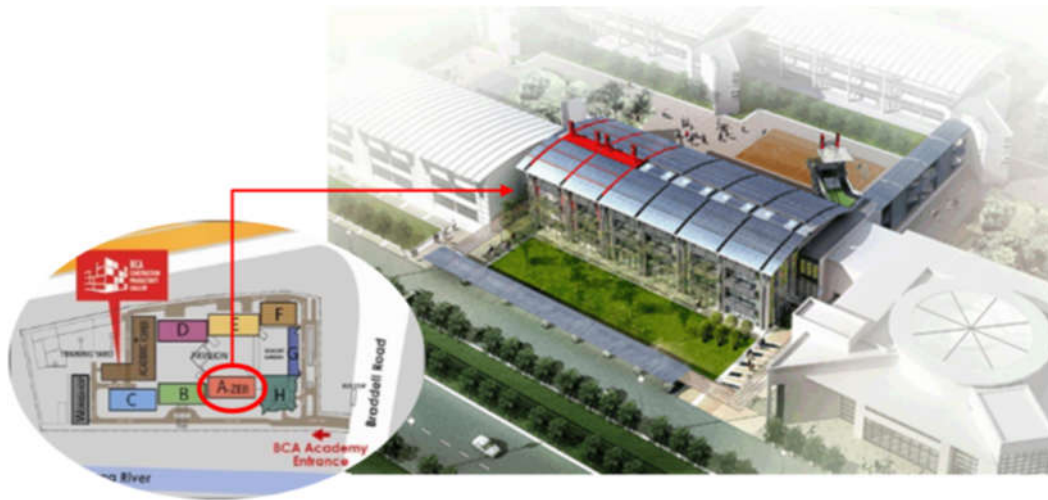


Gambar 5
Tipe-Tipe Bangunan dan Indeks Efisiensi Energy
Sumber: (Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia)

Pada saat ini, data yang tersedia di Indonesia mengenai konsumsi energi di tipe-tipe bangunan yang berbeda masih terbatas, namun berdasarkan pengalaman lokal dan penelitian internasional, diperkirakan bahwa konsumsi tipe-tipe bangunan yang berbeda adalah seperti yang digambarkan pada gambar 3 di atas. Angka-angka tersebut juga digunakan dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta tentang Bangunan Gedung Hijau untuk menghitung Indeks Efisiensi Energi (Energy Efficiency Index/EEI) yang didasarkan pada patokan jam operasional sepanjang 2.080 jam/tahun (untuk pendidikan), 2.600 jam/tahun (untuk perkantoran), 4.386 jam/tahun (untuk mall, toko, dan jasa), dan 8.736 jam.

Melihat data yang sudah ada maka sasaran implementasi terbaik untuk melaksanakan penghematan energy adalah pada bangunan dengan konsumsi energy terbesar. Dengan demikian bangunan mall, toko, atau jasa berpotensi besar menjadi prioritas sebagai wadah implementasi konsep zero energy building.

D. Studi Kasus : BCA Academy, Singapore



Gambar 6
Gedung ZEB BCA Academy, Singapura
Sumber : www.asiagreenbuildings.com

Pengenalan objek :

1. Lokasi : Kampus Jalan Braddell, Singapura
2. Koordinat Geografis : 1 ° LU, 103 ° BT
3. Tipologi Hunian : Kantor - Kampus
4. Tipologi Struktur : Konstruksi Baru
5. Jenis Iklim : Hutan Hujan Tropis
6. Luas Tapak : 4500 M²

BCA (Building and Construction Academy) adalah salah satu lembaga di bawah Departemen Pembangunan Nasional Pemerintah Singapura yang bertugas mengembangkan teknologi -teknologi hijau untuk memenuhi tujuan membuat 80 persen bangunan Singapura menjadi bangunan hijau pada tahun 2030. ZEB adalah proyek unggulan BCA dan merupakan bangunan Net-Zero Energy (Nol Energy) pertama di Singapura.

ZEB dirancang dengan dua tujuan utama:

- Memberikan pelayanan sebagai laboratorium untuk integrasi teknologi hijau pada bangunan-bangunan yang ada.
- Menjadi sebuah pusat studi teknologi bangunan efisien energi dan bangunan ramah lingkungan.

Untuk memenuhi tujuan nol energi, tim desain mengadopsi satu pendekatan desain terpadu yang berfokus pada dua prinsip umum untuk mengurangi konsumsi energy: Strategi desain *Pasif* dan *Aktif*.

1. Strategi Desain Pasif

Perancangan pasif merupakan cara penghematan energi melalui pemanfaatan energi matahari secara pasif, yaitu tanpa mengonversikan energi matahari menjadi energi listrik.

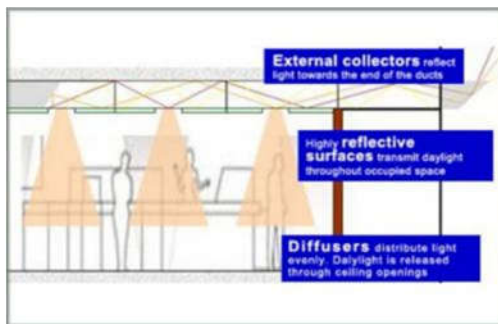
a. Meminimalkan Panas Transmitans

Minimumkan transmisi panas dengan cara mengurangi jumlah panas yang memasuki bangunan pada musim panas dan

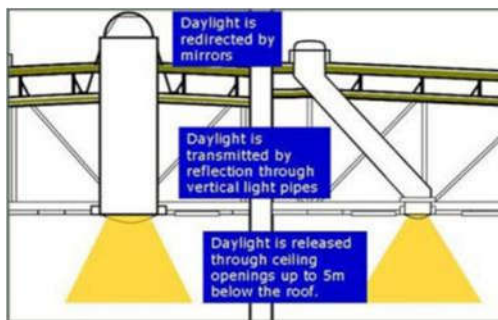
membantu mengurangi beban pada system pendingin udara. Menerapkan shading (naungan) oleh pv dan fasade berventilasi, efisiensi energi pada fasade, atap hijau, dan penghalang cahaya.

b. Pencahayaan Siang Hari

Daylight / cahaya matahari pada siang hari masuk jauh ke dalam ruang mengurangi jumlah pencahayaan/penerangan buatan yang diperlukan.



Gambar 7
Pencahayaan Pasif
Sumber : www.nzeb.in.com



Gambar 8
Mirrors Duct
Sumber : www.nzeb.in.com

Beberapa fitur pencahayaan pasif ialah sebagai berikut :

1) Mirrors Duct

Mirrors ducts (Saluran Cermin) menangkap cahaya zenith siang hari (yang mana lebih terang dari siang hari lateral) melalui kolektor-kolektor eksternal.

cahaya disalurkan ke saluran reflektif horisontal dalam langit-langit buatan. cahaya dipanen dari saluran cermin biasanya bebas menyilaukan dan teknologi dalam volves tidak ada bagian-bagian mekanik dan memerlukan listrik.

2) Light shelves

Light shelves merupakan permukaan yang sangat reflektif yang memantulkan cahaya siang hari lebih dalam ke gedung. Penghalang Cahaya (light shelves) pada bangunan dirancang untuk menjaga suhu ruangan tetap dingin, element ini diletakkan pada setiap atas jendela dan dirancang untuk memantulkan cahaya matahari.

3) Pipa Cahaya

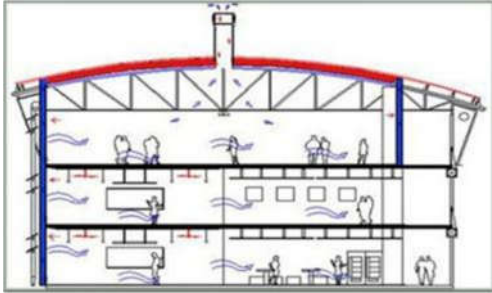
Pipa cahaya pada dasarnya adalah pipa yang menonjol dan melekat pada atap bangunan dan menyalurkan sinar matahari langsung ke dalam ruang-ruang dalam. Mereka lebih hemat energi daripada skylight karena energi yang berkurang akibat area permukaan yang dikurangi. Dua jenis pipa cahaya yang di gunakan dalam ZEB : satu dilengkapi dengan cermin memutar dan satu tidak.

c. Ventilasi alami

Lebih dari 40 persen dari energi yang dikonsumsi dalam sebuah ruangan dipakai untuk pengkondisian udara / AC. Ventilasi alami dalam konsep ZEB membantu mengurangi beban AC.

Pada atap bangunan, Panel-panel matahari dipasang berdampingan dengan beberapa Menara Cahaya Matahari (Solar Chimneys) yang berfungsi memasukkan udara

dari luar ke dalam bangunan melalui shaft vertikal. Ketika beroperasi, pemanas dan pendingin ruangan akan mati, sehingga menghemat energi namun tetap menyediakan sirkulasi udara yang baik.



Gambar 9
Desain Aktif Ventilasi Alami
Sumber : www.nzeb.in.com



Gambar 10
Solar Chimneys
Sumber : www.nzeb.in.com

Kaca adalah salah satu strategi utama yang digunakan untuk pengendalian pemindahan panas. Pada ZEB, empat tipe kaca berbeda telah dipasang dan peneliti akan menganalisa kinerja dari tiap kaca tersebut.

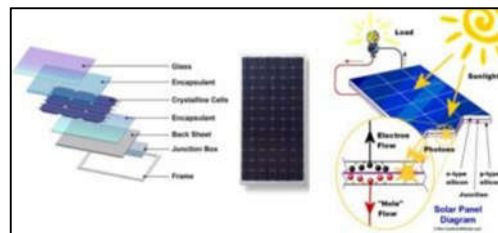
1) Kaca Electrochromic.

Jenis kaca ini merubah tingkat opacity tergantung pada jumlah sinar matahari yang masuk. Ketika dalam keadaan menerima banyak sinar matahari, kaca jendela menjadi terlihat gelap. Dan sebaliknya Ketika sinar matahari berkurang kaca electrokromik akan kembali pada keadaan semula menjadi

transparan. Sangat cocok untuk mengatur privasi dan kenyamanan.

2) Kaca Fotovoltaik

Kaca ini memiliki fungsi ganda memberikan naungan (shading) dan secara bersamaan menghasilkan tenaga. Kaca fotovoltaik (PV) adalah sektor teknologi dan penelitian yang berhubungan dengan aplikasi panel surya untuk energi dengan mengubah sinar Matahari menjadi listrik.



Gambar 11
Kaca Photovoltaic
Sumber : www.solaripedia.com

3) Double Glazed Units (DGU)

Jenis ini merupakan kerangka panel kaca ganda jendela yang dipisahkan oleh ruang hampa udara untuk mengurangi pemindahan panas yang melintasi bagian selubung bangunan. Kaca DGU dijadikan referensi untuk sebuah perbandingan.

Udara antara kerangka panel ganda sepenuhnya dikeringakan dan ruang disegel kedap udara, memberikan sifat isolasi unggul dan menghilangkan kemungkinan kondensasi. Dua kaca mengelilingi semua area berpendingin, dengan satu kaca dipasang dalam ruang kelas dan aula sekolah.

2. Strategi Desain Aktif

Dalam rancangan aktif, energi matahari dikonversi menjadi energi listrik sel solar, kemudian energi listrik inilah yang digunakan memenuhi kebutuhan bangunan.

a. Sensor

Sensor hunian mengendalikan jumlah pencahayaan buatan yang digunakan. Lampu diaktifkan hanya ketika seseorang memasuki sebuah ruangan. Selain itu, intensitas cahaya disesuaikan menurut tingkat keadaan siang hari tersebut. Ketika ada siang hari melimpah, cahaya buatan secara otomatis redup. Angka suhu dan ventilasi juga disesuaikan dengan sensor hunian, menurut jumlah orang yang menggunakan ruang. Pemantau kadar CO_2 diletakkan di setiap ruangan. Sistem mekanis bangunan akan menyediakan udara segar tambahan ketika terdapat banyak orang di dalam ruangan yang menyebabkan tingkat CO_2 meningkat. Selain itu di dalam bangunan ini juga dibuat aturan untuk tidak merokok.

b. Sistem HVAC

HVAC (heating, ventilation, dan air-conditioning) dalam bahasa Indonesia: pemanasan, ventilasi, dan AC. Kadangkala disebut sebagai pengontrol iklim.



Gambar 12
Sistem HVAC
Sumber : www.solaripedia.com

Beberapa fitur sistem HVAC yang diterapkan ialah sebagai berikut :

1) Pendingin / AC Hemat Energi

Sistem mendeteksi tingkat kadar karbon dioksida dan menurunkan kecepatan kipas dan kebutuhan ventilasi, demikian juga ketika semakin sedikit orang di sekitar.

2) Lantai Diffusers (pembaur)

Dengan fitur ini udara dingin yang dipasok dan ketika menjadi hangat akan naik menuju ventilasi di langit-langit dan keluar dari gedung.



Gambar 13
Lantai Diffusers
Sumber : www.inhabitat.com

3) Personalized Ventilation

Dengan fitur ini pasokan pendinginan di setiap meja disesuaikan sesuai dengan kebutuhan per individu.



Gambar 14
Personal Ventilation
Sumber : www.inhabitat.com

c. Green Roof dan Green Wall

Green Roof dan *green wall* pada bangunan digunakan untuk melindungi bangunan dari sinar matahari langsung sehingga mengisolasi bangunan dari suhu panas dimusim panas sehingga mengurangi kebutuhan energi.



Gambar 15
Aplikasi Green Roof & Green Wall
Sumber : www.inhabitat.com

d. Pencahayaan Efisien

Penggunaan lampu neon memotong daya sebesar 26 persen.

e. Shading Devices (Perangkat Peneduh)

Bekerja dengan sistem penghijauan (tanaman hijau) untuk memotong transmisi

panas. Perangkat shading dipasang untuk melindungi bangunan dari panas matahari langsung, namun juga memantulkan pencahayaan alami ke dalam interior bangunan.



Gambar 16
Shading Devices
Sumber : www.inhabitat.com

Berikut adalah rangkuman strategi-strategi khusus yang dijalankan sebagai kunci keberkelanjutan pada rancangan bangunan ZEB BCA academy:

- Carbon Reduction Strategies (Strategi Mereduksi Karbon)
- Heat Transmission Reduction (Mereduksi Transmisi Panas)
- Natural Ventilation (Ventilasi Alami)
- Daylight (Pencahayaan Siang Hari)
- Air Conditioning System (Sistem Pengkondisian Udara / AC)
- Individual Controls (Kontrol Individual)
- Materials (Construction) / Bahan (Konstruksi)
- Wellness (Design) / Kesehatan (desain)
- Comfort Modes (Tingkat Kenyamanan) : Thermal Comfort (Kenyamanan Termal), Visual Comfort (Kenyamanan Visual)

KESIMPULAN

Gerakan berkelanjutan dalam bidang rancang bangun sudah saatnya dilakukan pada

masa kini. Upaya yang perlu dilakukan adalah melalui pendekatan secara ramah lingkungan (eko) pada setiap perancangan arsitektur. Melihat status bangunan sebagai salah satu konsumen energi terbesar bagi sumber energi yang ada, maka prinsip Eco-Low Energy Design sangat tepat untuk diterapkan. Dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang mempengaruhi desain, konstruksi, dan operasi bangunan seperti iklim, kenyamanan suhu, pendinginan pasif, simulasi energi, system bangunan, dan pengadaan, target dari bangunan hemat energi dapat dicapai.

Konsep perancangan rendah energi yaitu Zero Energy Building (ZEB) atau yang diartikan sebagai bangunan nol/tanpa energi merupakan Inovasi terbaru dari prinsip desain bangunan hemat energi. Secara garis besar konsep zero energy building adalah menjalankan strategi hemat energi dan menemukan inovasi serta integrasi teknologi-teknologi hijau agar mampu mereduksi kebutuhan energi tak terbarukan secara maksimal. Prinsip kerja dari Zero Energy Building pada dasarnya adalah Meminimalkan Beban Bangunan, Memaksimalkan Efisiensi Energi, Memanfaatkan Produksi Energi Yang Dapat Diperbaharui Pada Site, dan Meminimalkan Konsumsi Energi Bangunan, dengan tujuan bangunan mampu memenuhi kebutuhan energinya sendiri bahkan lebih jika dimungkinkan. Secara bijak tentunya yang menjadi sasaran terbaik bagi implementasi konsep penghematan energy adalah pada bangunan dengan konsumsi energy terbesar.

Kendala dan tantangan juga berlaku pada konsep rancangan ini, antara lain : Perlunya penilaian terhadap pemilihan

situs/lokasi untuk bangunan, pertimbangan iklim, anggaran yang besar, ketersediaan material/teknologi dan tentunya pertimbangan estetika yang cukup rumit untuk diaplikasikan secara bersamaan dengan tujuan efisiensi pada bangunan. Berbagai manfaat yang bisa kita dapat dari implementasi konsep ZEB pada rancangan bangunan yaitu: Sebagai respon terhadap perubahan iklim, terpeliharanya cadangan sumber daya energi global, Tagihan utilitas yang lebih rendah, Nilai properti yang lebih tinggi, Kondisi teknis struktur dan peralatan yang lebih baik, Lingkungan dalam ruangan serta kinerja penghuni yang lebih baik, Emisi gas rumah kaca yang berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan Billy, dkk. 2012. **Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia**. Jakarta : Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia.
- Berchmans Hanny, dkk. 2014. **Panduan Penghematan Energi di Gedung Pemerintah**. Jakarta : www.iced.or.id
- Wittkoph Stephen. 2015. **Case Study of Tropical Net Zero – BCA (Building and Construction)**. Singapore : copyright 2015 ASHRAE - www.hpbmagazine.org.
- <http://blog.gbcindonesia.org/net-zero-building.html>
- www.nzeb.in/case-studies/bca-case-study.html
- www.inhabitat.com/tour-singapores-greenest-building-bca-academys-zero-energy-headquarters/bca-net-zero-building
- www.indoenergi.com