

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Teori

#### 2.1.1 Penerapan *Green Building*

Dalam penerapannya *green building* membantu memenuhi kebutuhan akan pemberdayaan potensi site, selain itu arsitektur hijau juga lebih irit dalam penggunaan sumber daya alam sehingga membantu menghemat sumber energi yang tak terbarukan. Menurut Budi Pradono dalam artikel *Green Design dalam Perspektif Arsitek Muda. Good Business With Green Design*. 8 November, *Green* dalam konsep arsitektur hijau interpretasinya sebagai sebuah keberlanjutan atau sustainable, ramah terhadap lingkungan atau *earth friendly*, dan juga merupakan bangunan yang memiliki performa yang baik atau *high performance building*.

Dalam peraturan menteri pekerja umum dan perumahan rakyat republik Indonesia No. 02 tahun 2015 (PERGUB, 2015) menjelaskan bahwa: “*Green building* adalah bangunan gedung yang memenuhi persyaratan dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip bangunan gedung hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam tahapan penyelenggaraannya”.

Dalam penelitian ini, akan dijelaskan mengenai efektivitas bangunan dengan konsep *green building*. Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) di Amerika Serikat, bahwa *green building* merupakan praktik yang bertujuan untuk menciptakan struktur dan proses penggunaan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan menggunakan sumber daya secara efisien selama seluruh siklus hidup konstruksi. Oleh karenanya, pelaksanaan penelitian ini diharapkan akan mampu memberi gambaran mengenai seberapa efektif suatu bangunan dengan konsep *green building* dalam hal efisiensi energi dan lingkungan.

Penerapan *green building* menjadi fokus utama penelitian. *Green building* adalah pendekatan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam merancang, membangun, dan mengoperasikan bangunan. Tujuan utama penerapan *green building* adalah untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan,

meningkatkan efisiensi sumber daya, dan menciptakan ruang yang sehat dan nyaman bagi penghuni.(Sudarwani, 2012)

Pada pembahasan kali ini, akan dijelaskan secara komprehensif mengenai konsep, prinsip, dan praktik penerapan *green building*. Praktik-praktik *green building* melibatkan berbagai aspek seperti desain arsitektur yang berkelanjutan, pemanfaatan energi terbarukan, penggunaan teknologi hemat air, pemilihan bahan dan konstruksi ramah lingkungan, serta pengelolaan limbah dan daur ulang (Sudarman et al., 2021). Tinjauan pustaka ini akan menguraikan praktik-praktik tersebut dengan memberikan contoh-contoh nyata dan hasil penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya.

Selain itu, penting juga untuk memahami manfaat yang diperoleh dari penerapan *green building*. Manfaat-manfaat tersebut meliputi penghematan energi dan biaya operasional dalam jangka panjang, peningkatan kualitas udara dalam ruangan yang berdampak positif pada kesehatan penghuni, pengurangan dampak lingkungan negatif seperti emisi karbon, dan peningkatan kenyamanan dan produktivitas penghuni.

- Namun, penerapan *green building* juga dihadapkan dengan beberapa tantangan. Tantangan tersebut meliputi biaya awal yang lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan konvensional, keterbatasan teknologi dan aksesibilitas pasar, serta ketidakmampuan untuk secara komprehensif memperhitungkan faktor-faktor lingkungan dalam setiap aspek desain dan konstruksi(Sudarwani, 2012)

Dalam penelitian ini, prinsip desain bangunan hijau menjadi fokus utama penelitian sebagai pedoman dalam mengembangkan bangunan yang berkelanjutan. Prinsip-prinsip ini bertujuan untuk menciptakan bangunan yang ramah lingkungan, efisien dalam penggunaan sumber daya, dan memberikan kualitas lingkungan yang baik bagi penghuni.

#### **A. Efisiensi Energi**

Prinsip ini menekankan pada penggunaan energi yang efisien dalam bangunan. Desain bangunan harus memperhatikan penggunaan sumber energi terbarukan, seperti tenaga matahari serta angin. Penggunaan teknologi hemat energi, seperti pencahayaan LED, peralatan efisien energi, dan isolasi termal yang baik, juga perlu dipertimbangkan. (Magdalena & Tondobala, 2016). Tujuannya adalah untuk mengurangi konsumsi energi yang berlebihan dan

mengurangi emisi gas rumah kaca. Berikut ini adalah kajian teori mengenai penerapan green building mengenai efisiensi energi:

- Prinsip Efisiensi Energi

Menjelaskan konsep dasar efisiensi energi, seperti hukum termodinamika dan konversi energi. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi energi, seperti kerugian panas, peralatan yang tidak efisien, dan kebocoran energi. Prinsip efisiensi energi merupakan pendekatan yang diadopsi dalam penerapan bangunan hijau untuk mengoptimalkan penggunaan energi yang lebih efisien (Sudarman et al., 2021), dimana dalam prinsip tersebut memiliki aspek diantaranya: Perancangan yang Efisien, Sistem Pemanas, Ventilasi, dan Pendingin yang Efisien, Penggunaan Peralatan Listrik Hemat Energi, Isolasi Termal dan Penutup yang Baik, Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan. Dengan menerapkan prinsip ini, bangunan dapat mencapai kinerja energi yang lebih baik dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.

- Teknologi Efisiensi Energi

Teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi energi di berbagai sektor. Berikut adalah penjabaran mengenai teknologi yang berkontribusi pada efisiensi energi dimana aspek tersebut adalah sebagai berikut: Teknologi Pencahayaan, Teknologi HVAC, Teknologi Bangunan Cerdas, Teknologi Panel Surya, Sistem Manajemen Energi, Peralatan Hemat Energi, Sistem Pemantauan Energi. (Utami et al., 2021) Teknologi-teknologi ini terus berkembang dan diadopsi secara luas dalam upaya meningkatkan efisiensi energi. Teknologi tersebut memainkan peran penting dalam mengurangi konsumsi energi, mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam, dan mencapai tujuan keberlanjutan.

Dengan implementasi yang tepat, dapat tercapai penghematan energi yang signifikan dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.

- Kebijakan dan Regulasi Efisiensi Energi:

Eksplorasi kebijakan pemerintah, standar, dan peraturan yang mempromosikan efisiensi energi melibatkan penelitian terhadap langkah-langkah yang diambil oleh pemerintah untuk mendorong praktik efisiensi energi di berbagai sektor. Berikut adalah beberapa poin yang perlu diperhatikan dalam analisis tersebut:

- Identifikasi kebijakan dan regulasi pemerintah yang ada dalam lingkup efisiensi energi. Ini dapat meliputi undang-undang, peraturan, program subsidi, dan program penghargaan yang ditujukan untuk mendorong penggunaan energi yang lebih efisien.
- Tinjau standar dan label efisiensi energi yang dikeluarkan oleh pemerintah atau badan pengatur terkait. Standar ini mengatur spesifikasi dan persyaratan kinerja energi untuk produk dan sistem tertentu. Contohnya adalah standar efisiensi energi untuk peralatan elektronik, kendaraan, atau bangunan.
- Analisis dampak kebijakan efisiensi energi yang telah diimplementasikan. Tinjau data dan laporan evaluasi yang ada untuk memahami sejauh mana kebijakan tersebut berhasil mencapai tujuan efisiensi energi,

Dalam melakukan evaluasi dampak, perlu mempertimbangkan indikator kinerja seperti penghematan energi, pengurangan emisi gas rumah kaca, pengurangan biaya energi, peningkatan produktivitas, dan perubahan perilaku masyarakat.

Penjelasan mengenai kebijakan dan regulasi efisiensi energi ini bertujuan untuk memahami efektivitas kebijakan, standar, dan peraturan dalam mempromosikan efisiensi energi serta evaluasi dampaknya terhadap keberhasilan penghematan energi dan pengurangan emisi (ESDM, 2018). Hal ini dapat memberikan wawasan tentang praktik terbaik yang dapat diterapkan oleh pemerintah dan pelaku industri dalam mendorong efisiensi energi yang berkelanjutan.

## **B. Pengelolaan Air**

Pengelolaan air yang berkelanjutan merupakan aspek penting dalam penerapan green building. Dalam penelitian ini, pengelolaan air akan dijabarkan prinsip, teknologi, strategi, serta kebijakan yang terkait dengan green building untuk mencapai pengelolaan air yang optimal (Utami et al., 2021).

- Prinsip Pengelolaan Air:

Prinsip-prinsip pengelolaan air dalam green building mencakup:

- Konservasi Air

Meminimalkan konsumsi air melalui penggunaan peralatan dan sistem yang efisien air, seperti kran hemat air, toilet berteknologi rendah, dan irigasi yang hemat air.

- Pengumpulan dan Penggunaan Kembali Air Hujan

Mengumpulkan air hujan untuk digunakan dalam keperluan non-potable, seperti irigasi, pembersihan, dan sistem toilet.

- Perlindungan Kualitas Air

Menggunakan sistem filtrasi dan pengolahan air untuk menjaga kualitas air yang digunakan di dalam bangunan dan sekitarnya.

- Pemulihan dan Reklamasi Air

Menggunakan teknologi dan sistem untuk memulihkan dan mendaur ulang air limbah untuk keperluan non-potable, seperti irigasi atau sistem pembersihan.

- Teknologi Pengelolaan Air

Beberapa teknologi yang mendukung pengelolaan air dalam green building meliputi:

- Sistem Penyimpanan Air

Penggunaan tangki penyimpanan air atau bak penampung air hujan untuk mengumpulkan air hujan.

- Sistem Daur Ulang Air Limbah

Menggunakan sistem pengolahan air limbah yang memungkinkan pemulihan air untuk keperluan non-potable, seperti irigasi atau sistem toilet.

- Teknologi Hemat Air

Penggunaan peralatan seperti kran hemat air, shower hemat air, dan toilet berteknologi rendah yang mengurangi konsumsi air tanpa mengorbankan kenyamanan pengguna.

- Pengolahan Air untuk Kualitas yang Aman

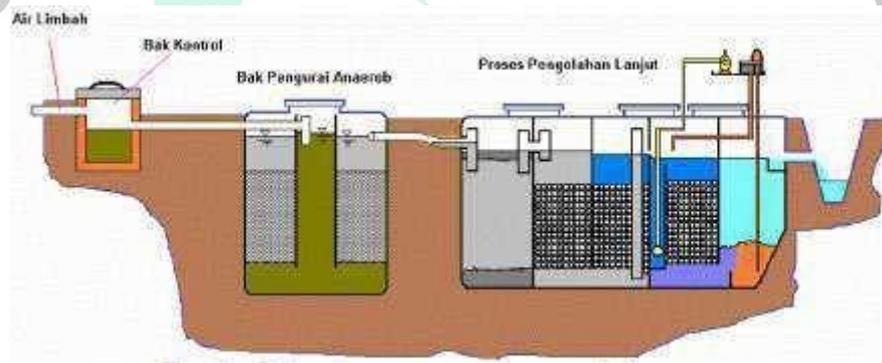
Sistem filtrasi dan pengolahan air untuk memastikan air yang digunakan di dalam bangunan aman dan bebas kontaminasi.

- Kebijakan dan Standar Green Building

Pemerintah dan lembaga terkait juga memiliki peran penting dalam mendorong pengelolaan air yang berkelanjutan di bangunan, melalui:

- **Regulasi Efisiensi Air**  
Menerapkan peraturan yang mengatur penggunaan air dalam bangunan, seperti persyaratan penggunaan peralatan hemat air, sistem irigasi yang efisien, dan sistem pengelolaan air limbah.
- **Sertifikasi dan Labeling**  
Program sertifikasi green building, akan memberikan poin dan kriteria terkait pengelolaan air yang harus dipenuhi untuk mendapatkan sertifikasi green building.

Tuntutan untuk semua bangunan nantinya adalah setiap bangunan nantinya dapat memproses dan memurnikan kembali air bekas pakainya. Konsep pemurnian dan pengolahan air bisa tercapai dengan menyediakan teknologi water treatment dalam site bangunan sehingga air buangan dapat dimanfaatkan kembali untuk operasional bangunan yang membutuhkan air seperti penyiraman tanaman. (Nugroho, 2017)



Gambar 2. 1 Konsep Water Treatment pada Bangunan  
Sumber: [www.sipil.polines.ac.id](http://www.sipil.polines.ac.id) diakses pada 20/04/23

Salah satu tujuan dari bangunan berkelanjutan adalah mengurangi penggunaan air dan melindungi kualitas air pada site bangunan. Salah satu isu penting dalam penggunaan air adalah banyaknya air bekas pakai yang langsung dibuang ke saluran kota tanpa adanya proses pengelolaan kembali sehingga air buangan tersebut akan menjadi limbah bagi lingkungan

### C. Penggunaan Bahan Ramah Lingkungan

Penggunaan bahan ramah lingkungan merupakan salah satu aspek dalam penerapan *green building*. Menurut (Berge, 2009) sektor industri bangunan merupakan sektor konsumsi sumber daya alam dunia kedua terbesar setelah sektor industri makanan. Oleh karena itu pelaku industri bangunan mengambil peran sangat penting untuk dapat mengurangi dampak lingkungan yang menyebabkan pemanasan global. Dalam penelitian ini, akan dijabarkan mengenai prinsip, teknologi, serta kebijakan yang terkait dengan penggunaan bahan ramah lingkungan dalam *green building* untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan

- Prinsip Penggunaan Bahan Ramah Lingkungan:

Prinsip-prinsip penggunaan bahan ramah lingkungan dalam *green building* mencakup:

- Efisiensi Sumber Daya

Memilih bahan yang meminimalkan konsumsi energi, air, dan bahan baku dalam proses produksinya.

- Kualitas Udara dalam Ruangan

Menggunakan bahan dengan emisi rendah atau bebas dari bahan kimia berbahaya yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan.

- *Sustainableity*

Memilih bahan yang dapat didaur ulang, didaur ulang, atau memiliki siklus hidup yang panjang untuk mengurangi limbah konstruksi dan dampak lingkungan.

- Sumber Bahan Lokal

Memprioritaskan penggunaan bahan yang berasal dari sumber lokal untuk mengurangi dampak transportasi dan mendukung ekonomi local.

- Teknologi dan Inovasi Bahan Ramah Lingkungan

Beberapa teknologi dan inovasi terkait penggunaan bahan ramah lingkungan dalam *green building* meliputi:

- Bahan Daur Ulang

Penggunaan bahan daur ulang, seperti kayu daur ulang, beton daur ulang, atau bahan daur ulang lainnya.

- Bahan Berkelanjutan

Penggunaan bahan yang diperoleh dari sumber berkelanjutan, seperti kayu dari hutan yang dikelola secara lestari atau bahan terbuat dari limbah pertanian.

- Bahan Hemat Energi

Penggunaan bahan dengan kemampuan isolasi yang baik, seperti bahan isolasi termal yang ramah lingkungan untuk mengurangi kebutuhan pemanasan atau pendinginan bangunan.

- Kebijakan dan Standar Green Building:

Kebijakan dan standar green building juga berperan penting dalam mengatur penggunaan bahan ramah lingkungan. Beberapa contoh kebijakan dan standar meliputi:

- Bahan Ramah Lingkungan

Pemerintah dapat menerapkan kebijakan yang mendorong atau mensyaratkan penggunaan bahan ramah lingkungan dalam proyek-proyek bangunan.

- Sertifikasi Green Building

Program sertifikasi green building, EDGE Building, memiliki kriteria dan poin terkait dengan penggunaan bahan ramah lingkungan yang harus dipenuhi untuk mendapatkan sertifikasi *green building*.

Pemilihan bahan bangunan yang ramah lingkungan melibatkan penelitian yang cermat, dan penggunaan pedoman dan sertifikasi lingkungan yang diakui. Hal tersebut dijelaskan bahwa terdapat dua kebijakan pemerintah yang memuat kriteria dari sebuah bangunan agar dapat disebut bangunan ramah lingkungan yaitu dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Rancangan Peraturan Menteri (Rapermen) Pekerjaan Umum, dimana dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan. Bab II pasal 4 (PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP, 2010), bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria antara lain

- a. Menggunakan material bangunan yang ramah lingkungan
- b. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk konservasi sumber daya air dalam bangunan Gedung

- c. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana konservasi dan diversifikasi energi
- d. Menggunakan bahan yang bukan perusak ozon dalam bangunan Gedung
- e. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan air limbah domestic pada bangunan gedung
- f. Terdapat fasilitas pemilah sampah
- g. Memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan
- h. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana pengelolaan
- i. tapak berkelanjutan
- j. Terdapat fasilitas, sarana dan prasarana untuk mengantisipasi bencana

Dari Peraturan Menteri ini dapat dilihat bahwa aspek material memiliki peran yang utama dalam menentukan kriteria sebuah bangunan ramah lingkungan. Sub kriteria dari penggunaan material adalah penggunaan material bangunan yang bersifat eco-label dan merupakan material bangunan lokal.

Dengan pemeriksaan sumber yang terpercaya, seperti organisasi lingkungan, lembaga sertifikasi, dan panduan desain berkelanjutan untuk mendapatkan informasi terkini dan akurat mengenai pemilihan bahan bangunan yang ramah lingkungan. Salah satu aspek penting dalam pembangunan ramah lingkungan, pemilihan material pada kriteria green material dari kedua peran sebaiknya diterapkan secara berkesinambungan guna mewujudkan keberlanjutan lingkungan dari material tersebut (Syahriyah, 2020)

#### **D. Kualitas Lingkungan Dalam Ruang**

Menciptakan kualitas udara dalam ruangan yang baik dan lingkungan yang sehat bagi penghuni merupakan aspek penting dalam desain bangunan berkelanjutan (Sudarwani, 2012) . Berikut adalah penjelasan mengenai faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menciptakan kondisi tersebut:

- Ventilasi alami

Desain bangunan harus memperhatikan pengaturan ventilasi alami untuk memastikan sirkulasi udara yang baik. Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan elemen seperti jendela yang dapat dibuka,

ventilasi silang, atau penggunaan ventilasi atap yang memungkinkan udara segar masuk ke dalam ruangan. Ventilasi alami membantu mengurangi penumpukan polutan dalam ruangan dan meningkatkan kualitas udara.

Hal tersebut menjelaskan bahwa Indoor Air Quality berusaha untuk mengurangi senyawa organik yang mudah menguap, atau kotoran udara lainnya seperti kontaminan mikroba (Sudarwani, 2012) . Bangunan bergantung pada sistem ventilasi yang dirancang dengan baik (passively/naturally- atau mekanis bertenaga) untuk menyediakan ventilasi yang memadai udara bersih dari luar rumah atau diresirkulasi, udara disaring serta operasi terisolasi (dapur, pembersih kering, dll) dari hunian lain. Selama proses desain dan konstruksi memilih bahan bangunan dan produk selesai interior dengan emisi nol atau rendah akan meningkatkan kualitas udara

Kontrol suhu aliran udara atas sistem AC ditambah dengan selubung bangunan yang dirancang dengan baik juga akan membantu dalam meningkatkan kualitas termal bangunan. Menciptakan lingkungan bercahaya kinerja tinggi melalui integrasi hati-hati dan sumber cahaya siang hari listrik akan memperbaiki kualitas pencahayaan dan kinerja energi dari struktur. Penggunaan produk kayu juga dapat meningkatkan kualitas udara dengan menyerap atau melepaskan uap air di udara untuk kelembaban moderat.

- Penggunaan bahan yang tidak menghasilkan polutan

Aktivitas manusia berkaitan erat dengan energi yang dapat bersumber dari apa saja. Makin banyak aktivitas yang dilakukan manusia makin besar jumlah energi yang dibutuhkan. Energi sangat berperan dalam kehidupan manusia. Penggunaan energi yang berlebihan mempunyai dampak negatif yaitu meningkatkan jumlah emisi CO<sub>2</sub>(Kurdi, 2008). Dengan memilih bahan bangunan yang rendah emisi dan tidak menghasilkan polutan dalam ruangan seperti formaldehida atau VOCs (senyawa organik volatile) sangat penting. Bahan-bahan ini dapat menyebabkan masalah kesehatan dan mempengaruhi kualitas udara

dalam ruangan. Memilih bahan yang memiliki sertifikasi rendah emisi atau bebas VOCs dapat membantu menjaga kualitas udara yang baik.

- Pengendalian kelembaban yang baik

Mengendalikan kelembaban dalam ruangan merupakan faktor penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan penghuni (Utami et al., 2021). Dalam desain bangunan, perhatikan penggunaan pengatur kelembaban, seperti penggunaan sistem HVAC yang mampu mengontrol kelembaban.

- Pencahayaan dan akustik yang optimal

Cahaya merupakan suatu keharusan agar dapat melakukan aktivitas dengan baik serta untuk menciptakan kenyamanan visual. Meski termasuk salah satu elemen penting, pencahayaan ruangan masih sering dilupakan dalam merancang sebuah rumah dalam penataan cahaya yang tepat akan mempengaruhi keseluruhan visual desain, kenyamanan dan juga kesehatan penghuni. Sementara itu, buruknya pencahayaan akan meningkatkan kelembaban ruangan (Utami et al., 2021). Salah satu akibatnya pun berdampak pada perabotan yang mudah rusak akibat tingkat ketahanan terhadap kelembapan yang rendah. Bahkan buruknya lagi, dapat memicu pertumbuhan parasit dan bakteri yang dapat mengganggu kesehatan.

Desain bangunan juga harus memperhatikan pencahayaan alami yang cukup dan sistem pencahayaan yang efisien energi. Pencahayaan yang baik tidak hanya memberikan kenyamanan visual, tetapi juga dapat mempengaruhi kesejahteraan dan produktivitas penghuni. Selain itu, perhatikan juga akustik ruangan untuk mengurangi gangguan suara yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kualitas hidup penghuni.

Melalui penerapan prinsip desain green building ini, diharapkan dapat menciptakan bangunan yang berkelanjutan, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, dan memberikan kualitas lingkungan yang baik bagi penghuni.

## 2.1.2 Buku Panduan EDGE Building

EDGE Building merupakan platform bangunan ramah lingkungan yang mencakup standar bangunan ramah lingkungan global, aplikasi perangkat lunak, dan program sertifikasi. Platform ini dimaksudkan bagi siapa pun yang tertarik pada desain bangunan ramah lingkungan, baik arsitek, teknisi, pengembang, atau pemilik bangunan. EDGE memberdayakan penemuan solusi teknis pada tahap desain awal untuk mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan. Berdasarkan input informasi pengguna dan pilihan tindakan ramah lingkungan, EDGE menampilkan proyeksi penghematan operasional dan pengurangan emisi karbon. Gambaran kinerja secara menyeluruh ini membantu menjelaskan kasus bisnis yang menarik untuk membangun secara ramah lingkungan (*International Finance Corporation, 2021*). Berikut merupakan aspek yang terdapat pada aplikasi EDGE Building

Tabel 2. 1 Parameter penghematan pada EDGE Building

PENGHEMATAN ENERGI		
1	HME01*	Rasio Jendela ke Dinding
2	HME02	Reflektifitas Cat/Ubun untuk Atap
3	HME03	Rekflektifitas Cat untuk Dinding Luar
4	HME04	Perangkat Peneduh Luar
5	HME05*	Isolasi Atap
6	HME06*	Penyekatan Dinding Luar
7	HME07	Kaca Bersalut Rendah Energi
8	HME08	Kaca Kinerja Termal Tinggi
9	HME09	Natural Ventilation
10	HME10	Kipas Langit-langit di semua Ruangan Huni
11	HME11*	Sistem Penyejuk Udara
12	HME12	Mesin Pemanas Ruangan dengan Tingkat Efisien Tinggi
13	HMET3	Sensible Heat Recovery from Exhaust Air
14	HME13	Boiler Pemanas Air dengan Efisiensi Tinggi
15	HME14	Pompa pemanas Air – COP sebesar 3
16	HME15	Lemari pendingin dan Mesin Cuci Efisien Energi
17	HME16	Bola Lampu Hemat Energi – Ruang Dalam
18	HME17	Energy Saving Light Bulbs – Common Areas and Outdoor Area
19	HME18	Kontrol Lampu untuk Pencahayaan Luar Ruang
20	HME19	Pemanas Air Tenaga Surya – 50% Kebutuhan Air Panas
21	HME20	Fotovoltaik Surya – 25% Penggunaan Energi Total
22	HME21	Smart Energy Meters for Electrical Energy
23	HMET4	Consumption Base Energy Meters for BtoH Cooling and Heating Energy
24	HME22	Energi Terbarukan Lainnya untuk Pembangkit Listrik
25	HME23	Pengadaan Energi Terbarukan Offside
26	HME24	Offset Carbon – 100% dari total CO2
PENGHEMATAN AIR		
1	HWM01	Kepala Shower Aliran Rendah
2	HWM02*	Kran Aliran Rendah untuk Bak Cuci Dapur
3	HWM03*	Kran Aliran Rendah untuk Kamar Mandi
4	HWM04*	Penyiraman Ganda untuk WC di Semua Kamar Mandi

5	HWM05*	Toilet dengan Sistem Penyiraman Tunggal
6	HWM06	Sistem Pengumpulan Air Hujan
<b>PENGHEMATAN BAHAN</b>		
1	HMM01*	Lempengan Lantai
2	HMM02*	Konstruksi Atap
3	HMM03*	Dinding Luar
4	HMM04*	Dinding Dalam
5	HMM05*	Penggunaan Jenis Lantai
6	HMM06*	Bingkai Jendela

Sumber: Buku Panduan EDGE

Sertifikasi EDGE diberikan jika penghematan minimum yang disyaratkan sebesar 20% tercapai dalam tiga kategori EDGE dimana terdapat penghematan pada Energi, Air, dan Bahan. Sistem lulus/gagal sederhana menunjukkan apakah proyek bangunan telah menunjukkan penghematan minimum 20% pada listrik operasional, air, dan energi yang terkandung dalam bahan dibandingkan dengan model base case. Penghematan persentase aktual untuk setiap proyek dapat dilihat pada sertifikat EDGE dan studi kasus proyek di situs EDGE. Selain sertifikasi EDGE juga menawarkan sertifikasi EDGE Advanced dan EDGE Zero Carbon. Seluruh proses sertifikasi dilakukan secara online melalui perangkat lunak EDGE.

- Sertifikasi EDGE Advanced

Status 'EDGE Advanced' menunjukkan bahwa proyek EDGE telah mencapai penghematan Listrik sebesar 40% atau lebih, melampaui syarat sertifikasi EDGE minimum. Sertifikasi EDGE Advanced diberikan satu kali dan tidak perlu diperpanjang. Pengakuan diterbitkan secara otomatis pada saat pemberian sertifikat EDGE awal dan/atau sertifikasi EDGE akhir dan ditunjukkan pada sertifikat EDGE untuk proyek semacam itu.

- Sertifikasi EDGE Zero Carbon

Sertifikasi EDGE Zero Carbon diberikan kepada proyek-proyek yang menunjukkan nol emisi karbon selama operasinya; sertifikasi ini memberikan peluang kepada tim proyek untuk mengesahkan proyek mereka sebagai netral karbon. Diperlukan penghematan air dan energi yang terkandung minimal 20%, dengan 40% penghematan listrik di lokasi (status EDGE Advanced), dan 100% emisi listrik yang dinetralkan baik melalui listrik terbarukan atau penyeimbangan karbon.

#### Tindakan Penghematan Listrik

Penghematan listrik merupakan salah satu dari tiga kategori sumber daya utama dalam

standar EDGE. Untuk memenuhi tujuan sertifikasi, tim desain dan konstruksi harus meninjau persyaratan untuk tindakan yang dipilih seperti yang ditunjukkan serta memberikan informasi.

### 2.1.2.1 Penghematan Lesteik pada EDGE

#### a. HME01\* Rasio Jendela ke Dinding

Hal tersebut merujuk pada base case yang telah diakumulasi oleh EDGE Building. Perhitungan WWR ini memiliki standard dimana Penghematan dapat dicapai jika Rasio Jendela ke Dinding (WWR) lebih rendah dari *Base Case lokal*. Pengurangan rasio jendela ke dinding dapat berdampak signifikan pada efisiensi energi dan kenyamanan termal di dalam rumah. Hal ini dapat mengurangi kebocoran energi melalui jendela, mengurangi perubahan panas yang masuk atau keluar dari bangunan, serta mengoptimalkan pencahayaan alami untuk mengurangi penggunaan listrik.

#### b. HME02 Reflektifitas Cat/Ubin untuk Atap

Tindakan ini dapat ditentukan jika SRI (solar reflectance index) atap lebih besar dari base case setempat. EDGE akan menghitung dampak dari setiap perbaikan di luar *Base Case*. Tindakan ini memberikan keuntungan di iklim hangat.

#### Cool roofs come in many colors.

Many roof materials in any color can be treated with a reflective coating, giving them a higher solar reflectance than the standard version of that material.

Standard Concrete Tiles (SR)	0.04	0.18	0.24	0.33	0.17	0.12
With Cool Coating Applied (SR)	0.41	0.44	0.44	0.48	0.46	0.41

Gambar 2. 2 Standar Warna pada Atap untuk Nilai SR  
Sumber: Coolroof toolkit, 2023

Reflektif cat atau ubin untuk atap merupakan bahan yang dirancang untuk memantulkan sinar matahari dan menurunkan jumlah panas yang diserap oleh atap bangunan. Reflektivitas surya atau albedo yang disebutkan adalah kemampuan bahan tersebut untuk memantulkan sinar matahari, Sebagai contoh terdapat angka 0,24 menunjukkan bahwa bahan tersebut memantulkan sekitar 24% sinar matahari yang jatuh padanya, sementara sisanya diserap oleh atap. Dengan menggunakan bahan reflektif, Hal tersebut dapat mengurangi jumlah panas yang diserap oleh bangunan dan mengurangi biaya

pendinginan di dalamnya

c. HME03 Reflektivitas Cat untuk Dinding Luar

Tindakan ini dapat ditentukan jika SRI (solar reflectance index) pelapis dinding luar lebih besar dari *base case* setempat. EDGE akan menghitung dampak dari setiap perbaikan di luar *base case*. Sebagaimana dengan standart nilai SRI yang dikeluarkan oleh buku panduan EDGE sebagai berikut

Tabel 2. 2 Nilai SRI untuk bahan dinding biasa

Permukaan	Nilai Albedo
<i>Concrete</i>	0.3 - 0.45
<i>Gray cement concrete pavement</i>	0.35 - 0.4
<i>White cement concrete pavement</i>	0.7 - 0.8
<i>Granite</i>	0.35
<i>Brick</i>	0.2 - 0.5

Sumber: Buku Panduan EDGE

Dampak pantulan matahari atap terhadap konsumsi listrik bangunan tergantung pada tingkat isolasi dan pendekatan yang digunakan untuk mendinginkan bangunan, serta penghematan setiap sistem pendingin. Bangunan dengan isolasi super mungkin tidak memperoleh manfaat yang signifikan dari pelapis atap dengan pantulan matahari (SR) yang tinggi

d. HME04 Perangkat Peneduh Luar

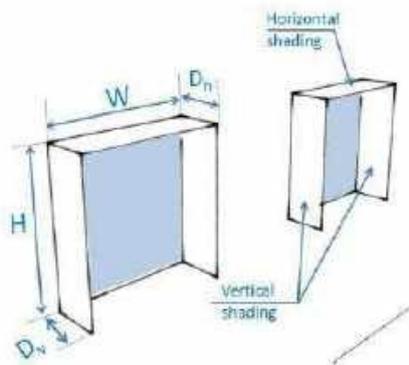
Perangkat peneduhan luar mencakup berbagai jenis struktur yang dipasang di luar bangunan untuk menghalangi paparan sinar matahari langsung. Perangkat ini dapat berupa tenda, teras atap, pergola, atau penutup jendela yang dirancang untuk mengurangi panas dan radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan. Tindakan ini dapat diklaim jika perangkat peneduh luar disediakan pada eksterior bangunan

e. HME05\* Isolasi Atap

Insulasi atap pada EDGE Building adalah lapisan pelindung yang dipasang di atap bangunan untuk meminimalkan aliran panas yang masuk ke dalam gedung. Insulasi ini membantu untuk menjaga suhu di dalam bangunan agar tetap stabil dan nyaman tanpa terlalu banyak menggunakan AC atau pemanas.

f. HME06\* Penyekatan Dinding Luar

Penyekatan Dinding Luar adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi pada bangunan dengan menyekat dinding luar bangunan dengan bahan yang memiliki nilai U (koefisien transmisi termal). Nilai U yang lebih rendah menunjukkan bahwa dinding tersebut lebih efisien dalam meredam suhu udara dari luar bangunan, sehingga dapat meminimalkan penggunaan sistem pemanas dan pendingin ruangan di dalam bangunan.



Gambar 2.3 Cara menghitung manual penyekatan dinding luar  
Sumber: Buku panduan EDGE, 2023

EDGE menggunakan faktor peneduh *default* yang sama dengan faktor perangkat peneduh yaitu 1/3 dari tinggi jendela dan 1/3 dari lebar jendela pada semua jendela bangunan. Namun, jika perangkat peneduh yang disediakan berbeda dari asumsi EDGE, maka harus digunakan faktor peneduh yang berbeda.

g. HME07 Kaca Bersalut Rendah Energi

Kaca bersalut rendah energi adalah jenis kaca yang dirancang untuk mengurangi jumlah panas yang masuk ke dalam bangunan melalui jendela atau pintu kaca (BUKU PANDUAN ASAHIMAS, n.d.) . Nilai-U mengukur koefisien konduktivitas panas pada kaca, yang semakin rendah nilainya, semakin baik kaca tersebut dalam mengurangi jumlah panas yang keluar masuk.(International Finance Corporation, 2021)

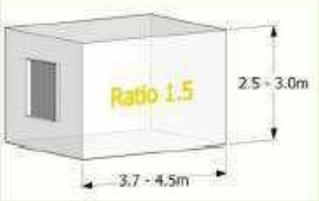
h. HME08 Kaca Kinerja Termal Tinggi

Kaca Kinerja Termal Tinggi adalah jenis kaca yang dirancang khusus untuk tahan terhadap perubahan suhu yang drastis. Biasanya, kaca ini terdiri dari lapisan kacalaminasi dengan lapisan khusus yang membantu mempertahankan suhu interior sebuah

bangunan (*BUKU PANDUAN ASAHIMAS*, n.d.) . Dengan menggunakan kaca kinerja termal tinggi, Hal tersebut dapat menghemat biaya energi yang diperlukan untuk mempertahankan suhu interior bangunan, serta menciptakan lingkungan yang lebih nyaman

i. HME09 Natural Ventilation

Strategi ventilasi alami yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan kenyamanan penghuni dengan memberikan akses ke udara segar dan menurunkan suhu. Ini akan mengurangi beban pendinginan, yang menurunkan modal awal dan biaya pemeliharaan

Konfigurasi Ruang/Bukaan	Gambar/Contoh	Rasio Maksimum Kedalaman Ruang terhadap Tinggi Langit-Langit
Satu sisi, satu bukaan		1,5
Satu sisi, beberapa bukaan		2,5
Ventilasi silang		5,0

Gambar 2. 4 Rasio kedalaman lantai Terhadap Tinggi Langit-langit untuk Berbagai Konfigurasi Ruangan  
 Sumber: Buku panduan EDGE, 2023

Gambar diatas merupakan panduan dalam menghitung luasan yang diminta pada kalkulator yang terdapat pada aplikasi EDGE. Hasil dari perhitungan otomatis tersebut

yang nantinya akan menentukan aspek tersebut apakah terdapat penerapan *green building* atau tidak

j. HME10 Kipas Langit-langit di semua Ruangan Huni

Kipas langit-langit di semua ruangan huni pada EDGE Building adalah sistem sirkulasi udara yang membantu meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan. Kipas ini mengalirkan udara segar dari luar dan mengeluarkan udara kotor dari dalam ruangan. Penggunaan kipas langit-langit perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran ruangan, tinggi langit-langit, kecepatan dan arah angin yang dihasilkan, serta pengaturan dan penggunaan yang tepat oleh penghuni.

k. HME11\* Sistem Penyejuk Udara

Sistem penyejuk udara pada EDGE Building adalah sistem pendingin yang dirancang untuk mempertahankan suhu udara yang nyaman dan kondisi lingkungan yang optimal di dalam bangunan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, seperti chiller, cooling tower, dan HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) system. Tujuannya adalah untuk mengurangi suhu di dalam gedung ketika cuaca panas, dan untuk meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan

Persyaratan dalam sistem penyejuk udara jika dalam proyek mencakup sistem pendingin, penghematan dapat dicapai jika Coefficient of Performance (COP) atau Koefisien Kinerja sistem pendingin udara lebih besar daripada Base Case

l. HME12 Mesin Pemanas Ruangan dengan Tingkat Efisien Tinggi

Mesin pemanas ruangan efisien pada EDGE Building memberikan pemanasan hemat energi dan berkelanjutan. Penerapannya memberikan penghematan energi, pengurangan emisi, dan kenyamanan termal. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan termasuk ukuran dan jenis ruangan, pengaturan suhu yang sesuai, dan pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerja optimal dan efisiensi yang berkelanjutan.

m. HMET3 Sensible Heat Recovery from Exhaust Air

Pada aspek ini merupakan teknologi yang digunakan pada gedung EDGE untuk menghemat energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Teknologi ini memanfaatkan panas yang dihasilkan oleh sistem ventilasi dan pendingin gedung untuk memanaskan atau mendinginkan udara segar yang masuk ke dalam gedung, sehingga mengurangi beban pada sistem pemanas dan pendingin. Dengan demikian, teknologi ini dapat

meningkatkan efisiensi energi gedung hingga 50%

n. HME13 Boiler Pemanas Air dengan Efisiensi Tinggi

Boiler Pemanas Air dengan Efisiensi Tinggi adalah sebuah sistem pemanas air yang dirancang untuk mencapai efisiensi yang tinggi, sekitar 95%. Dengan menggunakan teknologi yang lebih canggih, boiler jenis ini mampu menghasilkan panas dengan lebih efisien, sehingga memungkinkan penggunaan energi yang lebih sedikit dan mengurangi dampak lingkungan.

o. HME14 Pompa pemanas Air

Pompa Pemanas Air dengan COP 3 pada EDGE Building mampu menghasilkan lebih banyak energi panas daripada energi listrik yang digunakan. Dengan efisiensi tinggi ini, pompa tersebut dapat mengurangi penggunaan energi listrik dan biaya operasional dalam jangka panjang.

p. HME15 Lemari pendingin dan Mesin Cuci Efisien Energi

Lemari pendingin dan mesin cuci efisien energi pada EDGE Building dirancang untuk menghemat energi dan mengurangi dampak lingkungan. Pada aplikasi EDGE, pemilihan jenis dan merek peralatan sangat penting, dan merek yang menggunakan label Energy Star disarankan. Label Energy Star menunjukkan bahwa produk tersebut telah memenuhi persyaratan efisiensi energi yang ditetapkan oleh Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) dan Departemen Energi Amerika Serikat.

q. HME16 Bola Lampu Hemat Energi – Ruang Dalam

Bola Lampu Hemat Energi - Ruang Dalam pada EDGE Building adalah teknologi lampu hemat energi yang digunakan di dalam ruangan pada bangunan. Ada tiga jenis utama lampu hemat energi yakni lampu pijar halogen, lampu neon kompak (CFL), dan dioda pemancar cahaya (LED).

*Tabel 2. 3 Perbandingan penggunaan lampu antara bohlam CFL dengan LED*

Jenis Bohlam	Bohlam CFL	Bohlam LED
Watt	15 – 18 Watt	8 – 10 Watt
Masa Hidup	8.000 – 10.000 jam	>25.000 Jam
Harga per item	30.000 – 35.000	35.000

<b>Emisi CO<sup>2</sup>/tahun</b>	44.02 Kg	28.80 Kg
<b>Kandungan Bahan</b>	Merkuri, timbal dan kadium	Tidak mengandung bahan berbahaya
<b>Penanganan Pembuangan</b>	Termasuk limbah berbahaya, membutuhkan penanganan khusus	Dapat didaur ulang

Sumber: Buku Panduan EDGE

Selain itu, teknologi bola lampu hemat energi ini juga dapat membantu pengguna di dalam ruangan untuk menciptakan suasana yang lebih nyaman dan produktif.

r. **HME17 Energy Saving Light Bulbs – Common Areas and Outdoor Area**

Energy-Saving Light Bulbs - Common Areas and Outdoor Areas di EDGE Building adalah lampu hemat energi yang digunakan di area publik dan area luar pada bangunan yang bersertifikasi EDGE. Lampu hemat energi ini dirancang untuk mengurangi penggunaan listrik dan emisi karbon bangunan. Selain itu, lampu ini memiliki umur yang lebih panjang dan membutuhkan sedikit perawatan. Penggunaan lampu hemat energi ini dapat mengurangi biaya operasional dan pemeliharaan bangunan secara keseluruhan.

s. **HME18 Kontrol Lampu untuk Pencahayaan Luar Ruang**

Kontrol Lampu untuk Pencahayaan Luar Ruang pada EDGE Building adalah sistem pengaturan pencahayaan yang digunakan untuk mengontrol lampu di luar gedung EDGE. Sistem ini terdiri dari sensor cahaya yang dipasang pada gedung dan perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol lampu. Dengan menggunakan sistem ini, lampu di luar bangunan dapat diatur agar menyala atau mati secara otomatis, tergantung pada tingkat cahaya di sekitar bangunan

t. **HME19 Pemanas Air Tenaga Surya**

Pemanas Air Tenaga Surya (PATS) adalah sistem pemanas air yang menggunakan energi matahari untuk memanaskan air. PATS yang terpasang pada EDGE Building mampu memenuhi 50% kebutuhan air panas di gedung tersebut. Sistem ini ramah lingkungan dan dapat membantu mengurangi penggunaan energi dari sumber daya fosil yang tidak terbarukan

u. **HME20 Fotovoltaik Surya**

Fotovoltaik Surya adalah teknologi yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui sel-sel fotovoltaik (Bachtiar, 2006) . Penggunaan Fotovoltaik Surya yang dapat memenuhi 25% kebutuhan energi bangunan memiliki manfaat jangka panjang berupa penghematan energi, pengurangan emisi, dan ketahanan terhadap fluktuasi pasokan listrik. Namun, perlu memperhatikan aspek teknis, finansial, dan perizinan terkait instalasi dan operasional Fotovoltaik Surya.

v. HME21 Smart Energy Meters for Electrical Energy

*Smart Energy Meters for Electrical Energy* adalah jenis perangkat yang digunakan untuk mengukur dan memantau penggunaan energi listrik pada EDGE secara *real-time* (International Finance Corporation, 2021). *Meters* ini dapat memonitor dan melacak penggunaan energi dari setiap peralatan dan sistem di gedung, seperti pencahayaan, HVAC, dan peralatan elektronik lainnya.

w. HMET4 Consumption Base Energy Meters for both Cooling and Heating Energy

Pada aspek ini lebih menjelaskan mengenai perangkat yang digunakan untuk mengukur dan memantau penggunaan energi untuk pendinginan dan pemanasan pada bangunan EDGE(International Finance Corporation, 2021) . Perangkat ini membantu menghitung jumlah energi listrik yang digunakan oleh sistem pendingin dan pemanas gedung pada waktu tertentu

x. HME22 Energi Terbarukan Lainnya unuk Pembangkit Listrik

Pada aspek ini sumber energi yang berasal dari sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dan bukan berasal dari bahan bakar fosil, seperti tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga air. Sumber-sumber energi ini digunakan untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan

y. HME23 Pengadaan Energi Terbarukan Offside

Pengadaan Energi Terbarukan Offsite pada EDGE Building adalah proses memperoleh energi yang dihasilkan dari sumber daya alam yang dapat diperbarui (seperti, matahari, angin, dan air) dari sumber yang tidak terletak di dalam bangunan EDGE itu sendiri. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan energi non-terbarukan dan emisi karbon, sehingga membantu memperbaiki kualitas lingkungan yang lebih baik.

z. HME24 Offset Carbon

Offset Karbon adalah praktik kompensasi terhadap emisi karbon yang dihasilkan oleh bangunan atau proyek konstruksi. Dalam konteks EDGE Building, Offset Karbon - 100% dari total CO<sub>2</sub> berarti bahwa semua emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh bangunan tersebut akan dikompensasi melalui pembelian kredit karbon atau partisipasi dalam proyek karbon yang mengurangi emisi di tempat lain. Hal ini memastikan bahwa bangunan tersebut menjaga jejak karbon yang serendah mungkin dan memberikan dampak positif terhadap lingkungan.

#### 2.1.2.2 Penghematan Air pada EDGE

Penghematan air merupakan salah satu dari tiga kategori sumber daya utama dalam standar EDGE. Untuk memenuhi tujuan sertifikasi, tim desain dan konstruksi harus meninjau persyaratan untuk tindakan yang dipilih seperti yang ditunjukkan serta memberikan informasi

##### a. HWM01 Kepala Shower Aliran Rendah

Pada aspek ini menjelaskan bahwa salah satu jenis kepala shower dengan aliran air yang rendah yang dipasang di bangunan EDGE. Tujuannya adalah untuk membantu menghemat air dan energi. Kepala shower ini dirancang khusus dengan teknologi yang dapat mengurangi konsumsi air hingga 50%, namun tetap memberikan pengalaman mandi yang nyaman dan menyegarkan. Selain itu, HWM01 juga membantu mengurangi emisi karbon dan biaya operasional bangunan.

##### b. HWM02\* Kran Aliran Rendah untuk Bak Cuci Dapur

Kran aliran rendah untuk bak cuci dapur adalah salah satu jenis kran yang dirancang khusus untuk digunakan pada bak cuci dapur pada EDGE Building. Kran ini memiliki fitur aliran air rendah, yang dapat membantu menghemat penggunaan air pada saat mencuci piring atau mencuci tangan. Selain itu, kran ini juga dirancang dengan teknologi yang ramah lingkungan, sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif pada lingkungan

##### c. HWM03\* Kran Aliran Rendah untuk Kamar Mandi

Pada Kran aliran rendah untuk Kamar Mandi adalah salah satu jenis kran yang dirancang khusus untuk digunakan pada kamar mandi di EDGE Building. Kran ini juga memiliki fitur aliran air rendah, sehingga dapat membantu menghemat penggunaan air pada saat mandi atau mencuci tangan

d. HWM04\* Penyiraman Ganda untuk WC di Semua Kamar Mandi

Penyiraman ganda untuk WC di semua kamar mandi pada EDGE Building adalah suatu sistem penyiraman yang digunakan untuk efisiensi penggunaan air. Dengan cara ini, air yang digunakan bisa lebih hemat dan efisien, dan juga meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan

e. HWM05\* Toilet dengan Sistem Penyiraman Tunggal

Toilet dengan Sistem Penyiraman Tunggal di EDGE Building adalah toilet yang menggunakan sistem penyiraman otomatis untuk mengurangi penggunaan air. Sistem ini membantu mengurangi volume air yang dibutuhkan untuk membuang limbah hingga 80%, sehingga menghemat air dan biaya perawatan. Toilet ini juga lebih ramah lingkungan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

f. HWM06 Sistem Pengumpulan Air Hujan

Sistem Pengumpulan Air Hujan - 50% Area Atap Digunakan untuk Pengumpulan Air Hujan di EDGE Building adalah sistem yang efisien untuk mengumpulkan air hujan dari atap bangunan. Air hujan dialirkan ke tangki penyimpanan dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Dengan memanfaatkan 50% area atap, sistem ini membantu mengurangi penggunaan air bersih dari sumber yang terbatas dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.

2.1.2.2 Penghematan Bahan pada EDGE

Penghematan bahan adalah salah satu kategori sumber daya utama dalam standar EDGE. Bagian Bahan mencakup Tindakan Penghematan untuk elemen-elemen bangunan seperti pelat lantai, konstruksi atap, dinding luar, dinding dalam, lantai, kusen jendela, insulasi atap, dan insulasi dinding. Elemen struktur tidak termasuk karena pertimbangan keselamatan dan teknik, dan tidak akan diubah. Meskipun perancang struktur dapat mempertimbangkan struktur energi yang lebih rendah, EDGE mengecualikan struktur dari perhitungan energi yang terkandung. Hal ini dilakukan untuk menghindari dampak potensial pada integritas desain struktur.

a. HMM01\* Lempengan Lantai

Lempengan lantai pada EDGE Building adalah komponen struktural yang digunakan untuk menghubungkan antara dinding dan kolom sebagai penahan beban. Lempengan ini berfungsi sebagai pelat beton bertulang yang memberikan dukungan

dan kestabilan pada struktur bangunan

b. HMM02\* Konstruksi Atap

Konstruksi Atap adalah salah satu jenis material konstruksi yang digunakan untuk membentuk atap pada bangunan EDGE. EDGE Building sendiri adalah bangunan yang dirancang untuk memenuhi standar Bangunan hijau berkelanjutan

c. HMM03\* Dinding Luar

Pada aspek ini lebih menjelaskan mengenai material dinding luar yang digunakan pada bangunan EDGE. Tekstur dan komposisinya dirancang untuk memberikan kekuatan dan ketahanan terhadap cuaca ekstrem seperti angin dan hujan. Bahan ini juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap kerusakan dan karat, sehingga memastikan masa pakai bangunan yang lebih lama

d. HMM04\* Dinding Dalam

Pada penghematan dinding dalam merupakan jenis dinding dalam yang digunakan pada EDGE Building. Dinding ini terbuat dari material yang kuat dan tahan lama, sehingga dapat memberikan perlindungan dan kenyamanan yang optimal di dalam bangunan. Selain itu juga dapat membantu menjaga suhu di dalam ruangan agar tetap stabil dan nyaman

e. HMM05\* Penggunaan Jenis Lantai

Pada aspek ini lebih menjelaskan mengenai penggunaan jenis lantai apa yang digunakan pada dalam ruang. Konstruksi lantai menggunakan jenis ubin keramik tidak secara langsung memberikan efisiensi energi pada kategori bahan dalam aplikasi EDGE Building. Namun, ada beberapa faktor terkait yang perlu dipertimbangkan dalam evaluasi efisiensi energi lantai diantaranya : Konduktivitas Termal, Pemantulan Cahaya dan Durabilitas dan Pemeliharaan

f. HMM06\* Bingkai Jendela

Pada aspek ini lebih menjelaskan mengenai penggunaan bingkai jendela apa yang digunakan pada bangunan eksisting. Konstruksi bingkai jendela menggunakan jenis aluminium dapat memberikan efisiensi energi yang baik dalam kategori bahan di aplikasi EDGE Building, berikut beberapa analisisnya

- memiliki thermal break dimana thermal break adalah material isolasi termal yang

ditempatkan di antara dua bagian aluminium untuk membatasi transfer panas. Hal ini membantu mengurangi kebocoran panas dan meningkatkan efisiensi energi dengan menjaga suhu dalam ruangan tetap stabil

- Keandalan dan Durabilitas
- Desain yang Dapat Diperbaiki: Konstruksi bingkai jendela aluminium sering kali dirancang dengan kemampuan untuk melakukan perbaikan atau penggantian bagian yang rusak tanpa mengganti seluruh bingkai

Namun, efisiensi energi bingkai jendela juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti jenis kaca yang digunakan (misalnya, kaca dengan lapisan Low-E), desain bingkai jendela untuk memaksimalkan penggunaan cahaya alami dan ventilasi, dan penggunaan sistem penutup jendela yang efisien energi (misalnya, tirai atau blinds yang dapat mengurangi panas dan radiasi matahari)

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Untuk memperkuat peninjauan pustaka dalam melakukan kegiatan penelitian, pada sub-bab ini peneliti juga melakukan studi terhadap penelitian terdahulu berdasarkan pada literatur terdahulu yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Berikut terdapat beberapa literatur berupa jurnal terdahulu untuk menemukan penggunaan teori-teori yang digunakan oleh penulisnya. Adapun penelitian tersebut yaitu sebagai berikut:

### ***2.2.1 Green Building Implementation Study Based On Efficiency Energi In Rumah Joglo As Development Of Teaching Materials Course Program And Planning Application***

Pada penelitian ini membahas mengenai implementasi bangunan hijau dengan studi kasus kajian energi di rumah joglo, metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara mengukur cahaya alami, kualitas dan ketersediaan udara hingga temperatur udara pada tiap ruang yang terdapat di rumah joglo. Penulis pada jurnal ini pun membuat kuisisioner yang nantinya akan dijawab oleh penghuni rumah. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya mengimplementasikan bangunan hijau pada aspek pencahayaan pada rumah joglo yang ditinjau dari SNI-03-61971-2000 dan implementasi bangunan hijau pada aspek kualitas serta penghawaan udara dilihat dari SNI-03-6572-2001. Hasil dari penelitian ini menjawab bahwa terdapat angka sebesar 89,74% pencahayaan alami tidak memenuhi prasyarat dari SNI 03-6197-2000 serta terdapat

angka 82,25% kecepatan udara dalam ruangan tersebut yang tergolong tidak memenuhi kriteria SNI 03-6572-2001.

### **2.2.2 Analisis konsumsi energi dan program konservasi energi (studi kasus: Gedung perkantoran dan kompleks perumahan TI)**

Pada penelitian ini akan membahas mengenai analisis konsumsi energi serta program konservasi yang dilakukan pada objek Gedung perkantoran dan kompleks perumahan TI. Pada metode yang dilakukan pada penelitian ini lebih menggunakan metode observasi lapangan serta pengumpulan data konsumsi energi dari 2007 serta dalam pengumpulan data tersebut penulis menjumlahkan intensitas konsumsi energi (IKE). Pada jurnal ini penulis memiliki tujuan yaitu untuk melakukan analisis konsumsi energi serta penggunaan program konservasi energi serta hasil dari penelitian ini mengungkapkan bahwa dalam penelitian ini, ditemukan meningkatnya kesadaran akan pentingnya penghematan penggunaan listrik di antara karyawan TI berpengaruh pada hasil penelitian. Hal ini terbukti dengan adanya penurunan signifikan dalam pemakaian listrik secara keseluruhan dari tahun 2007 hingga 2017, yakni sebesar 12%. Pemakaian rata-rata listrik mulai dari tahun 2010 hingga 2017 adalah sebesar 1.216 Kwh/bulan, dibandingkan dengan rata-rata pemakaian listrik pada tahun 2007 hingga 2009 yang mencapai 1.375 Kwh/bulan sebelum dilaksanakan program penghematan listrik.

### **2.2.3 Aplikasi *Green Building* Berdasarkan Metode EDGE**

Penelitian ini akan lebih meneliti mengenai implementasi bangunan hijau berdasarkan penghitungan dari aplikasi EDGE penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif, dengan pengumpulan data melalui observasi dan survey lapangan, hasil dari data tersebut akan dimasukkan dan dihitung menggunakan aplikasi EDGE lalu hasil dari EDGE tersebut akan dibandingkan bangunan hijau dengan bangunan konvensional hal tersebut didukung dengan studi literatur, jurnal ilmiah, buku-buku referensi, dan laporan penelitian terdahulu yang relevan. Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan pengukuran seberapa efektif konsep bangunan hijau menurut kriteria dari aplikasi EDGE. Dengan objek penelitian yang digunakan merupakan Gedung kampus yang berkonsep bangunan hijau. Hasil dari penelitian ini pun melalui penggunaan program EDGE, penelitian ini berhasil menghitung perbedaan total biaya

operasional dan pemeliharaan antara gedung konvensional dengan bangunan hijau. Selain itu, dari hasil penelitian juga terungkap bahwa konsep bangunan hijau yang diterapkan pada gedung UNIKA Soegijapranata di BSB Semarang membuktikan keefektifannya dalam penggunaan energi, air, dan material bangunan. Selain itu, penelitian ini juga membuktikan bahwa penggunaan konsep *green building* lebih ramah lingkungan daripada gedung konvensional.



Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

JUDUL	METODE	TUJUAN	HASIL
<i>Green Building Implementation Study Based On Eficiency Energi In Rumah Joglo As Development Of Teaching Materials Course Program And Planning Application</i>	Untuk melakukan penelitian ini, dilakukan pengukuran pencahayaan alami, kecepatan udara, kelembapan udara dan temperatur udara pada setiap ruangan, serta menjalankan kuisioner yang diisi oleh penghuni rumah sebagai subjek penelitian. Dalam penelitian ini, subjek yang digunakan adalah rumah joglo.	1. implementasi green building pada aspek pencahayaan alami pada rumah joglo ditinjau dari SNI 03-6197-2000. 2. implementasi green building pada aspek penghawaan alami pada rumah joglo ditinjau dari SNI 03-6572-2001 3. implementasi green building pada rumah joglo apabila digunakan dalam pengembangan bahan ajar mata kuliah aplikasi Perencanaan dan Perancangan di prodi PTB FKIP UNS	Dari hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa sebanyak 89,74% pencahayaan alami pada obyek penelitian tidak memenuhi standar SNI 03-6197-2000. Selain itu, sekitar 82,25% kecepatan udara dalam ruangan juga tidak memenuhi persyaratan yang diatur dalam standar SNI 03-6572-2001. Selanjutnya, terkait kelembapan udara dan temperatur udara dalam ruangan, juga tidak memenuhi persyaratan SNI 03-6572-2001.
Analisis konsumsi energi dan program konservasi energi (studi kasus: Gedung perkantoran dan kompleks perumahan TI)	Metode yang diterapkan dalam penelitian ini dimulai dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan, mengumpulkan data	Tujuan dari penulisan ini adalah untuk melakukan analisis konsumsi energi dan program konservasi energi di gedung perkantoran	Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa meningkatnya kesadaran akan pentingnya penghematan penggunaan listrik di antara karyawan TI

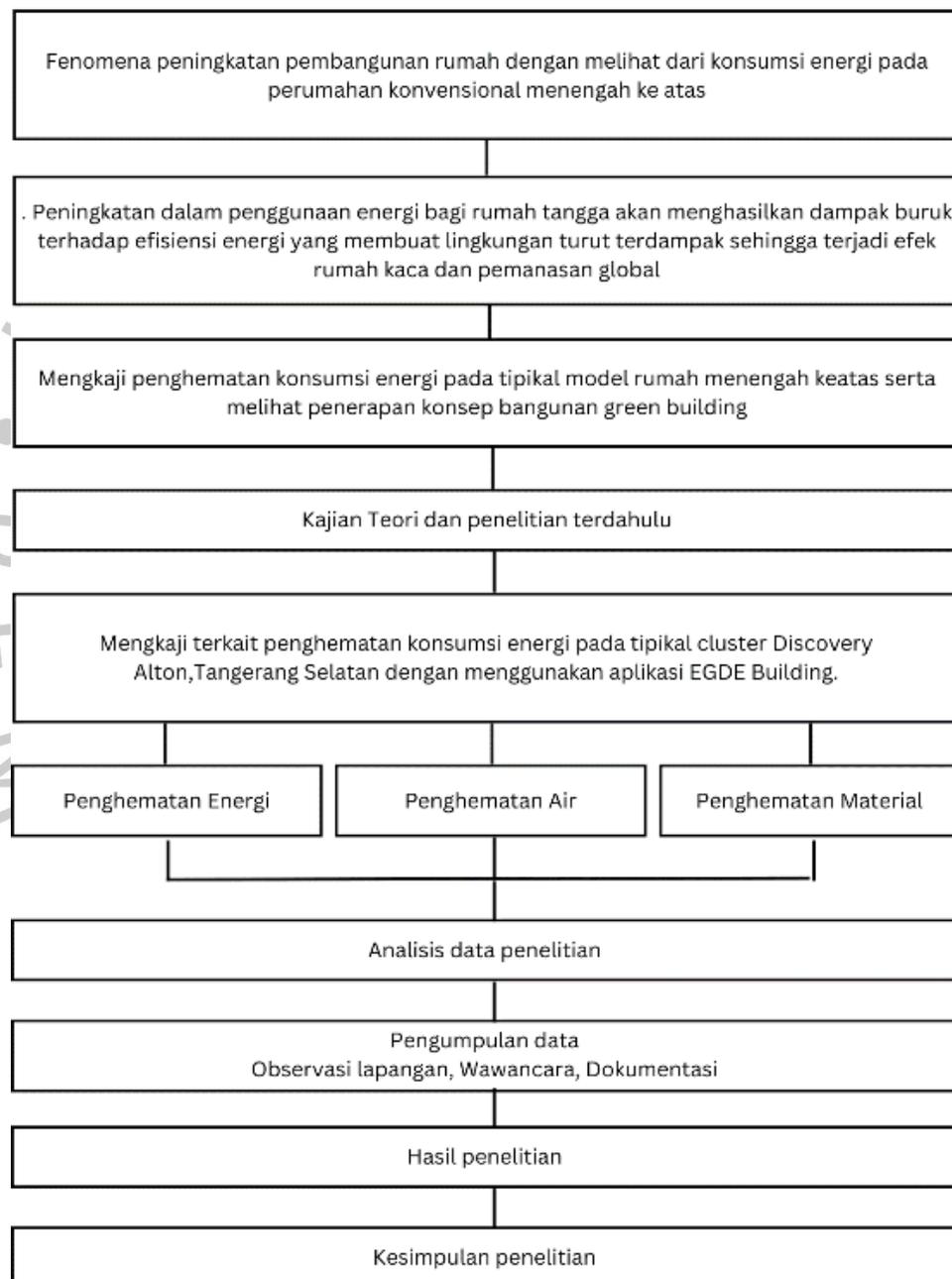
	<p>historis penggunaan listrik dari tahun 2007, dan melakukan audit energi untuk menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE).</p>	<p>dan kompleks perumahan TI.</p>	<p>berpengaruh pada hasil penelitian. Hal ini terbukti dengan adanya penurunan signifikan dalam pemakaian listrik secara keseluruhan dari tahun 2007 hingga 2017, yakni sebesar 12%. Pemakaian rata-rata listrik mulai dari tahun 2010 hingga 2017 adalah sebesar 1.216 Kwh/bulan, dibandingkan dengan rata-rata pemakaian listrik pada tahun 2007 hingga 2009 yang mencapai 1.375 Kwh/bulan sebelum dilaksanakan program penghematan listrik.</p>
<p>Aplikasi <i>Green Building</i> Berdasarkan Metode EDGE</p>	<p>Penelitian ini menggunakan kuantitatif deskriptif, dengan pengumpulan data yang menggunakan aplikasi EDGE lalu hasil dari EDGE tersebut akan</p>	<p>Tujuan dilakukan penelitian ini dengan melakukan pengukuran seberapa efektif konsep <i>green building</i> menurut standart dari EDGE. Objek penelitian</p>	<p>Melalui penggunaan program EDGE, penelitian ini berhasil menghitung perbedaan total biaya operasional dan maintenance antara gedung konvensional dengan green</p>

	<p>dibandingkan bangunan green building dengan bangunan konvensional hal tersebut didukung dengan studi literatur, jurnal ilmiah, buku-buku referensi, dan laporan penelitian terdahulu yang relevan.</p>	<p>yang digunakan dalam penelitian ini adalah gedung kampus yang berkonsep <i>green building</i>.</p>	<p>building. Selain itu, dari hasil penelitian juga terungkap bahwa konsep green building yang diterapkan pada gedung Unika Soegijapranata di BSB Semarang membuktikan keefektifannya dalam penggunaan energi, air, dan material bangunan. Selain itu, penelitian ini juga membuktikan bahwa penggunaan konsep green building lebih ramah lingkungan daripada gedung konvensional.</p>
--	---	---	--

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka berpikir adalah sebuah rangkaian konsep yang digunakan sebagai panduan dalam melakukan penelitian. Isi dari kerangka berpikir mencakup jawaban terhadap rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Bagan kerangka berpikir dapat dilihat pada table berikut ini:

Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir  
Sumber: Olahan Pribadi, 2023



## 2.4 Sintesis

Setelah mengkaji teori, peneliti akan melaksanakan penelitian berdasarkan apa yang telah diperoleh dari pengkajian teori dengan variabel tentang penelitian yang sedang diteliti. Dengan penjelasan tersebut juga diharapkan dapat menghasilkan alur penelitian yang mudah dipahami dan juga sesuai dengan tujuan dan manfaat dari penelitiannya. Terdapat teori pertama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teori mengenai penghematan energi dengan penerapan *green building* yang akan didukung dengan menggunakan aspek penilaian dari aplikasi EDGE Building

Tabel 2. 5 Hasil Sintesis Kajian Teori

Teori	Variabel	Indikator
<p><i>Menuju Bangunan Zero Energy di Indonesia dan Buku panduan EDGE Building</i></p>	<p>Penghematan Energi</p>	Rasio jendela ke dinding
		Reflektif Cat / Ubin untuk Atap
		Reflektivitas Cat untuk Dinding Luar
		Perangkat Peneduhan Luar
		Isolasi Atap
		Penyekatan Dinding Luar
		Kaca Bersalut Rendah Energi
		Kaca Kinerja Termal Tinggi
		Natural Ventilation
		Kipas langit-langit di semua Ruang Huni
		Sistem penyejuk udara
		Mesin Pemanas Ruang Dengan Tingkat Efisiensi Tinggi
		Sensible Heat Recovery from Exhaust Air
		Boiler Pemanas Air dengan Efisiensi Tinggi
		Pompa Pemanas Air
		Lemari Pendingin dan Mesin Cuci Efisien Energi
		Bola Lampu Hemat Energi - Ruang Dalam
Energy-Saving Light Bulbs - Common Areas and Outdoor Areas		
Kontrol Lampu untuk Pencahayaan Luar Ruang		
Pemanas Air Tenaga Surya		
Fotovoltaik Surya		

		Smart Energy Meters for Electrical Energy
		Consumption Based Energy Meters for Both Cooling and Heating Energy
		Energi Terbarukan Lainnya untuk Pembangkitan Listrik
		Pengadaan Energi Terbarukan Offsite
		Offset Karbon
	Penghematan Air	Kepala Shower Aliran Rendah
		Kran aliran rendah untuk bak cuci dapur
		Kran aliran rendah untuk Kamar Mandi
		Penyiraman Ganda untuk WC di Semua Kamar Mandi
		Toilet dengan Sistem Penyiraman Tunggal (Single Flush)
		Sistem Pengumpulan Air Hujan
		Air Buangan yang didaur ulang untuk Penyiraman
	Air Limbah Daur ulang untuk Penyiraman	
	Penghematan Bahan	Lempengan Lantai
		Konstruksi Atap
Dinding Luar		
Dinding Dalam		
Lantai		
	Bingkai Jendela	

Sumber: Olahan Pribadi,2023