

**EVALUATION OF BUILDING C FEB DIPONEGORO UNIVERSITY  
BASED ON GREEN ARCHITECTURE CRITERIA  
BASED ON EDGE BUILDING APP  
EVALUASI GEDUNG C FEB UNIVERSITAS DIPONEGORO  
BERDASARKAN KRITERIA GREEN ARCHITECTURE BERBASIS  
EDGE BUILDING APP**

Arifah Lestari<sup>1)</sup>, Zahra Salsabilla J.P.<sup>2)</sup>, Arnis Rochma Harani<sup>3\*)</sup>,  
Asrul Mahjuddin Aminuddin<sup>4)</sup>

Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas  
Diponegoro<sup>1),2),3)</sup>

Jurusan Arsitektur, Fakultas Lingkungan Binaan, Universitas Malaya<sup>4)</sup>  
[arifahlestari@students.undip.ac.id](mailto:arifahlestari@students.undip.ac.id)<sup>1)</sup>, [zahrasalsabilajp@students.undip.ac.id](mailto:zahrasalsabilajp@students.undip.ac.id)<sup>2)</sup>,  
[arnisrochmaharani@lecturer.undip.ac.id](mailto:arnisrochmaharani@lecturer.undip.ac.id)<sup>3)</sup>, [asrulmahjuddin@um.edu.my](mailto:asrulmahjuddin@um.edu.my)<sup>3)</sup>

---

**Abstrak**

Perubahan iklim menjadi isu global terbesar di dunia saat ini. Konstruksi merupakan penyumbang utama emisi karbon serta memberi dampak yang signifikan terhadap iklim, meningkatkan suhu global dan polusi udara. Green building dirancang untuk mengurangi dampak negatif lingkungan. Software EDGE membantu menganalisis kelayakan bangunan ramah lingkungan dengan standar sertifikasi yang dikembangkan oleh IFC. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi desain Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro berdasarkan kriteria green architecture menggunakan uji EDGE Building App. Aspek-aspek yang dievaluasi meliputi efisiensi energi, air, dan material. Pada penelitian ini data primer dan sekunder diperoleh menggunakan metode deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dimodelkan dengan menggunakan EDGE Building App untuk menentukan rekomendasi desain. Hasil dari evaluasi desain ditemukan bahwa Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro belum memenuhi standar green building. Maka, diperlukan upaya untuk meningkatkan penghematan energi agar memenuhi kriteria green building pada EDGE Building App. Rekomendasi desain dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya utilitas dengan investasi yang dapat kembali dalam 3,4 tahun.

**Kata kunci:** Green building, Efisiensi energi, Efisiensi air, Efisiensi material, EDGE Building App.

**Abstract**

*Climate change has become the world's biggest global issue today. The construction industry is a major contributor to carbon emissions and has a significant impact on the climate, increasing global temperatures and air pollution. Green buildings are designed to reduce negative environmental impacts. The EDGE software helps analyze the feasibility of environmentally friendly buildings based on certification standards developed by the IFC. This study aims to evaluate the design of Building C, Faculty of Economics and Business, Diponegoro University, based on green architecture criteria using the EDGE Building App assessment. The aspects evaluated include energy, water, and material efficiency. This research collects primary and secondary data using a qualitative descriptive method. The obtained data is modeled using the EDGE Building App to determine design recommendations. The evaluation results show that Building C, Faculty of Economics and Business, Diponegoro University, has not yet met green building standards. Therefore, efforts are needed to improve energy savings to meet the green building criteria in the EDGE Building App. The design*

*recommendations can enhance energy efficiency and reduce utility costs, with an investment payback period of 3.4 years.*

**Keywords:** *Green building, Energy efficiency, Water efficiency, Material efficiency, EDGE Building App.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi salah satu permasalahan global yang mendesak, di mana emisi karbon dari sektor konstruksi dan bangunan berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan suhu global dan polusi udara. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), fenomena ini berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, terutama di kawasan perkotaan yang padat aktivitas. Oleh karena itu, penerapan konsep green architecture menjadi solusi strategis untuk mengurangi dampak

Gedung C Fakultas Ekonomika dan Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro merupakan fasilitas akademik yang memiliki peran penting dalam menunjang aktivitas perkuliahan. Namun, hingga saat ini belum terdapat kajian yang secara spesifik mengevaluasi sejauh mana gedung ini memenuhi standar green architecture. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi energi, air, dan material pada Gedung C FEB menggunakan *EDGE Building App* serta membandingkan kondisi eksisting dengan rekomendasi perbaikan.

Penelitian ini menjadi krusial dalam mendukung komitmen Universitas Diponegoro terhadap keberlanjutan dan pengurangan jejak karbon. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data yang tidak hanya bermanfaat bagi pengelolaan gedung secara lebih efisien tetapi juga menjadi referensi bagi implementasi bangunan hijau di lingkungan akademik lainnya. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menciptakan kampus yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 2. TINJAUAN TEORI

Sebelum melakukan penelitian, peneliti telah mengkaji beberapa penemuan penelitian yang relevan dengan bidang studi yang sedang dilakukan. Penelitian yang

berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan adalah judul penelitian pertama. Dengan judul “Aplikasi dan Evaluasi dengan Software Edge pada Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro”, penelitian ini ditulis oleh Fajriyani Salsabila dan Dr. Ir. Eddy Prianto, CES., DEA pada Desember 2020.

Penelitian ini membahas terkait penerapan standar bangunan hijau dan nilai persentasenya. Pembangunan master plan berfokus pada konservasi energi dengan menggunakan sistem EDGE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai dan memberikan bukti yang dapat diverifikasi dari penerapan standar green building dalam hal penghematan energi menggunakan sistem EDGE pada gedung master plan Universitas Diponegoro khususnya pada Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Hasil penelitian yang didapatkan berupa data analisa menggunakan aplikasi EDGE dan saran masukan. (Salsabila & Prianto, 2020)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Delphine Isimbi dan Jihyun Park dengan judul “*The Analysis of the EDGE Certification System on Residential Complexes to Improve Sustainability and Affordability*” yang menganalisis efisiensi energi, air, material, dan emisi CO<sub>2</sub> tahunan, serta kontribusi mereka untuk memecahkan masalah perumahan dalam konteks yang diberikan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa desain bangunan bersertifikat EDGE berfokus pada “*Efficiency First*”. Hasilnya, efisiensi energi dan air dinilai masih melebihi batas. Dalam strategi penghematan energi, didapatkan rekomendasi dan solusi yang mampu menghemat energi tiga kali (69,2%) lebih tinggi daripada energi yang digunakan sebelumnya.

Berdasarkan kedua penelitian di atas terdapat persamaan berdasarkan kedua penelitian di atas, terdapat persamaan pada topik analisis atau evaluasi yang dibahas.

Keduanya sama-sama membahas terkait cakupan 3 elemen utama standar kriteria bangunan hijau yang diterapkan *EDGE Building App*. Sementara itu, perbedaan dari keduanya terdapat pada detail elemen utama standar kriteria bangunan hijau yang dibahas. Penelitian pertama membahas ketiga elemen utama, yakni energi, air, dan material. Sementara itu, penelitian kedua hanya membahas terkait aspek energi. Kedua penelitian mencakup saran penelitian, hasil analisis, dan evaluasi. Adanya penelitian-penelitian ini sangat membantu peneliti dalam menulis penelitian dan menjadi pedoman penulisan. Terlebih, antar kedua penelitian yang ada dengan penelitian yang sedang dilakukan saat ini memiliki relevansi dan keterkaitan yang erat.

### 2.1 Efisiensi Energi

Efisiensi energi merupakan sebuah upaya yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi dengan menggunakan peralatan dan sistem penanganan energi. Menerapkan perilaku hemat energi dapat mengurangi beban biaya energi, dan selama dampak penghematan energi tidak melebihi biaya tambahan penerapan teknologi hemat energi, maka hal tersebut dapat menghasilkan penghematan finansial bagi konsumen.

Dalam aspek arsitektur, Masyarakat biasanya tidak asing dengan masalah pencahayaan. Contoh mudahnya, penggunaan lampu *LED* dirasa lebih hemat energi dibandingkan dengan lampu pijar. Selain itu, menggunakan perabotan rumah tangga yang lama dengan desain terbaru juga dianggap lebih efisien. Contoh lainnya adalah membuat jendela dan pintu yang tertutup rapat serta memberi penyekat di dinding bangunan. Dalam uji *EDGE Building App*, analisis efisiensi energi ini mencakup: (1) Cat/ubin reflektif untuk dinding eksterior dan langit-langit, (2) Shading eksterior; (3) Kaca berlapis dengan kepadatan rendah; (4) Pompa panas untuk menghasilkan air panas; (5) Pencahayaan hemat energi; (6) Kontrol pencahayaan untuk lorong dan tangga; (7) Wastafel air panas tenaga surya

Efisiensi energi berperan dalam membangun ekonomi hijau. Emisi gas

rumah kaca dapat dikurangi dengan mengonsumsi lebih sedikit energi, namun tidak mengurangi pertumbuhan Ekonomi. Optimalisasi efisiensi energi dapat dilakukan di semua sektor dalam hal kebutuhan energi, termasuk bangunan komersial, industri, publik, domestik, dan industri.

### 2.2 Efisiensi Air

Efisiensi air didefinisikan sebagai Pengurangan penggunaan air secara keseluruhan serta meminimalkan air limbah. Penggunaan air bersih harus dilakukan secara bertanggung jawab. Hal ini juga mengarah pada penggunaan praktik dan teknologi yang lebih baik yang memberikan layanan kehidupan yang setara atau lebih baik dengan pengurangan konsumsi air. Efisiensi air merupakan bagian penting dari bangunan ramah lingkungan yang strategi dan teknologinya mengurangi jumlah air minum yang dikonsumsi dalam bangunan. Saat ini, beberapa teknologi sedang digunakan untuk menampung air hujan, mendaur ulang dan menggunakan kembali air limbah, perlengkapan aliran rendah, sensor, dll. Langkah-langkah efisiensi air di bangunan perumahan dan komersial dapat sangat mengurangi limbah air, sehingga menghasilkan volume limbah yang lebih rendah. Mengurangi penggunaan energi juga dapat memberikan keuntungan finansial. Beberapa teknologi yang mengusung konsep penghematan air antara lain:

- Pengumpulan dan pendistribusian air hujan secara aktif, yang tidak dibuang ke saluran pembuangan, melainkan digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Biasanya, air hujan dikumpulkan dari atap rumah, diendapkan di reservoir dengan penyaringan. Setelah air dimurnikan, air dapat digunakan untuk bercocok tanam, berkebun, dan keperluan rumah tangga lainnya.

- Pengolahan grey water berasal dari mesin pencuci piring, mesin cuci, dan wastafel kamar mandi. Air ini dimanfaatkan untuk menyiram toilet, mencuci pakaian, dan keperluan irigasi.

- Perlengkapan pipa aliran kran, pancuran, dan toilet yang dirancang untuk beroperasi dengan lebih sedikit air. Misalnya, toilet dulu bisa berfungsi dengan menggunakan 7

galon sekali siram, namun saat ini toilet dapat beroperasi secara efisien hanya dengan menggunakan 1,3 galon – yang berarti penghematan air lebih dari 80 persen.

Dalam uji *EDGE Building App*, analisis efisiensi air ini mencakup:

- Pancuran dan keran aliran rendah
- Lemari siram ganda
- Sistem pengumpulan air hujan
- Pengolahan air abu-abu
- Sistem daur ulang

### 2.3 Efisiensi Material

Secara umum, energi yang terkandung mewakili energi yang digunakan dalam pembuatan bahan bangunan, produksi, transportasi ke pabrik atau lokasi konstruksi, dan proses manufaktur. Ini juga mencakup energi 'berulang' yang digunakan dalam proses pemeliharaan dan perbaikan bahan dan komponen bangunan serta energi pembongkaran yang diperlukan untuk dekonstruksi bangunan dan pembuangan bahan limbah, yang menghasilkan emisi karbon. Selain itu, proses manufaktur menyumbang proporsi terbesar energi dan emisi yang terkait dengan siklus hidup suatu bangunan.

Bahan ramah lingkungan adalah bahan yang tidak membahayakan lingkungan atau kesehatan bila digunakan atau dibuang. Dengan menggunakan material ramah lingkungan, dapat membantu dalam pembangunan bangunan berkualitas tinggi dan ramah lingkungan.

Adapun Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021 mengatur tentang Persyaratan Bangunan Gedung Ramah Lingkungan. Dalam peraturan ini, bangunan gedung disebut ramah lingkungan jika memenuhi kriteria tertentu yang berkaitan dengan aspek keberlanjutan, efisiensi energi, pengelolaan sumber daya alam, dan mitigasi dampak negatif terhadap lingkungan. Beberapa syarat utama yang harus dipenuhi antara lain:

- Penghematan Energi dan Air: Bangunan harus mengoptimalkan penggunaan energi dan air untuk mengurangi konsumsi sumber daya alam.
- Pengelolaan Limbah: Bangunan wajib memiliki sistem pengelolaan limbah yang

baik, termasuk limbah padat dan cair, untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

-Pemanfaatan Material yang Ramah Lingkungan: Bangunan harus menggunakan material yang tidak merusak lingkungan, termasuk bahan daur ulang dan material yang lebih efisien dalam penggunaan energi.

- Desain Bangunan: Desain bangunan harus mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan, seperti orientasi bangunan yang efisien dalam memanfaatkan cahaya alami, serta penggunaan ventilasi yang baik.

- Manajemen Kualitas Udara Dalam Ruang: Bangunan juga harus mempertimbangkan kualitas udara di dalam ruangan, dengan sistem ventilasi yang baik dan penggunaan bahan yang tidak mengeluarkan zat berbahaya.

- Pengelolaan Air Hujan: Bangunan diharuskan memiliki sistem untuk mengelola air hujan, termasuk pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan non-potable (seperti irigasi).

- Penghijauan: Taman atau area hijau di sekitar bangunan juga termasuk dalam upaya ramah lingkungan, untuk menjaga kualitas udara dan menciptakan ruang terbuka hijau.

## 3. METODOLOGI PERANCANGAN

Bagian ini membahas metode penelitian yang digunakan untuk mengevaluasi desain Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro berdasarkan kriteria green architecture berbasis uji *EDGE Building App*.

Berikut aspek-aspek yang mempengaruhi hasil evaluasi desain berbasis uji *EDGE Building App*.

- Pengukuran efisiensi energi
- Pengukuran efisiensi air
- Pengukuran efisiensi material

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kualitatif yang menggambarkan fenomena terkait subjek penelitian termasuk perilaku, perspektif, dan motivasi, serta tindakan secara menyeluruh. (Hasan et al., 2022)

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan sumbernya yaitu data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini, data primer digunakan sebagai nahan yang digunakan untuk dimulasi di *EDGE Building App* termasuk gambar kerja, dan hasil pengukuran. Data sekunder digunakan untuk pengumpulan data; contoh sumber data sekunder termasuk artikel, jurnal, buku, atau situs web yang berkaitan dengan subjek penelitian. Adapun tiga tahapan yang dilakukan dalam proses pengumpulan data, yakni observasi, dokumentasi, dan evaluasi.



Gambar 3. Tampak FEB UNDIP

### 3.3 Teknik Analisa Data

Data yang telah diperoleh kemudian diinput ke *EDGE Building App* untuk disimulasikan guna mengetahui nilai dari efisiensi energi, efisiensi air, serta efisiensi material berdasarkan kriteria green architecture pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro. Nilai yang diperoleh digunakan sebagai bahan evaluasi serta dasar dalam menentukan rekomendasi desain.

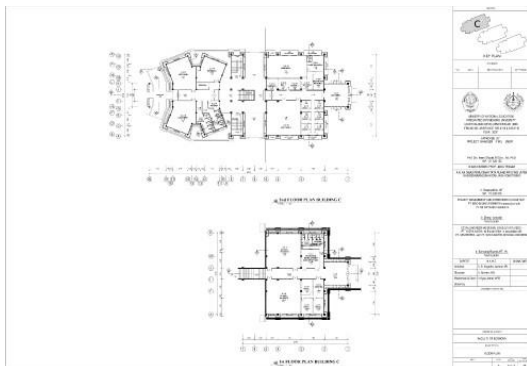
| Basic Parameters                            |            |                                  |       |
|---|------------|----------------------------------|-------|
| Type of Educational Facility                | University | Irrigated Area (m <sup>2</sup> ) | 1,519 |
| Swimming Pool (m <sup>2</sup> )             | 0          |                                  |       |
| Default                                     | User Entry |                                  |       |
| Occupancy Density (m <sup>2</sup> /Student) | 3          |                                  |       |
| Operational Hours (Hours/Day)               | 8          |                                  |       |
| School Days (Days/Week)                     | 5          |                                  |       |
| Holidays (Days/Year)                        | 60         |                                  |       |

Gambar 4. Parameter Data

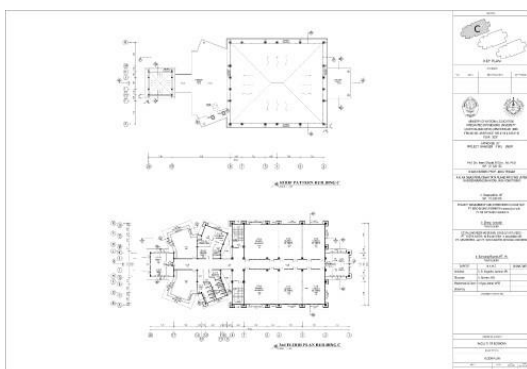
## 4. HASIL PEMBAHASAN

| Building Data                                  |            |
|--|------------|
| Floors Above Grade (no.)                       | 2          |
| Floor-to-Floor Height (no.)                    | 4.05       |
| Floors Below Grade (no.)                       | 0          |
| Gross Internal Area (no.)                      | 1,124      |
| Default  | User Entry |
| Classrooms (m <sup>2</sup> )                   | 124.416    |
| Workshops (m <sup>2</sup> )                    | 30.38      |
| Meeting Rooms (m <sup>2</sup> )                | 77.76      |
| Offices/Administration Rooms (m <sup>2</sup> ) | 194.64     |
| Auditoriums (m <sup>2</sup> )                  | 168.48     |
| Library (m <sup>2</sup> )                      | 0.0001     |
| Worship Places (m <sup>2</sup> )               | 19.32      |
| Corridors (m <sup>2</sup> )                    | 364.66     |
| Restrooms (m <sup>2</sup> )                    | 144.144    |
| Other Space Types (m <sup>2</sup> )            | 0.0001     |
| Cafeteria (m <sup>2</sup> )                    | 0.0001     |
| Labs (m <sup>2</sup> )                         | 0.0001     |
| Computer Rooms (m <sup>2</sup> )               | 0.0001     |
| Sports Room (m <sup>2</sup> )                  | 0.0001     |
| Indoor Car Parking (m <sup>2</sup> )           | 0.0001     |
| Gross Internal Area (m <sup>2</sup> )          | 1,124      |

Gambar 5. Data Bangunan



Gambar 1. Denah Lantai 1&2 FEB UNDIP



Gambar 2. Denah Lantai 3 dan Atap FEB UNDIP

### Building Orientation

| Building Orientation   |            | Building Lengths |      |
|--|------------|------------------|------|
| Default  | User Entry | Default          | User |
| Floor Plan Depth (m)**   | 21.6       | North (m)        | 61.0 |
| Main Orientation**   | West       | South (m)        | 61.0 |
| **These parameters will be used to estimate building dimensions. If the exact details of the dimensions and orientation are available, then enter the User Entry fields in the Building Lengths section. |            |                  |      |
|  |            | East (m)         | 25.0 |
|  |            | West (m)         | 25.0 |
|  |            | Northeast (m)    | 0.0  |
|  |            | Northwest (m)    | 0.0  |
|  |            | Southeast (m)    | 0.0  |
|  |            | Southwest (m)    | 0.0  |

Gambar 6. Orientasi Bangunan

Evaluasi desain dilakukan untuk menilai penerapan green building pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dalam upaya penghematan energi berbasis uji EDGE. Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi energi mendapat nilai 59,85% dengan rincian sebagai berikut:

#### 4.1 Pengurangan Rasio Jendela terhadap Dinding – WWR 14%

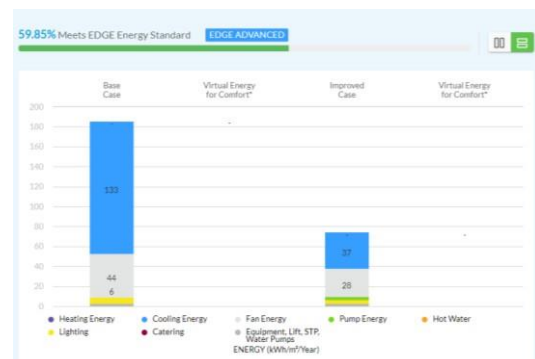
Pengurangan rasio jendela terhadap dinding atau sering dikenal dengan *Reduced Window to Wall Ratio* (WWR) mengacu pada strategi desain di mana proporsi luas jendela terhadap total luas dinding eksterior bangunan sengaja dibatasi (IFC, 2021).

### Key Assumptions for the Base Case

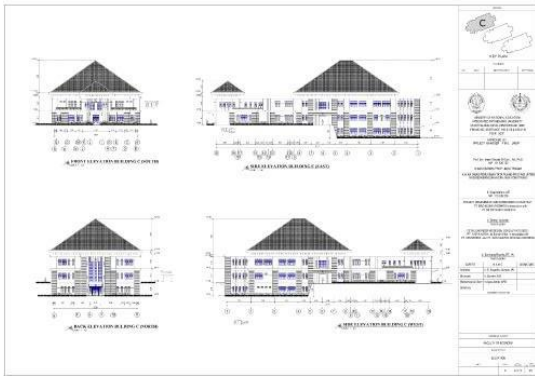
| Default   | User Entry       |
|---|------------------|
| Fuel Used for Electric Generator                              | Diesel           |
| Fuel Used for Hot Water Generation                            | None             |
| Fuel Used for Cooking   | None             |
| Fuel Used for Space Heating                                   | Electricity      |
| % of Electricity Generation Using Diesel (% Ave. Yrly)        | 5.00%            |
| Cost of Electricity (Thousand Rp/kWh)                         | 1.441            |
| Cost of Diesel Fuel (Thousand Rp/L)                           | 6.420            |
| Cost of LPG/Natural Gas (Thousand Rp/L)                       | 3.800            |
| Cost of Water (Thousand Rp/kL)                                | 7.861            |
| CO <sub>2</sub> Emissions from Electricity Generation (g/kWh) | 891.0            |
| Window to Wall Ratio (%)                                      | 40.0%            |
| Solar Reflectivity for Paint - Roof (%)                       | 30.0%            |
| Solar Reflectivity for Paint - Wall (%)                       | 30.0%            |
| Roof U-value (W/m <sup>2</sup> .K)                            | 1.99             |
| Wall U-value (W/m <sup>2</sup> .K)                            | 1.86             |
| Glass U-value (W/m <sup>2</sup> .K)                           | 5.75             |
| Glass SHGC (Factor)   | 0.50             |
| Cooling System  | ASHRAE 90.1.2007 |
| Cooling System Efficiency (COP)                               | 2.77             |
| Heating System  | ASHRAE 90.1.2007 |
| Heating System Efficiency (Eff)                               | 4.00             |

Gambar 7 Asumsi Base Case

#### 4.2 Evaluasi Hasil Pengukuran Efisiensi Energi



Gambar 8. Hasil Pengukuran Efisiensi Energi



Gambar 9. *Window Wall Ratio* Gedung C FEB UNDIP

Semakin kecil WWR maka semakin tinggi efisiensi energi pada bangunan. Nilai untuk WWR pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro adalah 7,84% (sisi utara), 21,55% (sisi selatan), 12,22% (sisi barat), dan 12,37 (sisi timur). Hal ini menunjukkan bahwa, WWR pada gedung ini 14% dari total luas dinding. Berdasarkan uji EDGE, WWR sebesar 14% dapat meningkatkan efisiensi energi pada bangunan sebesar 22,97%.

#### Cat/Genteng Reflektif untuk Atap – Reflektivitas Matahari 0.7



Gambar 10. Genteng Reflektif

Bahan atap yang telah direkayasa untuk memantulkan sebagian besar cahaya matahari yang mencapainya dikenal sebagai cat reflektif atau genteng reflektif untuk atap (IFC, 2021). Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro telah menggunakan genteng reflektif untuk atap dengan tingkat reflektivitas matahari (albedo) sebesar 0,7. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan genteng reflektif pada atap dengan albedo 0,7 dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 3,77%. Hal ini dikarenakan penggunaan genteng reflektif pada atap dapat menekan panas yang masuk ke dalam bangunan. Semakin besar tingkat reflektivitasnya (albedo) maka semakin besar pula efisiensi energinya.

#### Penghawaan Alami untuk Koridor



Gambar 11 Penghawaan Alami untuk Koridor

Penggunaan penghawaan alami ditujukan untuk mengatur sirkulasi udara di dalam struktur. Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro telah menerapkan penghawaan alami untuk koridor dengan adanya pintu dan juga jendela pada setiap lantai bangunan yang memiliki koridor. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan penghawaan alami pada koridor dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 9,55%. Hal ini dikarenakan penerapan Penghawaan alami untuk koridor menyebabkan tidak dibutuhkannya energi untuk mendinginkan koridor dalam bangunan. Maka dari itu, efisiensi energi meningkat ketika menerapkan penghawaan alami pada koridor bangunan.

#### Penghawaan Alami untuk Ruang Kelas



Gambar 12 Penghawaan Alami untuk Ruang Kelas

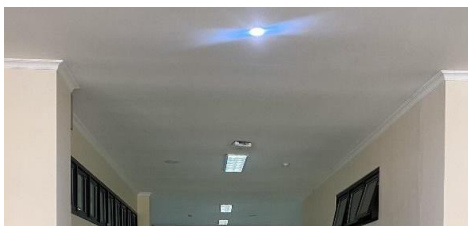
Berdasarkan uji EDGE, penggunaan penghawaan alami pada ruang kelas dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 1,3%. Hal ini dikarenakan penerapan penghawaan alami untuk ruang kelas menyebabkan tidak dibutuhkannya energi untuk mendinginkan ruang kelas dalam bangunan. Maka dari itu, efisiensi energi meningkat ketika menerapkan penghawaan alami pada ruang kelas.

#### Pendingin Udara dengan COP 3,3

EDGE menggunakan *coefficient of performance* (COP) untuk mengukur efisiensi sistem pendingin udara seperti AC. COP merupakan *output* total energi

pendinginan per input listrik. Dalam konteks pendinginan, COP didefinisikan sebagai rasio antara laju pelepasan energi panas dan laju konsumsi energi listrik dalam satuan yang konsisten untuk seluruh sistem pendingin udara (IFC, 2021). Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro menggunakan pendingin udara dengan COP 3,3. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan pendingin udara dengan COP 3,3 dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 2,32%.

**Penerangan Hemat Energi – Ruang Internal**



Gambar 13. Penggunaan Bola Lampu Hemat Energi pada Internal Space

Teknologi pencahayaan hemat energi telah digunakan pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dengan menggunakan lampu LED hemat energi untuk menerangi ruang-ruang internal. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan lampu hemat energi pada ruang internal dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 0,54%.

**Penerangan Hemat Energi – Ruang Eksternal**

Selain digunakan pada ruang internal, teknologi pencahayaan hemat energi juga telah digunakan pada ruang external Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dengan menggunakan lampu LED hemat energi untuk menerangi ruang-ruang eksternal pada malam hari. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan lampu hemat energi dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 0,26%.

**Pengukur Energi Pintar untuk Energi Listrik**



Gambar 14. Smart Meter Energy

Pengukur energi pintar atau smart meter incorporate menggabungkan berbagai fitur dan fungsi khusus untuk memungkinkan pemantauan, kontrol, dan manajemen konsumsi energi listrik yang tepat. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan pengukur energi pintar pada sebuah bangunan dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 1,1%.

**4.3 Evaluasi Hasil Pengukuran Efisiensi Air**



Gambar 15. Hasil Pengukuran Efisiensi Air

Evaluasi desain dilakukan untuk menilai penerapan green building pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dalam upaya penghematan air berbasis uji EDGE. Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi air mendapat nilai 19,9% dengan rincian sebagai berikut:

**Keran Aliran Rendah di Seluruh Kamar Mandi - 2 L/menit**

Setiap kamar mandi memiliki keran aliran rendah, yang beroperasi berdasarkan penurunan laju aliran air untuk mengawetkan air sekaligus mempertahankan pasokan air yang fungsional untuk berbagai aktivitas kamar mandi (IFC, 2021). Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro telah menggunakan keran aliran rendah

dengan spesifikasi 2 L/menit. 2 L/menit menunjukkan laju aliran dua liter per menit, yang menunjukkan jumlah air yang mengalir dari keran dalam satu menit. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan keran aliran rendah dengan spesifikasi 2 L/menit dapat menghemat air sebesar 6%.



Gambar 16 Keran Aliran Rendah

**Siram Ganda untuk Closets di Seluruh Kamar Mandi - 6 L/First Flush dan 3L/Second Flush**



Gambar 17. Siram Ganda pada Toilet

Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro telah menggunakan siram ganda di kamar mandi dengan opsi penyiraman pertama menggunakan 6L air dan opsi penyiraman kedua menggunakan 3L air. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan siram ganda untuk closet dapat menghemat air sebesar 9,65%.

**Urinal Hemat Air Di Seluruh Kamar Mandi – 2L/menit**



Gambar 18. Urinal Hemat Air

Memasang urinal dengan penyiraman rendah akan mengurangi air yang digunakan untuk menyiram. Urinal yang efisien adalah yang menyiram 2 liter atau kurang. Berdasarkan uji EDGE, penggunaan urinal hemat air dengan spesifikasi 2 L/flush dapat menghemat air sebesar 4,29%.

#### 4.4 Evaluasi Hasil Pengukuran Efisiensi Material



Gambar 19. Hasil Pengukuran Efisiensi Material

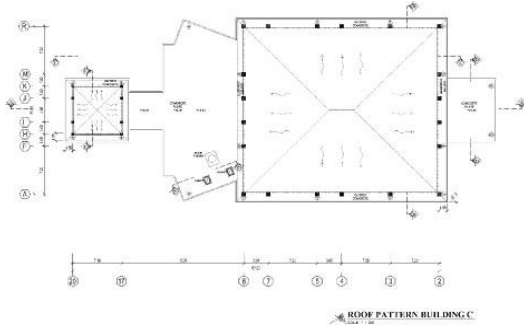
Evaluasi desain dilakukan untuk menilai penerapan green building pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dalam upaya efisiensi material berbasis uji EDGE. Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi air mendapat nilai 15,02% dengan rincian sebagai berikut:

#### **Pelat Lantai: Komposit Beton In-Situ dan Dek Baja (Penutup Permanen)**

Ketebalan lantai bangunan turut mempengaruhi jumlah energi yang tersimpan per satuan luas. Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro menggunakan beton komposit in-situ dan dek baja (penutup permanen). Hal tersebut terdiri dari pelat komposit yang terdiri dari beton bertulang yang dicor di atas

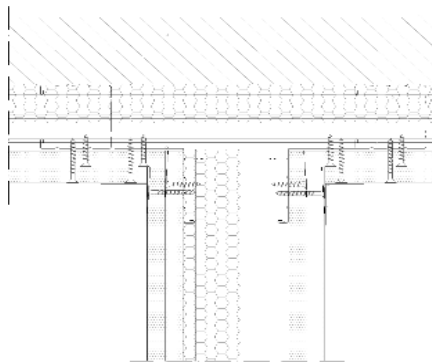
penghiasan baja yang diprofilkan berfungsi sebagai bekisting selama konstruksi.

### Konstruksi Atap: Genteng Tanah Liat dengan Konstruksi Baja



Gambar 20. Ilustrasi Penggunaan Atap

### 4.4.3 Dinding Eksternal: Batu Bata dengan Plester Eksternal & Internal



Gambar 21 Detail Plesteran Batu Bata

Dinding eksternal Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro menggunakan batu bata dengan plester pada bagian eksternal dan internal. Batu bata merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena ketersediaannya yang melimpah. Namun, proses produksinya melibatkan pembakaran pada suhu tinggi dengan bahan bakar fosil, sehingga menghasilkan jejak karbon yang cukup tinggi. (IFC, 2021).

### Dinding Internal: Batu Bata dengan Plester Eksternal & Internal

Dinding internal Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro juga menggunakan batu bata dengan plester pada bagian eksternal dan internal. Batu bata, atau yang dikenal sebagai batu bata tanah liat bakar, merupakan material konstruksi yang umum digunakan karena ketersediaannya yang melimpah dan biaya

produksinya yang relatif rendah. Namun, proses produksinya melibatkan pembakaran pada suhu tinggi dengan bahan bakar fosil, sehingga menghasilkan jejak karbon yang cukup tinggi (IFC, 2021).

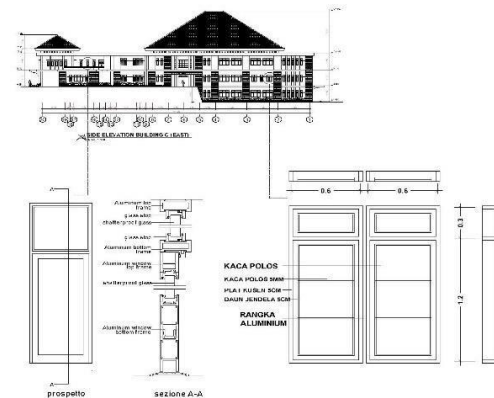
### Lantai : Ubin Keramik



Gambar 22. Penggunaan Ubin Keramik

Di seluruh area umum Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis menggunakan ubin keramik yang tahan banting dan indah secara visual sebagai bagian dari penerapan lantai keramik. Ubin ini memberikan tampilan yang halus dan rapi.

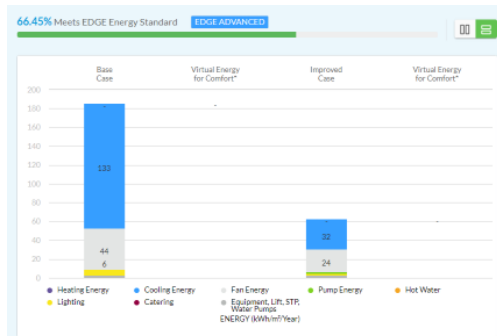
### Kusen Jendela : Aluminium



Gambar 23. Detail Penggunaan Kusen Aluminium

Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis menggunakan kusen aluminium. Aluminium tidak berkarat dan memiliki berat yang lebih ringan dari logam besi lainnya seperti baja, tetapi energi yang terkandung jauh lebih banyak dan lebih tinggi. Selain itu, logam merupakan penghantar panas dengan sangat baik sehingga tidak sebagai bahan kusen yang lain. Untuk menurunkan aliran panas dan nilai *U-Value*, kusen logam dapat dilengkapi dengan pemisah termal yang memisahkan bagian dalam dan luar bingkai. (IFC, 2021).

#### 4.5 Rekomendasi Desain Guna Meningkatkan Aspek Efisiensi Energi



Gambar 24. Hasil Pengukuran Efisiensi Energi

Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi energi mendapat nilai sebesar 59,85% yang mana sudah memenuhi kriteria green building dan mendapat predikat *EDGE Advanced*. Akan tetapi untuk meningkatkan efisiensi energi yang lebih tinggi guna menghemat pengeluaran biaya listrik perbulan dapat dilakukan upaya di bawah ini untuk meningkatkan efisiensi energi menjadi 66,45%.

#### Cat / Ubin Reflektif untuk Dinding - Reflektifitas Matahari (albedo) 0,7

Bahan cat/ubin yang telah direkayasa untuk memantulkan sebagian besar cahaya matahari yang mencapainya dikenal sebagai cat/ubin reflektif untuk dinding (IFC, 2021). Jika Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro menggunakan cat/ubin reflektif untuk atap dengan tingkat reflektifitas matahari (albedo) sebesar 0,7 dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 2,69%.

#### Low-E Coated Glass: Nilai U 3 W/m².K dan SHGC 0,45

Metrik SHGC menentukan berapa banyak radiasi matahari yang menembus ke dalam rumah lewat jendela. Semakin rendah angkanya, semakin sedikit panas yang masuk. Angka SHGC berkisar antara 0 dan 1 dan jendela umumnya antara 0,25 dan 0,8. Jika Low-E Coated Glass dengan nilai U sebesar 3 W/m²K dan SHGC sebesar 0,45 diterapkan pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 2,3%.

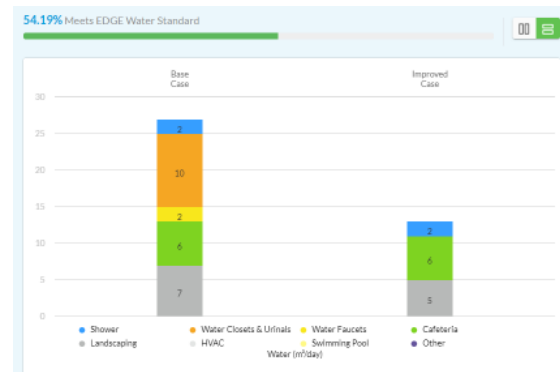
#### Fotovoltaik Surya - 50% dari Total Penggunaan Energi



Gambar 25. Fotovoltaik Surya

Fotovoltaik surya adalah sebuah sistem yang dapat bertujuan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat memenuhi kebutuhan energi listrik suatu bangunan. Berdasarkan uji EDGE, jika penggunaan fotovoltaik surya sebesar 50% dari total penggunaan energi digunakan pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dapat meningkatkan efisiensi energi sebesar 17,58%.

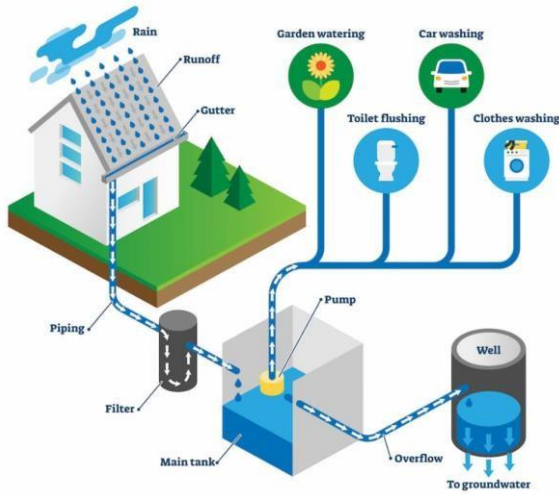
#### 4.6 Rekomendasi Desain Guna Meningkatkan Aspek Efisiensi Air



Gambar 26. Hasil Pengukuran Efisiensi Air dari Rekomendasi Desain

Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi manajemen air mendapat nilai sebesar 19,93% yang mana belum memenuhi kriteria bangunan hijau dan belum mendapat predikat EDGE Advanced. Maka dari itu, untuk meningkatkan efisiensi manajemen air dapat dilakukan upaya sebagai berikut:

#### Sistem Pemanenan Air Hujan - 50% Area Atap Digunakan untuk Penampungan Air Hujan



Gambar 27. Sistem Pemanenan Air Hujan

Jika 50% area atap Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro digunakan untuk sistem pemanenan air hujan maka dapat meningkatkan efisiensi air sebesar 5,15%.

#### Lanskap Hemat Air – 4L/m<sup>2</sup>/hari

Area lanskap luar ruangan yang hemat air dapat mengurangi penggunaan air PAM (IFC, 2021). Jika penggunaan air pada area lanskap luar ruangan, termasuk halaman rumput, taman, dan kolam, di Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro kurang dari 4 liter per meter persegi per hari sepanjang tahun (tidak termasuk air hujan) dapat meningkatkan efisiensi air 8,69%.

#### Sistem Pengelolaan dan Daur Ulang Grey Water

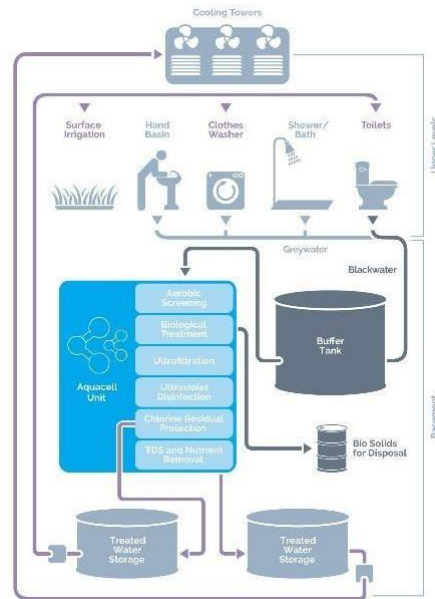
Grey water dapat di daur ulang dan dimanfaatkan untuk penggunaan air yang tidak memerlukan kualitas tertentu seperti flushing toilet. Penggunaan grey water sehari-hari dapat menurunkan penggunaan air bersih (Hidayat et al., 2019).



Gambar 28. Sistem Daur Ulang Grey Water

Jika sistem pengolahan dan daur ulang grey water digunakan di Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dapat meningkatkan efisiensi air sebesar 2,01%.

#### Sistem Pengelolaan dan Daur Ulang Black Water



Gambar 29. Sistem Daur Ulang Black Water

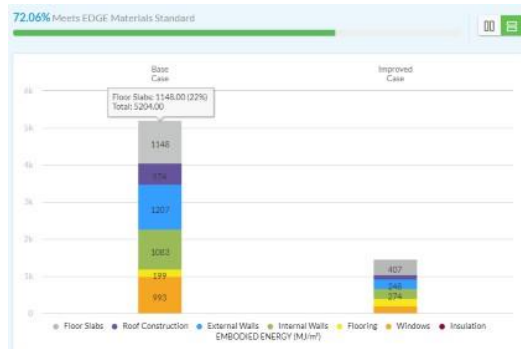
Black water disebut juga sebagai limbah yang berasal dari toilet dan wastafel. Air ini berbeda dengan grey water karena mengandung bakteri, patogen, dan partikel makanan, yang dapat membusuk dan lebih sulit diolah daripada grey water.

Dalam sistem daur ulang air limbah, semua air limbah dialirkan ke tangki awal melalui gravitasi. Air hitam diberi waktu untuk mengendap dan koloni primer bakteri menggerogoti limbah selama 24 jam, mirip dengan sistem septik normal. Kemudian air limbah yang telah mengendap masuk ke tangki lain yang dibagi menjadi 3 ruang meliputi aerasi, pengendapan lumpur dan irigasi. Jika sistem pengolahan dan daur ulang black water diterapkan dapat meningkatkan efisiensi air sebesar 8,69%.

Setelah menerapkan rekomendasi desain, hasil penilaian efisiensi manajemen air pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro mengalami

peningkatan sebesar 34,26 %. Penilaian efisiensi manajemen air kondisi eksisting mendapat nilai 19,93% sedangkan pada penilaian efisiensi manajemen air hasil redesain mendapat nilai 54,19%.

#### 4.7 Rekomendasi Desain Guna Meningkatkan Aspek Efisiensi Material



Gambar 30. Hasil Pengukuran Efisiensi Material dari Rekomendasi Desain

Hasil penilaian dari uji EDGE dalam aspek efisiensi material mendapat nilai sebesar 15,02% yang mana belum memenuhi kriteria green building dan belum mendapat predikat EDGE *Advanced*. Maka dari itu, untuk meningkatkan efisiensi material agar memenuhi kriteria *green building* maka dapat dilakukan upaya sebagai berikut :

#### Material Atap Genteng Beton Mikro pada Kasau Baja

Genteng Beton Mikro (MCR) adalah genteng yang hemat biaya dan tahan lama. Genteng ini memiliki kandungan energi yang lebih sedikit dibandingkan genteng tanah liat karena genteng MCR lebih ringan dari genteng lainnya. (IFC, 2021)

Berdasarkan uji EDGE, Jika genteng beton mikro digunakan pada Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dapat meningkatkan efisiensi material sebesar 1,28%.

#### Blok Beton Ringan Seluler pada Dinding Eksterior

Blok-blok ini, yang ramah lingkungan, juga disebut blok CLC. Energi yang dikonsumsi dalam produksi hanya sebagian kecil dibandingkan dengan produksi batu bata tanah liat (IFC, 2021). Berdasarkan uji EDGE, Jika blok beton ringan seluler digunakan pada Gedung C Fakultas

Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro dapat meningkatkan efisiensi material sebesar 28,48 %.

#### Blok Beton Ringan Seluler pada Dinding Interior

Jika digunakan juga pada dinding interior Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro penggunaan blok beton ringan seluler dapat meningkatkan efisiensi material sebesar 24,61 %.

#### UPVC pada Kusen Jendela

Kusen jendela uPVC terdiri dari polivinil klorida (PVC) yang telah melalui proses ekstrusi dan dilengkapi dengan stabilisator sinar ultraviolet (UV) untuk mencegah degradasi akibat paparan sinar matahari. Material ini memiliki tingkat perawatan yang rendah karena tidak memerlukan pengecatan. Selain itu, jika rongga dalam kusen diisi dengan material insulasi, performa termalnya dapat meningkat secara signifikan.

Berdasarkan uji EDGE, jika UPVC dipilih sebagai material kusen jendela di Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro maka akan meningkatkan efisiensi material sebesar 2,7%.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan uji *EDGE Building App*, Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro memperoleh nilai efisiensi energi 59,85%, efisiensi air 19,93%, dan efisiensi material 15,02%. Oleh sebab itu, Gedung C Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro belum memenuhi standar *green building*.

Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan penghematan energi guna memenuhi kriteria green building pada EDGE

*Building App*. Hasil penilaian uji *EDGE Building App* setelah menerapkan rekomendasi desain mengalami peningkatan, nilai efisiensi energi menjadi 84,43% efisiensi air 54,19% dan efisiensi material 72,06%.

Berdasarkan uji *EDGE Building App*. Jika seluruh rekomendasi desain diterapkan akan

meningkatkan biaya investasi sebesar Rp 838.273.000. Akan tetapi pengeluaran biaya utilitas dapat direduksi sebesar Rp 20.859.000/bulan. Biaya investasi ini setara dengan hasil penghematan biaya utilitas selama 41 bulan atau 3,4 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cabrera-Garcia, R., Martinez-Ruiz, F., Orozco-Chavez, V., Quijano-Arteaga, N., & Garcia-Troncoso, N. (2024, April). Energy Efficiency Analysis of a Residential Project Using Autodesk and EDGE App. Proceedings of the 9th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering. <https://doi.org/10.11159/icsect24.134>
- EDGE User Guide International Finance Corporation. (2020). EDGE User Guide.
- Hasan, M., Tuti Khairani Harahap, Mp., Syahrial Hasibuan, Ms., Iesyah Rodliyah, M., Sitti Zuhaerah Thalbah, Mp., Cecep Ucu Rakhman, Mp., Paskalina Widiastuti Ratnaningsih, M., Inanna, Mh., Andi Aris Mattunruang, Mp. S., Nursaeni, Mp., Yusriani, Mp., Nahriana, Mk., Dumaris Silalahi, Mp. E., Dra Sitti Hajerah Hasyim, Mp., Azwar Rahmat, Ms., Yetty Faridatul Ulfah, Mtp., & Nur Arisah, Mh. (2022). Metode Penelitian Kualitatif.
- Isimbi, D., & Park, J. (2022). The Analysis of the EDGE Certification System on Residential Complexes to Improve Sustainability and Affordability. Buildings, 12(10). <https://doi.org/10.3390/buildings12101729>
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2024). Mengenal Standar Sertifikasi Bangunan Hijau (Green Buildings Certification).
- Kusuma, Y., & Nuzir, F. A. (2022). Penilaian Kinerja Bangunan Hijau dengan EDGE Building App pada Perancangan Klinik yang Menerapkan Strategi Passive Design dari Climate Consultant. JURNAL ARSITEKTUR, 12(1), 65. <https://doi.org/10.36448/ja.v12i1.2310>
- Lambang P, D. (2023, October 20). Ancaman Perubahan Iklim Makin Nyata, Green Building Perlu Diprioritaskan. Lestari.Kompas.Com.
- Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021. (2021). Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021.
- Rahmadyani, H., & Suhendri. (2020). Energy Efficient Low-Cost Housing in Ho Chi Minh using EDGE Buildings. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 532(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/532/1/012018>
- Rasjid, M. F., Ischak, M., Fitriah Medina, R., Sarjana, J., Arsitektur, U., & Trisakti, J. (2022). UJI EFISIENSI ENERGI PADA PERANCANGAN FASAD GEDUNG ASEAN SECRETARIAT DI JAKARTA MENGGUNAKAN APLIKASI EDGE ENERGY EFFICIENCY TEST ON THE DESIGN OF THE ASEAN SECRETARIAT BUILDING IN JAKARTA USING EDGE APPLICATION. Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti, 20(1), 82–90. <http://dx.doi.org/1025105/agora.v20i1.13999>
- Salsabila, F., & Prianto, Eddy. (2020). APLIKASI DAN EVALUASI DENGAN SOFTWARE EDGE PADA GEDUNG DEKANAT BARU FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO. IMAJI, 9(6).
- Syahriyah, D. R. (2017). Penerapan Aspek Green Material Pada Kriteria Bangunan Rumah Lingkungan Di Indonesia. Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia, 6 (2), 100–105. <https://doi.org/10.32315/jlbi.6.2.95>