ANALISIS PENGGUNAAN ENERGI PADA BANGUNAN TINGGI BERBASIS EDGE *BUILDINGS APP*

STUDI KASUS: GEDUNG *ACADEMIC AND RESEARCH CENTER* UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG

Shakina, Qeisa Yayang [1], Kustiani [1*]

1. Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung

*Correspondent Author: kustiani.tia@ubl.ac.id

Tanggal masuk naskah: 12 Januari 2025 • Tanggal review: 6 & 9 Februari 2025 • Tanggal revisi: 18 Februari 2025 • Tanggal review II: 21 & 25 Februari 2025 • Tanggal Terbit: 1 Maret 2025
DOI: 10.24167/joda.v4i2.13013

Abstrak: Konsep bangunan hijau, kini telah menjadi salah satu solusi dalam menciptakan lingkungan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan mengimplementasikan prinsip berkelanjutan seperti efisiensi energi, pemilihan bahan material yang ramah lingkungan serta pengelolaan sumber daya yang bijak, bangunan tidak hanya dapat mengurangi dampak negatif, tetapi juga memperbaiki kualitas hidup penghuninya. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif dengan penggunaan software EDGE *Building App* sebagai alat simulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan energi, air dan material pada Gedung *Academic and Research Center* Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Hasil simulasi menyatakan bahwa bangunan berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 37,75%, efisiensi air 37,50% dan minimalisir *embodied energy* dari bahan dan material yang digunakan bangunan sebesar 21,63%, sehingga bangunan dapat dikategorikan level 1 yaitu, EDGE *Certified.*
Kata Kunci: EDGE app, energi, air, material

Abstract: *The concept of green buildings has now become one of the solutions in creating an environmentally friendly and sustainable environment. By implementing sustainable principles such as energy efficiency, selection of environmentally friendly materials and wise management of resources, buildings can not only reduce negative impacts, but also improve the quality of life of their occupants. This study uses a descriptive quantitative research method with the use of EDGE Building App software as a simulation tool. This study aims to analyze the use of energy, water and materials in the Academic and Research Center Building of Raden Intan State Islamic University of Lampung. The simulation results state that the building has succeeded in achieving energy efficiency of 37.75%, water efficiency of 37.50% and minimizing embodied energy from materials and materials used in the building by 21.63%, so that the building can be categorized as level 1, namely, EDGE Certified.*
Keywords: *EDGE app, energy, water, materials*

1. Pendahuluan

Pada bangunan tinggi, diperlukan penggunaan energi dan sumber daya yang efisien sebab bangunan tinggi akan banyak membutuhkan energi sebagai salah satu penunjang aktivitas di dalam bangunan [1]. Konsep bangunan hijau, kini telah menjadi salah satu solusi dalam menciptakan lingkungan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [2]. Bangunan Gedung Hijau (GBH) merupakan bangunan Gedung yang telah memenuhi standar teknis dan kinerja yang terukur dalam upaya penghematan energi dan sumber daya [3]. Dalam implementasi desain berkelanjutan, tentunya terdapat prinsip perencanaan dan perancangan bangunan yang mendukung keberlanjutan lingkungan, yang diwujudkan melalui standar dan kriteria bangunan hijau [4]. Poin penting dalam penerapan konsep ramah lingkungan adalah dengan menekan penghematan sumber daya alam dan energi [5]. Dengan mengimplementasikan prinsip berkelanjutan, bangunan tidak hanya dapat mengurangi dampak negatif, tetapi juga memperbaiki kualitas hidup penghuninya [6].

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Proses perancangan bangunan dengan penerapan desain yang berkelanjutan kini dapat disimulasikan dengan penggunaan aplikasi *software EDGE Building App* [7]. EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) merupakan sebuah inovasi dalam bentuk aplikasi yang dikeluarkan oleh IFC (*International Finance* Corporation) [8].

EDGE digunakan untuk mengukur penggunaan energi dengan cara mengukur penggunaan energi dan sumber daya pada sebuah bangunan [9]. EDGE digunakan sebab memiliki keunggulan, yaitu cepat, terjangkau dan dapat dengan mudah diakses. Pada era sekarang, sistem sertifikasi bangunan memiliki sebuah manfaat dalam mempromosikan bangunan tersebut [10]. EDGE, pada umumnya digunakan untuk evaluasi atau sertifikasi bangunan komersil atau perumahan, dengan melakukan pada bangunan Pendidikan, penelitian ini memberikan pendekatan baru.

Lingkungan kampus hijau, kini telah menjadi salah satu langkah awal yang diambil oleh sebuah institusi pendidikan untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan [11]. Upaya kampus hijau dilakukan karena mahasiswa, karyawan, dan alumni akan merasakan dampak pembangunan yang berkelanjutan, masyarakat memiliki peran penting dalam mewujudkannya [12]. Di Indonesia, telah banyak universitas yang memiliki komitmen pada kampus hijau salah satunya yaitu Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung [13]. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dengan komitmennya terhadap kampus hijau telah berhasil meraih peringkat ke-10 di Indonesia pada "*UI Green Metric World University Rangkins*" tahun 2020 [14].

Menanggapi adanya fenomena tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan energi, air dan material pada Gedung *Academic and Research Center* dalam mengurangi dampak negatif pada lingkungan dengan menggunakan *software* EDGE.

2. Tinjuan Pustaka

2.1. Bangunan Hijau

Bangunan hijau atau *green building* merupakan sebuah prinsip berkelanjutan dan ramah lingkungan [15]. Bangunan hijau memiliki prinsip-prinsip seperti mengoptimalkan lahan, hemat dalam penggunaan energi, efisien dalam penggunaan air, lingkungan yang nyaman, penggunaan material yang ramah lingkungan serta berkomitmen dalam praktik konstruksi dan operasi bangunan yang berkelanjutan [16]. Tujuan utama dari bangunan hijau yaitu mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan [17].

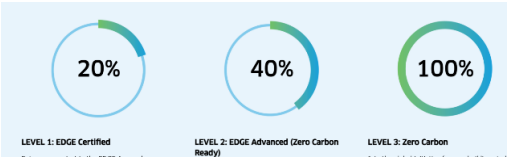
2.2. Aplikasi EDGE

Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE) adalah sistem sertifikasi bangunan hijau yang dikembangkan oleh International Finance Corporation (IFC) [18]. EDGE dirancang untuk mendorong efisiensi dalam penggunaan energi, air, dan material pada pembangunan dan operasional bangunan, dengan mengukur penghematan energi dan air, biaya operasional, serta jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh bangunan [19]. EDGE memiliki 3 kriteria utama yang menjadi fokus penilaiannya, yaitu *saving energy, water saving dan material saving*.

2.3. Tingkatan dalam Sertifikasi EDGE

EDGE tidak hanya diberikan berdasarkan standar minimum, tetapi juga terdapat tingkatan dalam sertifikasi yang diberikan sesuai dengan penghematan yang dicapai pada proyek tersebut [20]. EDGE memiliki tiga tingkatan sertifikasi , antara lain:

1) **EDGE Certified**
   Diberikan kepada proyek yang telah memenuhi kriteria penghematan energi, air, dan material minimal yang ditetapkan oleh sistem EDGE lebih dari 20% pada setiap komponennya.
2) **EDGE Advanced**
   Diberikan kepada proyek yang telah memenuhi kriteria penghematan energi, air, dan material minimal yang ditetapkan oleh sistem EDGE lebih dari 40% pada setiap komponennya.
3) **EDGE Zero Carbon**
   Diberikan kepada proyek yang telah memenuhi kriteria penghematan energi, air, dan material minimal yang ditetapkan oleh sistem EDGE lebih dari 100% pada setiap komponennya.



Gambar 2.1 Tingkatan Sertifikasi EDGE
Sumber: https://edgebuildings.com/certify/certification/

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif deskriptif. Pengumpulan data akan dilakukan dengan observasi

serta pengukuran secara langsung. Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan EDGE *Buildings App* yang akan digambarkan secara statistik deskriptif berupa gambar dan persentase.

Tabel 3.1 Peralatan Penelitian
Sumber: Data Pribadi Penulis

No.	Nama Peralatan
1	Laptop
2	EDGE App
3	Microsoft Excel
4	EDGE *Buildings App*

Gedung *Academic and Research Center* Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Gedung *Academic and Research Center* Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung berada di Jl. Letnan Kolonel H. Endro Suratmin, Sukarame, Kota Bandar Lampung.



Gambar 3.1 Gedung *Academic and Research Center* Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung
Sumber: Dokumentasi Penulis

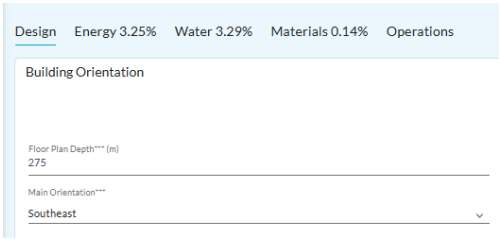
Gedung ini, masuk ke dalam tipe bangunan kantor di EDGE App sebab difungsikan sebagai kantor pimpinan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Gedung ini memiliki 9 lantai di dalamnya dengan fungsi sebagai layanan mahasiswa, pimpinan fakultas, aula, dsb.

4. Pembahasan Hasil

Hasil pembahasan dari studi kasus ini, diperoleh beberapa nilai persentase penggunaaan energi asumsi bangunan Gedung *Academic and Research Center* Universitas islam Negeri Raden Intan Lampung. Variabel yang ditetapkan yaitu *energy savings, water savings* dan *material savings*.

4.1. *Energy Saving*

Energy saving merupakan sebuah upaya mengurangi konsumsi energi tanpa mengurangi kualitas. Pada hasil simulasi bangunan dengan orientasi bangunan menghadap ke Tenggara, didapatkan hasil simulasi sebesar 3,25%



Gambar 4. 1 Data Orientasi Bangunan **[8]**
Sumber: Data Pribadi

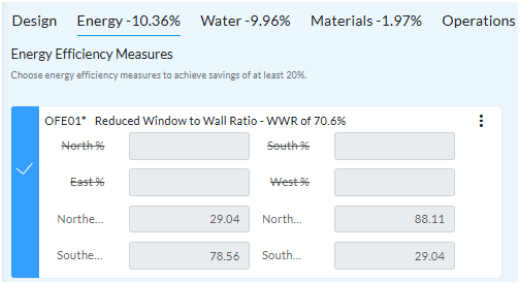
a. OFE01 - *Reduced Window to Wall Ratio* (WWR)

Reduced Window to Wall Ratio (WWR) adalah perbandingan antara luas area bukaan dengan luas dinding luar bangunan. WWR dapat mempengaruhi efisiensi energi pada bangunan.

Tabel 4.1 Data analisis WWR bangunan **[8]**
Sumber: Data Pribadi

Orientasi Bangunan	Luas Bukaan (M^2)	Luas Dinding (M^2)	WWR (%)
Tenggara	2814	3582	78,56 %
Barat Daya	275,16	947,4	29,04 %
Barat Laut	2524,8	2865,6	88,11 %
Timur Laut	275,16	947,4	29,04%
	Rata-Rata WWR		70,59 %

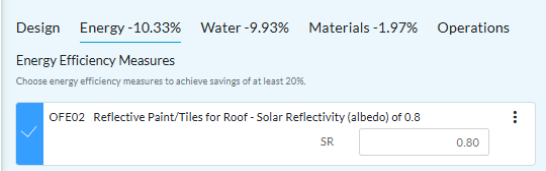
Dihasilkan bahwa bangunan mengalami penurunan efisiensi energi yang cukup pesat menjadi -10,36%.



Gambar 4. 2 Data *Reduced Window to Wall Ratio* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

b.* OFE02 *Reflective Paint/Tiles for Roof

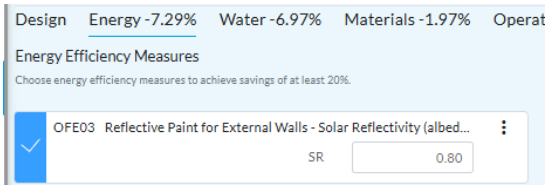
Dilanjutkan dengan analisis data *Reflective Paint for Roof* dengan SR sebesar 0.80 meningkatkan efisiensi energi menjadi -10,33%.



Gambar 4. 3 Data *Reflective Paint for Roof* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

c.* OFE03 *Reflective Paint for External Walls

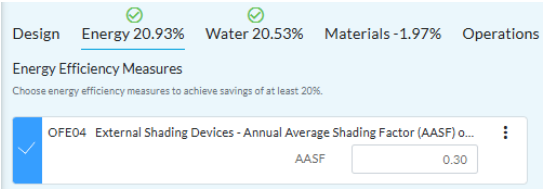
Kemudian pada *Reflective Paint for External Walls* yang juga SR nya 0.80 bangunan berhasil melakukan efisiensi energi sebesar -7,29.



Gambar 4. 4 Data *Reflective Paint for Walls* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

d.* OFE04 *External Shading

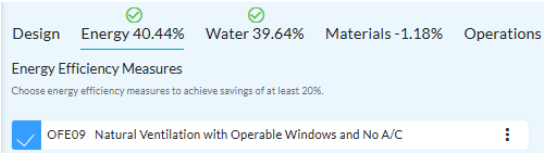
Dengan mengurangi jumlah cahaya sinar matahari yang masuk juga dapat membantu menurunkan jumlah penggunaan energi untuk pendinginan di dalam ruangan. Dari data hasil analisis dengan *Annual Averange Shading Factor* (AASF) 0.30, bangunan berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 20,93%.



Gambar 4. 5 Data *External Shading* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

e.* OFE09 *Natural Ventilation

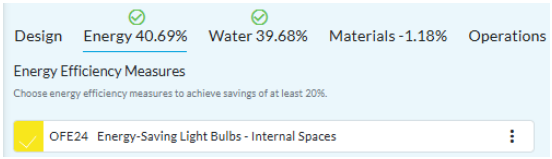
Penghawaan alami melalui celah-celah seperti jendela, kisi-kisi pada ruangan ataupun pintu di dalam ruangan tanpa menggunakan penghawaan tambahan juga dapat meminimalisir penggunaan energi. Dengan adanya penghawaan alami, bangunan berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 40,44%



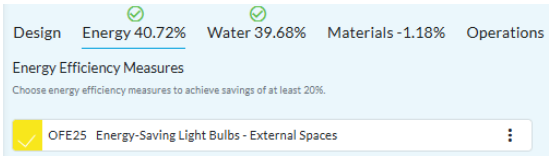
Gambar 4. 6 Data *Natural Ventilation* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

f.* OFE24 dan OFE25 *Energy Saving Light Bulbs – Internal and External Spaces

Dengan menggunakan lampu LED 18W pada area luar dan dalam bangunan, berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 40,72%.



Gambar 4. 7 Data *Energy Saving Light Bulbs-Internal Spaces* **[8]**
Sumber: Data Pribadi



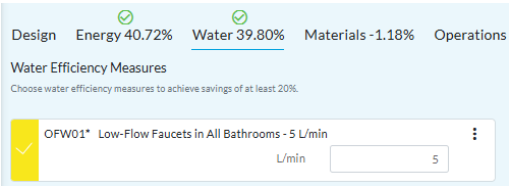
Gambar 4. 8 Data *Energy Saving Light Bulbs-External Spaces* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

4.2. *Water Saving*

Water saving merupakan sebuah upaya mengurangi konsumsi air bersih tanpa harus mengorbankan kebutuhan air sehari-hari dengan tujuan untuk melestarikan sumber daya air.

a. OFW01 *Low-Flow Faucets*

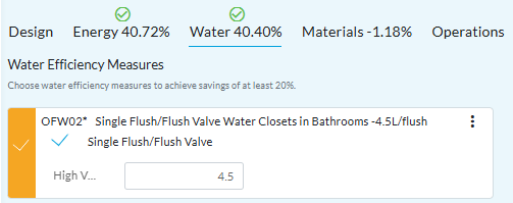
Kran aliran rendah merupakan sebuah sistem aliran air yang dirancang untuk penghematan air. Pada area toilet yang terdapat di dalam bangunan, jenis kran yang digunakan adalah TOTO TX112MEB dan dihasilkan bangunan berhasil melakukan efisiensi air sebesar 39,80%.



Gambar 4. 9 Data Kran Wastafel **[8]**
Sumber: Data Pribadi

b. OFW02 *Single Flush Water Closets in Bathrooms*

Pada area toilet yang terdapat di dalam bangunan, jenis *closet* yang digunakan adalah *closet single flush* bermerk TOTO dengan volume air yang dikeluarkan sebesar 4.5L/*flush*. Didapatkan hasil analisis, bangunan berhasil melakukan efisiensi air sebesar 40.40%.



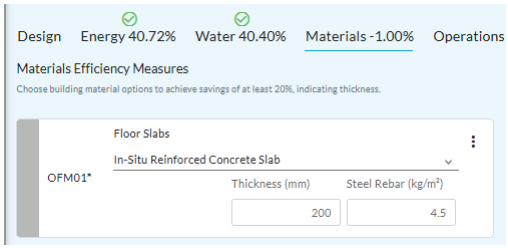
Gambar 4. 10 Data *Flush Water Closets* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

4.3. *Material Saving*

Material Savings adalah konsep yang berfokus pada penghematan penggunaan material dalam proses produksi atau operasional dengan tujuan meningkatkan efisiensi, mengurangi limbah, dan menurunkan biaya.

a. OFM01 *Floor Slabs*

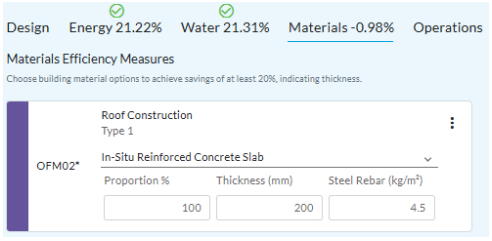
Dari hasil analisis data dengan struktur lantai yang digunakan yaitu beton bertulang dihasilkan data simulasi *embodied energy saving* sebesar --1.00%.



Gambar 4. 11 Data *Floor Slabs* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

b. OFM02 *Roof Construction*

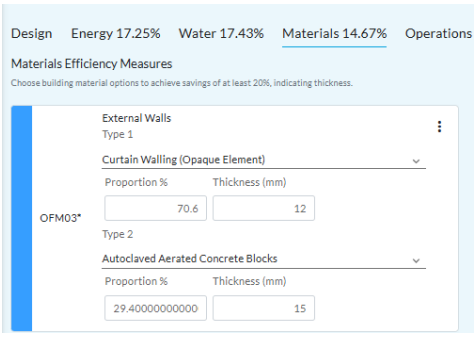
Penutup atap yang digunakan yaitu dak beton bertulang sehingga dihasilkan data simulasi *embodied energy saving* sebesar -0,98%.



Gambar 4. 12 Data *Roof Construction* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

c. OFM03 *External Wall*

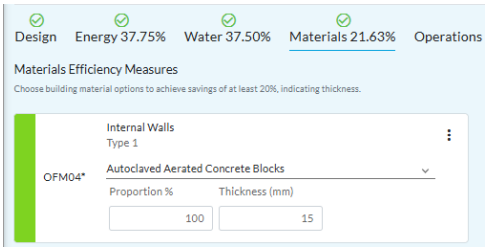
Dari hasil data dengan struktur dinding luar yang digunakan yaitu curtain wall 70,6% dan bata hebel 29,4% sehingga dihasilkan data simulasi *embodied energy saving* sebesar 14,67 %.



Gambar 4. 13 Data *External Wall* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

d. OFM04 *Internal Walls*

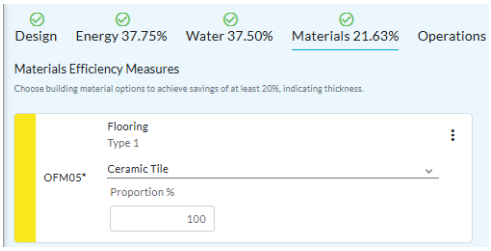
Struktur dinding bagian dalam yang digunakan yaitu bata hebel dan dihasilkan data simulasi *embodied energy saving* sebesar 21,63%.



Gambar 4. 14 Data *Interal Wall* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

e. OFM05 *Flooring*

Struktur pelapis lantai yang digunakan yaitu keramik ukuran 60x120 sehingga didapatkan data hasil analisis nilai *embodied energy saving* yang dihasilkan sebesar 21,63%.



Gambar 4. 15 Data *Flooring* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

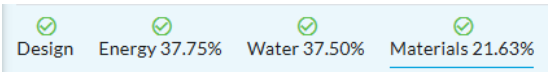
f. OFM06 *Window Frames*

Struktur bingkai jendela yang digunakan yaitu aluminium sehingga didapatkan data hasil analisis nilai *embodied energy saving* yang dihasilkan sebesar 21,63%.



Gambar 4. 16 Data *Window Frames* **[8]**
Sumber: Data Pribadi

Dari proses simulasi EDGE dengan ketiga komponen efisiensi diatas, didapatkan hasil bahwa bangunan Gedung *Research and Academic Center* Universitas Negeri Raden Intan Lampung berhasil melakukan efisiensi energi sebesar 37,75%, efisiensi air sebesar 37,50%, dan minimalisir *embodied energy* yang dihasilkan bahan dan material pada bangunan sebesar 21,63%.



Gambar 4. 17 Data Analisis Penggunaan Energi Air, dan Material **[8]**
Sumber: Data Pribadi

Maka, didapatkan bahwa bangunan tersebut dapat dikategorikan sebagai bangunan yang siap untuk sertifikasi EDGE Level 1 yaitu EDGE *Certified*.

5. Kesimpulan

EDGE *Building App* memiliki beberapa manfaat signifikan, baik dalam konteks pemrosesan data yang efisien maupun dalam optimalisasi penggunaan sumber daya. Dalam proses simulasi menggunakan EDGE app, dapat disimpulkan bahwa bangunan Gedung *Research and Academic Center* Universitas Negeri Raden Intan Lampung dinilai mampu melakukan upaya penghematan air sebesar 37,75%, efisiensi air sebesar 37,50%, dan minimalisir *embodied energy* yang dihasilkan bahan dan material pada bangunan sebesar 21,63%. Oleh karena itu, bangunan tersebut dapat melakukan sertifikasi EDGE dengan kategori EDGE certified. Penelitian ini masih belum sepenuhnya sempurna karena terbatasnya data analisis yang dimiliki oleh penulis, sehingga perlu dilakukan evaluasi dan pembaruan dalam penelitian ini untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

Pustaka

[1] A. M. Nasution *et al.*, "Bangunan Hemat Energi : Strategi Penghematan Energi Bangunan," *Klaster Eng.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33871705/EFISIENSI_ENERGI_DALAM_RANCANGAN_BANGUNAN__Energy_Efficiency_in_Building_Design-libre.pdf?1401896843=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEFISIENSI_ENERGI_DALAM_RANCANGAN_BANGUNA.pdf&Expires=171

[2] Y. Kusuma and F. A. Nuzir, "Penilaian Kinerja Bangunan Hijau dengan EDGE Building App pada Perancangan Klinik yang Menerapkan Strategi Passive Design dari Climate Consultant," *J. Arsit.*, vol. 12, no. 1, p. 65, 2022, doi: 10.36448/ja.v12i1.2310.

[3] Kementerian PUPR, "Permen Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021," *Menteri Pekerj. Umum dan Perumah. Rakyat Republik Indones.*, vol. 21, pp. 95–140, 2021.

[4] G. Muhammad Rizki, A. Bintoro, and R. Hilmanto, "Perbandingan Emisi Karbon Dengan Karbon Tersimpan Di Hutan Rakyat Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur," *J. Sylva Lestari*, vol. 4, no. 1, p. 89, 2016, doi: 10.23960/jsl1489-96.

[5] R. M. Putra and S. Hermawan, "Penilaian Bangunan Hijau Dari Aspek Produksi Carbon Footprint Dengan Menggunakan Rating Tool EDGE Pada Tahap Desain (Studi Kasus Gedung Kedokteran Universitas Katolik Soegijapranata)," *J. Dimens. Ins. Prof.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–20, 2024, doi: 10.9744/jdip.2.1.16-20.

[6] A. C. Nugroho, "Sertifikasi Arsitektur Bangunan Hijau," *J. Arsit. Univ. Bandar Lampung*, vol. 2, no. 01, pp. 1–11, 2011, [Online]. Available: https://media.neliti.com/media/publications/553290-sertifikasi-arsitekturbangunan-hijau-men-e46c90cc.pdf

[7] K. Rahmasari, O. C. Dewi, N. Putra, N. D. Salsabila, and Y. Danusastro, "Green Building Certification in Educational Facility," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1395, no. 1, 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1395/1/012024.

[8] International Finance Corporation, "EDGE Building," *Edge*, 2023, [Online]. Available: https://edgebuildings.com/

[9] A. R. Pamungkas, T. L. A. Sucipto, E. S.

Murtiono, and ..., "Implementasi Green Building Konservasi Air Rumah Sakit Uns Berdasarkan Sistem Sertifikasi Edge (Excellence In Design For Greater Efficiencies)," *… UNS Vocat. Day*, 2017, [Online]. Available: https://jurnal.uns.ac.id/uvd/article/view/16082

[10] R. W. Santoso Putro and B. E. Yuwono, "Pengaruh Predikat Gedung Green Building Di Indonesia Terhadap Konservasi Air Berdasarkan Sistem Sertifikasi Edge (Excellence in Design for Greater Efficiencies) the Influence of Green Building Predicates in Indonesia Towards Water Conservation Based on a Certification System for Edge (Excellence in Design for Greater Efficiencies)," no. April, pp. 217–220, 2019.

[11] Deddy Purnomo Retno, E. Elizar, D. Syamsunur, and T. R. P. Putri, "Bantuan Teknis Asesmen Kinerja Energi Berbasiskan Standar Kinerja EDGE Pada Perumahan Graha Timur Raya – Pekanbaru," *Din. J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 6, pp. 1602–1610, 2023, doi: 10.31849/dinamisia.v7i6.17181.

[12] B. Bakaruddin, A. Afriyeni, and J. Algusri, "Kampus Hijau Berkelanjutan Dalam Perspektif Pendidikan Lingkungan," *J. Akunt. dan Ekon.*, vol. 13, no. 1, pp. 99–106, 2023, doi: 10.37859/jae.v13i1.4723.

[13] R. P. Buana, M. Wimala, and R. Evelina, "Pengembangan Indikator Peran Serta Pihak Manajemen Perguruan Tinggi dalam Penerapan Konsep Green Campus. (Hal. 82-93)," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 82, 2018, doi: 10.26760/rekaracana.v4i2.82.

[14] U. Indonesia, "UI GreenMetric World University Rankings 2021," *J. Lang. Relatsh.*, vol. 10, no. 1, pp. v–v, 2020.

[15] G. Kevin, I. Anggalimanto, H. P. Chandra, and S. Ratnawidjaja, "Analisis tantangan dan manfaat bangunan hijau," *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 1–8, 2016, [Online]. Available: http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/4948

[16] D. Annisa, U. Arianto, and W. Setyaningsih, "Penerapan Green Building Pada City Hotel Bintang 5 Di Jakarta Menggunakan Edge App Dan Greenship," *Maret*, vol. 7, no. 2, pp. 666–675, 2024, [Online]. Available: https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/senthong/index

[17] N. Karuniastuti, "Bangunan ramah lingkungan," *Forum Teknol.*, vol. 05, no. 1, pp. 8–15, 2016, [Online]. Available: http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/110/94

[18] Fajriyani Salsabila and C. . D. Dr. Ir. Eddy Prianto, "Aplikasi Dan Evaluasi Dengan Software Edge Pada Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro," *IMAJI Vol. 9 No. 6 Desember 2020*, pp. 691–700, 2020.

[19] C. N. Octarino, Y. K. Dewangga, J. Wahidin, and S. No, "Implementasi Metode Penilaian Bangunan Hijau Berbasis Aplikasi EDGE pada Pembelajaran Arsitektur Pendahuluan Dunia menghadapi fenomena perubahan pembangkit Dalam Greenship Rating Tools terdapat minimal 6 indikator dan rincian syarat- hijau perlu didukung ," vol. 10, no. 2, pp. 125–137, 2024.

[20] T. N. Aini and S. G. Tarigan, "Analysis of the EDGE Rating System Implementation in PKN STAN Buildings," *Archit. Res. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 46–49, 2023, doi: 10.22225/arj.3.2.2023.46-49.