

## *Technical Assistance for Energy Performance Assessment Based on EDGE Performance Standards at Graha Timur Raya Housing - Pekanbaru*

### Bantuan Teknis Asesmen Kinerja Energi Berbasis Standar Kinerja EDGE Pada Perumahan Graha Timur Raya – Pekanbaru

Deddy Purnomo Retno\*<sup>1</sup>, Elizar<sup>2</sup>, Deprizon Syamsunur<sup>3</sup>, Tasya Rahmadani Putri<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Universitas Islam Riau, Indonesia

<sup>3</sup>UCSI University, Malaysia

E-mail: [deddy.purnomo@eng.uir.ac.id](mailto:deddy.purnomo@eng.uir.ac.id)<sup>1</sup>

#### **Abstract**

*Housing development in Indonesia has experienced rapid growth, however it continues to be dominated by conventional housing that lacks attention to energy efficiency. In order to assess the energy efficiency performance of subsidized housing based on the green building EDGE standard, specifically in the city of Pekanbaru, a community service activity was carried out. The partner in this activity was the Graha Timur Raya Housing developer in Pekanbaru. The methods used were collecting technical building data, calculating energy performance using the EDGE application, and gap analysis to provide recommendations. The assessment results showed an energy efficiency level of 32.7%, which meets the EDGE standard. In addition to providing valuable knowledge transfer, this activity also produced performance recommendations that can be implemented, with the potential to reduce energy consumption and increase marketing value for the developer.*

**Keywords:** *EDGE, Energy Performance, Green Buildings, Subsidized Housing, Community Service*

#### **Abstrak**

*Perkembangan perumahan di Indonesia mengalami peningkatan pesat, namun masih didominasi oleh perumahan konvensional yang kurang memperhatikan efisiensi energi. Untuk menilai kinerja efisiensi energi pada perumahan bersubsidi berdasarkan standar bangunan hijau EDGE khususnya di Kota Pekanbaru, maka dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Mitra dalam kegiatan ini adalah pengembang Perumahan Graha Timur Raya di Pekanbaru. Adapun metode yang digunakan adalah pengumpulan data teknis bangunan, perhitungan kinerja energi dengan aplikasi EDGE, dan analisis gap untuk memberikan rekomendasi. Hasil assessment menunjukkan tingkat efisiensi energi sebesar 32,7%, dan telah sesuai dengan standar EDGE. Selain menyediakan transfer pengetahuan yang berharga, kegiatan ini juga menghasilkan rekomendasi kinerja yang dapat diimplementasikan, potensial untuk mengurangi konsumsi energi, dan meningkatkan nilai pemasaran bagi pengembang.*

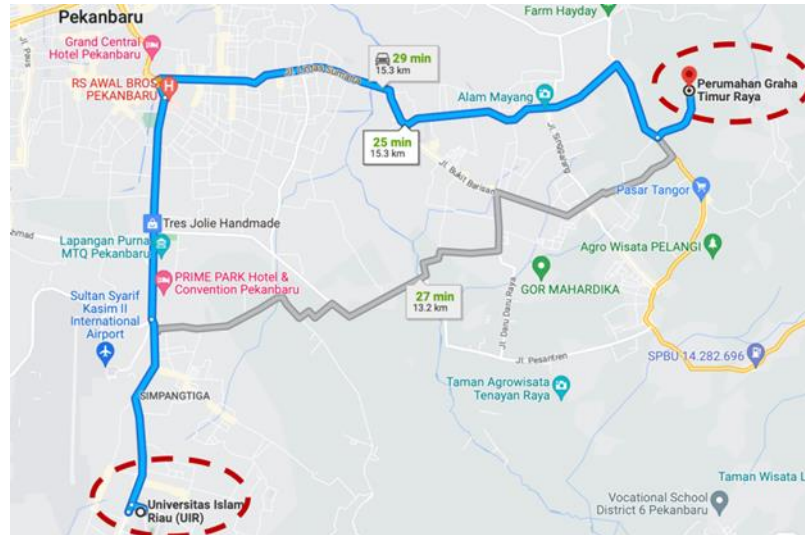
**Kata kunci:** *EDGE, kinerja energi, bangunan hijau, perumahan bersubsidi, pengabdian kepada masyarakat*

## **1. PENDAHULUAN**

Pengembangan perumahan di Indonesia saat ini mengalami peningkatan yang signifikan. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2021 tercatat penambahan sebanyak 275.000 unit rumah. Peningkatan ini dipicu oleh pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi yang meningkatkan kebutuhan hunian di perkotaan. Pertumbuhan sektor properti pada kuartal II tahun 2021 tercatat sebesar 3,81% (HREIS, 2021). Namun demikian, pembangunan perumahan di Indonesia masih didominasi oleh perumahan konvensional yang kurang memperhatikan aspek efisiensi dan konservasi energi. Hal ini berpotensi menimbulkan dampak lingkungan yang negative (Retno et al., 2020).

PT. Mutu Andalan Terdepan merupakan salah satu pengembang yang telah banyak berkontribusi dalam pengembangan rumah bersubsidi di kota Pekanbaru. Salah satu perumahan yang tengah dikembangkan oleh PT. Mutu Andalan Terdepan adalah Perumahan Graha Timur Raya. Perumahan ini merupakan perumahan bersubsidi dengan target konsumen kelas

menengah bawah. Perumahan berlokasi di Jl, Bata Merah Sail Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. Lokasi perumahan ini berjarak lebih kurang 15,3 km dari Universitas Islam Riau dengan waktu tempuh rata-rata dengan menggunakan kendaraan pribadi selama 29 menit. Ada pun peta yang menunjukkan posisi lokasi mitra dari Universitas Islam Riau sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 1 dan gambaran dari kawasan perumahan sebagaimana Gambar 2.



Gambar 1. Peta Jarak dan Waktu Tempuh Lokasi Mitra dari UIR



Gambar 2. Kawasan Perumahan Graha Timur Raya

Tim Pengabdian Masyarakat Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau pada kesempatan ini ingin melihat kondisi tingkat kinerja efisiensi energi berdasarkan standar bangunan hijau pada salah satu perumahan di Pekanbaru dan salah satu pengembang yang sangat peduli pada lingkungan dan energi yang efisien adalah PT. Mutu Andalan Terdepan. Oleh karena itu pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, kedua belah pihak sepakat untuk bermitra. Tim Pengabdian Masyarakat dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau pada kesempatan ini akan memberikan bantuan teknis dalam bentuk asesmen kinerja energi berdasarkan standar bangunan hijau dengan menggunakan aplikasi *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE).

EDGE merupakan sistem sertifikasi green building yang dikembangkan oleh *International Finance Corporation (IFC)* khusus untuk pasar berkembang (Ishlah Utami et al., 2020). Sistem ini dapat menilai efisiensi energi, konservasi air, dan material ramah lingkungan pada sebuah bangunan. Keunggulan EDGE adalah dapat diaplikasikan pada bangunan dengan biaya rendah di negara berkembang (Fikri, 2020). Oleh karena itu standar ini sangat sesuai untuk menilai kinerja energi pada Perumahan Graha Timur Raya yang merupakan perumahan bersubsidi.

Sejauh ini penelitian terkait penerapan standar bangunan hijau berbasis EDGE khususnya dari sisi energi pada perumahan di Indonesia masih tergolong sangat jarang namun potensi peningkatan kinerja energi berdasarkan standar hijau khususnya perumahan terlihat sangat dimungkinkan. Salah satu diantara kajian tersebut adalah usulan terhadap material alternatif hemat energi pada Ecolot Jababeka Golf untuk peningkatan sertifikasi EDGE (Riyadi, 2020).

Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah melakukan assessment kinerja energi pada rumah bersubsidi tipe 36 yang dikembangkan oleh Perumahan Graha Timur Raya berdasarkan standar EDGE, memberikan rekomendasi peningkatan efisiensi energi untuk memenuhi standar EDGE pada rumah yang dibangun, dan meningkatkan kompetensi dan kepedulian pengembang perumahan akan konservasi energi melalui penerapan standar bangunan hijau

Untuk mencapai tujuan tersebut, tim pengabdian masyarakat akan melakukan beberapa kegiatan yaitu survey lapangan, pengumpulan data teknis rumah, perhitungan kinerja energi dengan software EDGE, dan analisis gap untuk memberikan rekomendasi. Kajian literatur yang dilakukan mencakup konsep green building dan standar EDGE, perumahan berkelanjutan, dan penelitian terkait penerapan standar hijau pada perumahan di Indonesia.

Diharapkan kegiatan pengabdian masyarakat ini dapat bermanfaat untuk peningkatan kualitas dan kesadaran energi pada pengembangan perumahan di Indonesia khususnya di Kota Pekanbaru. Hasil assessment EDGE juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembang untuk menerapkan konsep bangunan hijau pada proyek selanjutnya. Dengan demikian, sektor perumahan dapat memberikan kontribusi penting dalam upaya mitigasi emisi CO<sub>2</sub> dan perubahan iklim.

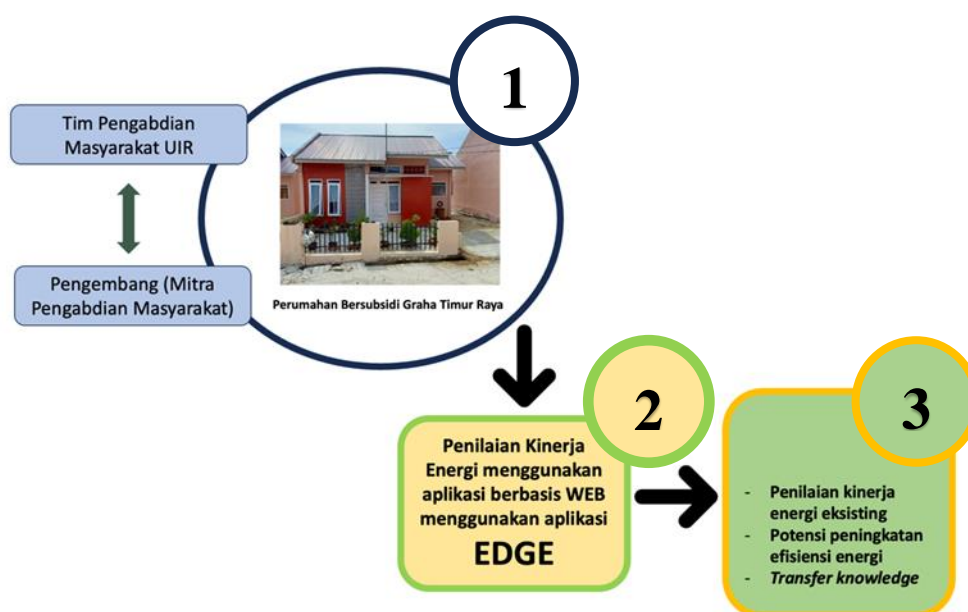
## 2. METODE

Metode pelaksanaan untuk pengabdian masyarakat dengan judul Bantuan Teknis Asesmen Kinerja Energi Berbasis Standar Kinerja EDGE Pada Perumahan Bersubsidi Graha Timur Raya – Pekanbaru dilakukan dengan 3 tahapan yang terdiri dari persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi (Gambar 3).

1. Tahap pertama adalah persiapan. Pada tahap ini, tim pengabdian masyarakat harus melakukan beberapa hal seperti mengumpulkan data dan informasi terkait perumahan bersubsidi Graha Timur Raya, melakukan studi literatur tentang standar kinerja EDGE, serta melakukan koordinasi dengan pihak pengembang perumahan bersubsidi Graha Timur Raya. Selain itu, tim pengabdian masyarakat juga harus menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan asesmen kinerja energi.
2. Tahap kedua adalah pelaksanaan. Pada tahap ini, tim pengabdian masyarakat harus melakukan asesmen kinerja energi pada perumahan bersubsidi Graha Timur Raya berdasarkan standar kinerja EDGE. Asesmen kinerja energi dilakukan dengan cara mengukur dan melakukan analisa perhitungan kinerja energi berdasarkan desain dan kondisi eksisting dari bangunan perumahan bersubsidi Graha Timur Raya serta melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan. Selain itu, tim pengabdian

masyarakat juga harus memberikan bantuan teknis kepada pihak pengembang perumahan bersubsidi Graha Timur Raya dalam hal penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi.

3. Tahap ketiga adalah evaluasi. Pada tahap ini, tim pengabdian masyarakat harus melakukan evaluasi terhadap hasil asesmen kinerja energi yang telah dilakukan pada perumahan bersubsidi Graha Timur Raya. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil asesmen kinerja energi dengan standar kinerja EDGE serta memberikan rekomendasi kepada pihak pengembang perumahan bersubsidi Graha Timur Raya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada bangunan perumahan.



Gambar 3. Alur Pengabdian Masyarakat

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Identifikasi data bangunan

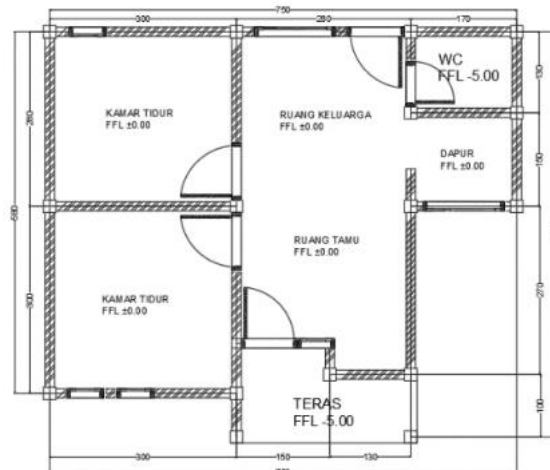
Pada kegiatan bantuan assesment kinerja energi di perumahan Graha Timur Raya, identifikasi bangunan dilakukan dengan menggunakan metode EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) yang dikembangkan oleh IFC. Metode EDGE memungkinkan penilaian cepat terhadap kinerja energi dari sebuah bangunan dengan mempertimbangkan konsumsi energi untuk pencahayaan, pendinginan, penghangatan, penyediaan air, dan penggunaan energi terbarukan.

Data desain bangunan yang digunakan meliputi: tipe bangunan yang dalam hal ini adalah jenis perumahan bersubsidi, data lokasi bangunan termasuk koordinat GPS, ketinggian dari permukaan laut, dan zona iklim rincian luas area dan beban pendinginan atau pemanasan, dimensi dan geometri bangunan termasuk panjang, lebar, tinggi, jumlah lantai, rasio bidang dinding terhadap kaca, dan orientasi bangunan, sistem HVAC, data iklim lokasi bangunan, curah hujan, arah dan kecepatan angin, dan radiasi matahari, spesifikasi bahan dan material yang digunakan untuk dinding, atap, kaca, lantai, plafon, pintu dan juga insulating, dan Rincian penggunaan air bersih untuk sanitasi, irigasi, dan kebutuhan lain. Di mana semua data-data ini disesuaikan dengan kondisi bangunan dan lokasi bangunan sebagaimana yang terdapat pada menu pilihan di EDGE yakni disesuaikan dengan lokasi Pekanbaru untuk tipe perumahan bersubsidi.

Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan bersama mitra pengabdian masyarakat diperoleh data umum sebagai mana Tabel 1 yang menampilkan luas area internal peruangan dan Gambar 4 yang menyajikan denah dari bangunan yang dikembangkan oleh mitra. Adapun Gambar 5 menampilkan proses pengukuran untuk melengkapi data yang dibutuhkan untuk identifikasi bangunan.

Tabel 1. Perincian Area

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )
Kamar Tidur	17,4
Dapur	2,55
Area Makan	7,84
Ruang Tengah	6,8
Toilet	2,2
Area dengan Pencahayaan Luar	3,55
<b>Total</b>	<b>36,8</b>



Gambar 4. Denah Rumah



Gambar 5. Aktifitas Pengukuran

### 3.2 Energy Efficiency Measurement (EEM)

Berdasarkan desain dan kondisi eksisting bangun melalui hasil pengamatan dan pengukuran yang dilakukan di lapangan. Perumahan ini sebenarnya telah menerapkan beberapa poin penting di dalam tindakan efisiensi energi di dalam desain bangunannya. Dari 37 item yang dapat mempengaruhi kinerja energi bangunan berdasarkan EDGE, perumahan Graha Timur Raya telah menerapkan 11 item, yakni rasio luas jendela terhadap dinding (EEM01), atap reflektif (EEM02), dinding eksterior reflektif (EEM03), perangkat peneduh eksternal (EEM04), insulasi atap (EEM05), insulasi dinding eksterior (EEM08), efisiensi kaca (EEM09), ventilasi alami (EEM11), pencahayaan yang efisien untuk area internal (EEM22) dan eksternal (EEM23), serta penggunaan *smart meter* (EEM31).

#### 3.2.1 Nilai Base Case Energi

Penetapan *baseline* energi pada perumahan Graha Timur Raya di Pekanbaru dilakukan dengan berdasarkan komponen EEM yang diterapkan pada bangunan rumah tersebut. Nilai *base case* meliputi penggunaan energi untuk penerangan, pengkondisian udara, dan kebutuhan listrik peralatan rumah tangga. Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai *base case* untuk rumah bersubsidi menurut EDGE berdasarkan item EEM yang diaplikasikan pada perumahan mitra pengabdian masyarakat.

Tabel 2. Nilai Base Case Energi Rumah Bersubsidi

Kode	Langkah Efisiensi Energi	Nilai Base Case
EEM01*	Rasio luas Jendela dengan luas Dinding	30%
EEM02	Atap Reflektif: Solar Reflectance Index	SRI 45
EEM03	Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index	SRI 45
EEM04	Perangkat Peneduh Eksternal: Faktor Peneduh Rata-rata Tahunan (AASF)	Tanpa Peneduh
EEM05*	Insulasi Atap: Nilai-U	2,15 W/m <sup>2</sup> .K
EEM08*	Insulasi Dinding Eksterior : Nilai-U	2,08 W/m <sup>2</sup> .K
EEM09*	Efisiensi Kaca	Nilai U 5,8 W/m <sup>2</sup> .K & SHGC 0.8 & VT 0.7
EEM11	Ventilasi Alami	Tidak Ada
EEM22	Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal	65 L/W
EEM23	Pencahayaan yang Efisien untuk Area Eksternal	65 L/W
EEM31	Smart Meter untuk Energi	Tidak Ada

Pada *base case* dapat diketahui berapa besaran yang menjadi ketentuan untuk masing-masing item./kode yang diaplikasikan pada bangunan rumah di perumahan Graha Timur Raya. Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa untuk rasio luas jendela terhadap luas dinding (EEM01) sebesar 30%, SRI untuk atap reflektif (EEM02) dan dinding eksterior (EEM03) sebesar 45, dan pada *base case* tidak diwajibkan menggunakan peneduh (EEM04). Adapun untuk insulasi atap (EEM05) sebesar 2,15 W/m<sup>2</sup>K, insulasi dinding eksterior (EEM08) dengan nilai U 2,08 W/m<sup>2</sup>K, efisiensi kaca (EEM09) dengan nilai U 5,8 W/m<sup>2</sup>K, ventilasi alami (EEM11) tidak diwajibkan demikian pula dengan *smart meter* (EEM31), sedangkan pencahayaan internal (EEM22) dan eksternal (EEM23) yang menjadi *base case* adalah 65 L/W.

### 3.2.2 Energi Aktual

Beberapa item EEM yang diterapkan pada perumahan Graha Timur Raya dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan desain dan kondisi aktual perumahan dapat diketahui bahwa rasio luas jendela terhadap dinding (EEM01) pada bangunan ini adalah sebesar 12, 29%, dengan SRI pada atap (EEM02) sebesar 37 dan SRI untuk dinding eksterior (EEM03) sebesar 51. Pada bangunan rumah juga menerapkan adanya perangkat peneduh eksternal (EEM04) dengan nilai AASF sebesar 0,03. Hal ini tentukan akan mengurangi kebutuhan akan pendingin udara pada bangunan rumah tersebut (Wibawa & Hutama, 2019).

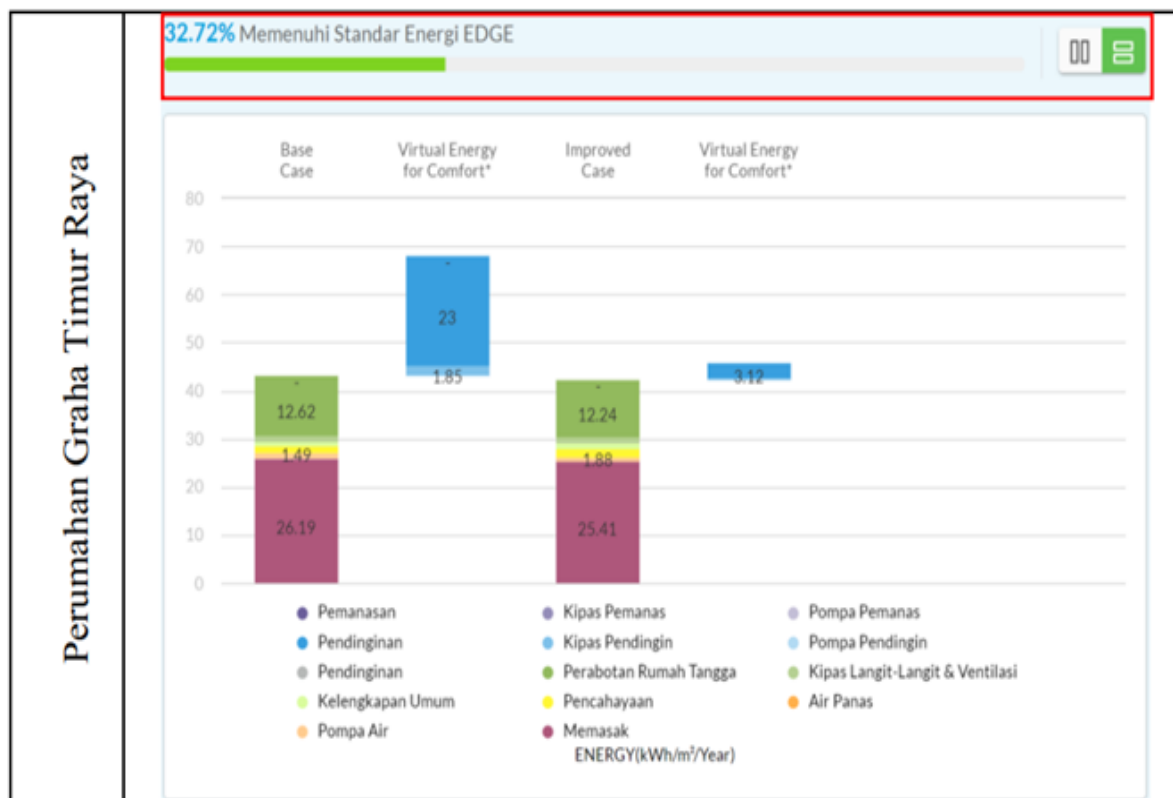
Untuk insulasi atap yang digunakan (EEM05) sebesar 1,22 W/m<sup>2</sup>K, insulasi dinding eksterior (EEM08) dengan nilai U 1,63 W/m<sup>2</sup>K, efisiensi kaca (EEM09) dengan nilai-U sebesar 5,81 W/m<sup>2</sup>K, SHGC 0,39 dan VT 0,45. Bangunan rumah yang dibangun juga sudah memikirkan adanya ventilasi alami (EEM11) untuk sirkulasi udara yang baik dan untuk pencahayaan (EEM22) dan (EEM23) pada bangunan eksisting menggunakan nilai yang lebih rendah dari *base case* yakni 50 L/W, hal ini tentunya kurang memenuhi dari standar yang diminta (65 L.W). Pada perumahan ini juga sudah menggunakan *smart meter* (EEM22) pada bangunannya, sehingga penghuni dapat mengetahui berapa besar konsumsi listrik dari rumah tersebut.

Tabel 3. Nilai Aktual Komponen EEM

Kode	Langkah Efisiensi Energi	Nilai Aktual
EEM01*	Rasio luas Jendela dengan luas Dinding	12,29%
EEM02	Atap Reflektif: Solar Reflectance Index	SRI 37
EEM03	Dinding Eksterior Reflektif: Solar Reflectance Index	SRI 51
EEM04	Perangkat Peneduh Eksternal: Faktor Peneduh Rata-rata Tahunan (AASF)	0,03
EEM05*	Insulasi Atap: Nilai-U	1,22 W/m <sup>2</sup> .K
EEM08*	Insulasi Dinding Eksterior : Nilai-U	1,63 W/m <sup>2</sup> .K
EEM09*	Efisiensi Kaca	Nilai-U 5,81 W/m <sup>2</sup> .K, SHGC 0,39 dan VT 0,45
EEM11	Ventilasi Alami	Ada
EEM22	Pencahayaan yang Efisien untuk Area Internal	50 L/W
EEM23	Pencahayaan yang Efisien untuk Area Eksternal	50 L/W
EEM31	Smart Meter untuk Energi	Ada

### 3.2.3 Assesment Kinerja Energi

Berdasarkan data *base case* dan hasil pengukuran data aktual yang ada di lapangan yang dilanjutkan dengan analisis menggunakan aplikasi EDGE maka dapat diketahui tingkat kinerja efisiensi energi berdasarkan standar rumah bersubsidi yang ramah lingkungan sebagaimana yang tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Asesmen Kinerja Energi

Standar EDGE mensyaratkan kinerja efisiensi energi untuk bangunan hijau minimal adalah 20% (Salsabila & Prianto, 2020). Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa kinerja dari tingkat efisiensi energi dari produk Perumahan Graha Timur Raya yang dikembangkan oleh PT. Mutu Andalan terdepan adalah sebesar 32,7%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kinerja efisiensi energi dari produk perumahan tersebut sudah memenuhi standar bangunan hijau khususnya dari sisi aspek energi. Adapun penggunaan energi akhir adalah sebesar 131 kWh/Bulan/Perumah dengan biaya utilitas final sebesar Rp 210.506,00/Bulan/Rumah dan penghematan energi pertahun sebesar 0,03 MWh.

### 3.2.4 *Transfer of Knowledge* dan Rekomendasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bukan hanya menghasilkan suatu penilaian atas kinerja efisiensi energi berdasarkan bangunan hijau bagi mitra, tetapi juga terjadi suatu proses *transfer of knowledge* dalam bentuk penambahan pemahaman dan pengetahuan terkait pengukuran kinerja bangunan hijau khususnya dalam konteks ini adalah kinerja energi berdasarkan desain dan bangunan terbangun. Adapun rekomendasi terkait item perbaikan yang perlu dilakukan adalah terkait tingkat efikasi pencahayaan internal dan eksternal dimana tingkat efikasi yang digunakan pada penerangan artificial masih menggunakan pencahayaan dibawah 65 L/W.

Hasil kegiatan ini juga memberikan nilai tambah dan manfaat bahwa rumah bersubsidi yang dihasilkan oleh mitra dalam hal ini adalah Perumahan Griya Timur Raya dapat memberikan manfaat yang tinggi bagi konsumen khususnya dari tingkat efisiensi energi yang sebesar 32,7%. Hal ini tentukan dapat menekan pengeluaran konsumen dalam operasional bangunannya khususnya dari sisi energi (listrik) dalam jangka yang Panjang dan juga menaikkan *prestise* serta nilai jual dari sisi marketing bagi pengembang perumahan dalam memasarkan perumahannya.



#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang bermitra dengan PT. Andalan Mutu Terdepan ini secara garis besar telah mencapai tujuan yang diharapkan. Dimana kegiatan ini, tidak hanya menghasilkan suatu asesmen terhadap kinerja efisiensi energi dari produk perumahan bersubsidi yang dikembangkan, namun jauh lebih dari itu dimana terjadi proses *transfer of knowledge* dan juga rekomendasi dan dampak-dampak positif lainnya.

Poin-poin kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan pengabdian masyarakat ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Metode EDGE berhasil mengidentifikasi dan menilai kinerja energi bangunan-bangunan pada perumahan Graha Timur Raya, sehingga dapat diketahui kondisi existing dan potensi peningkatan efisiensi energi untuk tipe yang dibangun.
2. Data hasil asesmen dengan metode EDGE dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi peningkatan kinerja energi pada bangunan-bangunan di perumahan Graha Timur Raya tersebut.
3. Kinerja efisiensi energi dari perumahan Graha Timur Raya yang dikembangkan oleh PT. Mutu Andalan Terdepan telah memenuhi standar bangunan hijau dengan tingkat efisiensi sebesar 32,7%.
4. Rekomendasi yang diberikan adalah terkait peningkatan tingkat efikasi pencahayaan internal dan eksternal pada bangunan perumahan, dimana kondisi existing masih menggunakan pencahayaan di bawah standar EDGE sebesar 65 L/W.
5. Penerapan standar EDGE pada perumahan Graha Timur Raya dapat memberikan manfaat berupa penghematan konsumsi energi bagi penghuni dan peningkatan nilai jual dari sisi pemasaran bagi pengembang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Riau yang telah memberi dukungan finansial terhadap kegiatan pengabdian masyarakat ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fikri, R. (2020). Pengaruh Penerapan Desain Shading Device Pada ITDC Office Semarang. *IMAJI*, 9(2), 171–180. <https://nzeb.in/knowledge->
- HREIS, T. (2021). *Laporan Profil Perumahan Di Indonesia 2021 (updated)*.
- Ishlah Utami, K., Ismailiyah Al Athas, S., & Rakhmadi, M. (2020). Evaluasi Penghematan Energi Pada Kost Eksklusif Salsabila Menggunakan Aplikasi EDGE. *Sains Dan Teknologi Bangunan*, 283–293. [www.edgebuildings.com/](http://www.edgebuildings.com/)
- Retno, D. P., Wibowo, M. A., & Hatmoko, J. U. D. (2020). The Scientometric Approach of Mapping Sustainable Green Infrastructure Research Developments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1625(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1625/1/012002>
- Riyadi, F. (2020). *Usulan penerapan material alternatif yang lebih hemat energi untuk peningkatan sertifikasi edge di Ecoloft Jababeka Golf Residence, Bekasi*. repository.unpar.ac.id/handle/123456789/11903
- Salsabila, : Fajriyani, & Prianto, E. (2020). Aplikasi dan Evaluasi Dengan Software EDGE Pada Gedung Dekanan Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *IMAJI*, 9(6), 691–700.
- Wibawa, B. A., & Hutama, A. N. (2019). Optimalisasi Bukaandan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis OTTV dan Sun Shading. *MODUL*, 19(2), 68. <https://doi.org/10.14710/mdl.19.2.2019.68-77>