

APLIKASI DAN EVALUASI DENGAN SOFTWARE EDGE PADA GEDUNG DEKANAT BARU FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO

(Studi Kasus : Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang)

Oleh : Fajriyani Salsabila, Dr. Ir. Eddy Prianto, CES., DEA.

Abstrak

Pemanasan global merupakan proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat 0.74 ± 0.18 °C selama seratus tahun terakhir yang memberi dampak pada kesadaran terhadap peningkatan pelestarian lingkungan, efisiensi ekonomi, dan efisiensi energi. Salah satu penyumbang terbesar pada pemanasan global adalah industri konstruksi bangunan. Hal ini mendorong terciptanya peluang konstruksi green building yang dapat mengurangi emisi karbon secara substansial sehingga mampu mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk mengkaji konsep green building dan keterkaitannya terhadap usaha pengurangan jumlah emisi karbon khususnya mengenai standar terkait efisiensi energi berdasarkan software EDGE. Objek yang dipilih untuk diteliti adalah Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang mana dinilai memiliki fenomena yang berkaitan erat dengan efisiensi energi pada bangunan yakni gedung bertingkat tinggi dengan adanya banyak bukaan pada fasad bangunan serta pilihan orientasi bangunan ke arah utara. Kegiatan penelitian diawali dengan mengumpulkan data sekunder yang dilakukan melalui studi pustaka dokumen/publikasi/laporan penelitian dari dinas/instansi maupun sumber data lainnya yang menunjang. Data-data tersebut dihimpun dan diuji dengan menggunakan software EDGE untuk mendapatkan hasil persentase efisiensi energi pada bangunan. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase efisiensi pada bangunan Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro adalah 29,4%. Nilai persentase tersebut dalam sistem EDGE dinilai sudah memenuhi kualifikasi sertifikasi bangunan hijau.

Kata kunci : pemanasan global, efisiensi energi, green building, EDGE, Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

1. LATAR BELAKANG

Saat ini bangunan memproduksi 19% emisi terkait energi dan mengonsumsi 40% listrik secara global. Dalam beberapa dekade mendatang, urbanisasi yang cepat akan mengubah ekonomi dan gaya hidup orang-orang yang tinggal di pasar negara berkembang di seluruh dunia. Urbanisasi yang cepat dapat mengancam infrastruktur dan dapat menyebabkan kekurangan energi, akumulasi limbah, kelangkaan air, krisis kualitas udara dan masalah lingkungan serius lainnya. Industri konstruksi bangunan merupakan satu

penyumbang terbesar bagi pemanasan global. Industri konstruksi mengonsumsi 35% energi global, 5% air global, dan menghasilkan 15% dari seluruh emisi gas rumah kaca. Berdasarkan ungkapan dari Kongres Dunia Union Internationale des Architectes (UIA) pada Deklarasi 2050 Imperative di Durban, Afrika Selatan pada Rabu (8/8/2014) daerah perkotaan bertanggung jawab atas lebih dari 70% konsumsi energi global dan emisi CO₂, yang umumnya berasal dari bangunan.

Masalah ini dapat diatasi dengan membangun bangunan yang lebih baik dan berkinerja tinggi. Dengan investasi yang tepat, bangunan dapat diubah menjadi aset luar biasa yang mencapai pengurangan substansial dalam emisi gas rumah kaca dan membantu mengurangi dampak lingkungannya. Untuk pindah ke jalur pengembangan bangunan hijau, praktik pembangunan yang efisien sumber daya harus diperkenalkan dan diterapkan. Konstruksi hijau menawarkan peluang untuk mengamankan pengurangan emisi dengan biaya rendah dan mengunci penghematan energi dan air selama beberapa dekade.

Berdasarkan hal di atas, konsultan arsitek di Indonesia harus memahami serta menguasai strategi rancang bangunan yang mampu meminimalkan penggunaan sumber daya alam dan energi serta memperhatikan standar - standar spesifik bangunan hijau Indonesia. Karena keberadaan dari produk arsitektur yang tergolong permanen, setiap langkah dan keputusan yang diambil dalam proses perancangan perlu dipikirkan dengan seksama. Mulai dari analisa lingkungan, proses pembangunan yang efisien hingga penggunaan material untuk itu perlu adanya simulasi dan evaluasi untuk mengetahui konsekuensi dari bangunan tersebut.

2. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah penerapan standar bangunan hijau berbasis aplikasi EDGE pada bangunan Masterplan Universitas Diponegoro.

- Bagaimana penerapan standar bangunan hijau dalam fokus saving energy dengan sistem EDGE pada bangunan Masterplan Universitas Diponegoro?
- Berapa kah nilai persentase saving energy pada bangunan Masterplan Universitas Diponegoro?

3. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel mandiri, yaitu tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain (Sugiyono, 1999). Tujuan penelitian deskriptif adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta, sifat serta hubungan antara berbagai fenomena yang diselidiki.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji, mengevaluasi dan memberikan bukti empiris tentang penerapan standar bangunan hijau dalam fokus saving energy dengan sistem EDGE pada bangunan Masterplan Universitas Diponegoro khususnya pada Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

4. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian diawali dengan mengumpulkan data-data sekunder dari objek penelitian yang dipilih yaitu Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang dilakukan melalui studi pustaka dokumen/publikasi/laporan penelitian dari dinas/instansi maupun sumber data lainnya yang menunjang.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu penelitian dengan karakteristik meliputi fokus riset yang lebih terperinci, kaku, statis, prosesnya sesuai alur yang sudah disusun sejak awal dan tidak dapat diubah, serta hasilnya dalam bentuk angka konkrit.

Fokus penelitian dimaksudkan untuk membatasi studi kuantitatif sekaligus membatasi penelitian. Penelitian ini akan difokuskan pada meneliti persentase *saving energy* pada OFE01, OFE04, OFE05, dan OFE11 menggunakan software EDGE.

Pengujian data bangunan dengan menggunakan software EDGE dilakukan dengan data sekunder

yang sudah ada di input dalam sistem sehingga sistem dapat menguji data.

5. KAJIAN TEORI

Beberapa pengertian yang bersifat umum dan berhubungan dengan penelitian seperti berikut :

5.1. Software EDGE

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) merupakan sistem standar dan sertifikasi bangunan hijau yang dikembangkan oleh IFC, anggota World Bank Group untuk membantu menentukan opsi yang paling hemat biaya untuk merancang bangunan hijau dalam konteks iklim lokal. EDGE dapat digunakan untuk semua bangunan, termasuk konstruksi baru, bangunan yang sudah ada, dan retrofit utama.



EDGE juga dinilai mampu meminimalkan biaya operasi dan meningkatkan efisiensi bangunan dengan cepat mengevaluasi dan membandingkan perkiraan biaya untuk strategi desain yang menargetkan pengurangan penggunaan energi, penggunaan air, dan energi yang terkandung dalam material.

EDGE memiliki 3 simulasi utama yang dinilai efektif untuk menciptakan bangunan hijau yaitu *energy saving*, *water saving*, dan *material saving*. Berdasarkan parameter bangunan, aplikasi EDGE menemukan peluang desain hemat energi dan uang melalui analisis spesifik berbasis penggunaan. EDGE menyajikan langkah-langkah menciptakan bangunan hijau dengan simulasi, misalkan penggunaan keran aliran rendah dan konektor surya.

Untuk memenuhi kualifikasi sertifikasi EDGE, bangunan harus memenuhi penghematan sebesar 20% untuk energi, 20% untuk air, dan 20 % pengurangan emisi energi dalam material, dibandingkan dengan bangunan konvensional. Bangunan-bangunan yang sudah memiliki

sertifikasi bangunan hijau dari EDGE di Indonesia diantaranya adalah Sheraton Belitung Resort, GM Office PT Pertamina (Persero) RU III Plaju, HSSE Demo Room, Working Room Data Center Serpong, Belle Fleur, Ecoloft Jababeka Cikarang, The 101 Bogor Suryakencana, The 101 Yogyakarta Tugu, dan sebagainya. (Edge Projects, 2020)

5.2. Konsep Green Architecture

Green Architecture adalah lingkungan binaan yang selaras dan menyatu dengan alam sehingga dapat menggunakan sumber daya secara efisien, tidak membebani serta tidak menyebabkan turunnya kualitas lingkungan dengan tetap memenuhi prinsip kenyamanan, keselamatan, keamanan, kesehatan.

Indikasi arsitektur disebut sebagai '*green*' jika dikaitkan dengan praktek arsitektur antara lain penggunaan *renewable resources* (sumber-sumber yang dapat diperbaharui), *passive-active solar photovoltaic* (sel surya pembangkit listrik), teknik menggunakan tanaman untuk atap, taman tadah hujan, menggunakan kerikil yang dipadatkan untuk area perkerasan, dan sebagainya (Sudarwani, 2012). "*Green Architecture*" dapat diakui ketika ia fungsional, yang merupakan bangunan berkinerja tinggi, dan nyaman dengan penghematan energi yang direncanakan.

5.3. Konsep Green Building

Diperkirakan bahwa pada tahun 2050 nanti, konsumsi energi global akan meningkat dua kali lipat. Karenanya produksi listrik juga meningkat luar biasa seraya melepas CO₂ yang merupakan kontribusi terbesar sebagai gas rumah kaca. Selama kurun waktu ratusan ribu tahun yang lalu konsentrasi CO₂ di atmosfer hampir konstan pada tingkat 230ppm, namun sejak revolusi industri pada abad 18, meningkat tajam dan saat ini berada pada level 400ppm hanya dalam kurun 150 tahun. Ini mengakibatkan kenaikan suhu global bumi sebesar 1°C. Kalau pola

konsumsi energi masih seperti sekarang, maka pada tahun 2050, suhu global meningkat menjadi 2°C, dan itu akan mengakibatkan es di kutub mencair, menyebabkan kenaikan permukaan laut yang akan menenggelamkan banyak daerah seperti Manhattan di New York, kota Shanghai, dan delta sungai Mekhong (PII, 2016).

Green building merupakan pemecahan masalah di atas. Dengan penerapan konsep *Green building* ini merupakan salah satu bentuk tanggung jawab dari profesional di industri bangunan terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkannya. *Green building* adalah bangunan yang sejak perencanaan, pembangunan dalam masa konstruksi dan dalam pengoperasian dan pemeliharaan selama masa pemanfaatannya menggunakan sumber daya alam seminimal mungkin, pemanfaatan lahan dengan bijak, mengurangi dampak lingkungan serta menciptakan kualitas udara di dalam ruangan yang sehat dan nyaman.

Konsep *green building* akan mengurangi konsumsi energi secara signifikan melalui beberapa metode desain pasif dan desain aktif. Menggunakan konsep *green building* tidak perlu mengorbankan kenyamanan dan produktivitas akibat penghematan energi. *Green building* menitik beratkan efisiensi dalam energi, air dan material bangunan.

Memproduksi bangunan dengan konsep *green building* melibatkan penyelesaian banyak masalah dan persyaratan yang saling bertentangan. Setiap keputusan desain, bahkan keputusan tentang apa yang harus dibangun atau di mana untuk membangun atau bahkan apakah benar keputusan akan membangun memiliki implikasi pada lingkungan. Keputusan tentang tata letak, hubungan dengan *site*, efek angin dan cuaca, kemungkinan penggunaan energi surya, orientasi, shading, ventilasi, spesifikasi bahan dan sistem struktural, semua harus dievaluasi dalam hal dampaknya terhadap lingkungan dan penghuni bangunan.

Green building bukan hanya tentang melindungi biosfer dan sumber daya alam dari eksploitasi berlebihan atau konsumsi berlebihan, juga bukan hanya tentang menghemat energi untuk mengurangi tagihan biaya, *green building* sangat mempertimbangkan dampak bangunan dan material bagi penghuni dan dampak bagi kehidupan masa depan Bumi (Woolley, Kimmins, Harrison, & Harrison, 1997).

5.4. Masterplan Kampus Universitas Diponegoro

Masterplan merupakan kerangka dari semua rencana pembangunan gedung dan infrastruktur di suatu kawasan atau wilayah. Masterplan secara harfiah diterjemahkan sebagai Rencana Induk dan berisi tentang semua perencanaan pembangunan yang menyeluruh (comprehensif) dan terpadu (integratif).

Masterplan menyangkut semua rencana pembangunan di suatu wilayah baik itu di pedesaan maupun di perkotaan seperti rencana pemukiman, rencana pembangunan jalan raya, jembatan, rel kereta api, gedung dan fasilitas umum seperti sekolah, supermarket, tempat ibadah dan lain sebagainya.

Universitas Diponegoro memiliki kampus di beberapa lokasi dengan luas total sekitar 2.000.000 m² yang terdiri dari:

- Kampus Pleburan – terletak di pusat kota Semarang bawah (Program Pascasarjana, fakultas Non Eksakta, UPT komputer, UPT bahasa Asing, dan UPT mata Kuliah Umum) dengan luas area sekitar 87.522 m².
- Kampus Tembalang – Di Semarang atas (Gedung Rektorat, Lembaga Penelitian, Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Lembaga Pengembangan Pendidikan, UPT Perpustakaan, UPT Undip Press, dan fakultas ilmu eksakta) dengan luas wilayah sekitar 1.352.054 m².
- Jl. Dr. Soetomo dan kampus Gunung Brintik – Semarang bawah (Fakultas Kedokteran) dengan luas wilayah 12.000 m².

APLIKASI DAN EVALUASI DENGAN SOFTWARE EDGE PADA GEDUNG DEKANAT BARU FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

- Kampus Jl. Kalisari – Semarang (Laboratorium Fakultas Teknik) dengan luas wilayah sekitar 18.000 m².
- Kampus Jl. Ade Irma Suryani - Jepara (Fakultas Perikanan dan ilmu Kelautan) dengan luas wilayah sekitar 8.816 m².
- Kampus Mlonggo – Jepara (Fakultas Kedokteran) dengan luas wilayah 4.190 m².
- Kampus Teluk Awur – Jepara (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Asrama mahasiswa) dengan luas wilayah sekitar 518.385 m².



Keterangan gambar :

A	Fk. Ilmu Budaya	S	Departemen Teknik Geodesi
B	Widya Puraya	T	Fk. Peternakan dan Pertanian
C	Perpustakaan	U	Pusat Kegiatan Mahasiswa (PKM) FT
D	Gedung Rektorat	V	Dept. Perencanaan Wilayah dan Kota
E	Fk. Psikologi	W	Departemen Teknik Geologi
F	Fk. Ekonomi dan Bisnis	X	Gedung Fk. Peternakan dan Pertanian
G	Fk. Sains dan Matematika	Y	ICT Center
H	Rumah Sakit Nasional Diponegoro	Z	Student Center
I	Dekanat Fk. Psikologi	A'	Departemen Teknik Sipil
J	Lapangan Tembak Kodam IV	B'	Departemen Teknik Arsitektur
K	Fk. Kesehatan Masyarakat	C'	Dekanat Baru Fk. Teknik
L	Departemen Ilmu Perawatan	D'	Fk. Ilmu Sosial dan Politik
M	Departemen Teknik Mesin	E'	Fk. Hukum
N	Fk. Perikanan dan Kelautan	F'	Dekanat Vokasi
O	Departemen Teknik Industri	G'	Sekolah Vokasi
P	Departemen Teknik Elektro	H'	D3 Teknik Sipil
Q	Dekanat Lama Fk. Teknik	I'	Undip Inn
R	Departemen Teknik Kimia	J'	Masjid Kampus

4.5. Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dibangun pertama kali pada masa periode Ibu Ir. Hj. Sri Eko Wahyuni, M.S., menjadi Dekan Fakultas Teknik. Gedung ini sempat berhenti pembangunannya karena masalah progress pembangunan konstruksi dan hukum perdata. Pada tahun 2016, pembangunan gedung yang tertunda ini kembali dilaksanakan.



Gedung Dekanat Baru Fakultas Teknik masuk dalam tipe bangunan perkantoran dalam aplikasi EDGE karena pada dasarnya gedung ini difungsikan sebagai kantor pimpinan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Gedung dengan luas $\pm 22491,7 \text{ m}^3$ ini terletak di seberang Widya Puraya dengan koordinat 7.05°S , 110.44°E menghadap ke utara dengan kemiringan 13.6° dan memiliki 5 lantai di dalamnya. Lantai pertama digunakan sebagai layanan untuk mahasiswa dan bagian akademik. Lantai 2 diisi oleh bagian keuangan dan detailnya. Lantai 3 terdiri dari ruang pimpinan fakultas beserta jajarannya dan ruang sidang. Lantai 4 digunakan untuk ruang kuliah serta ruang sidang, dan lantai 5 adalah aula yang dapat digunakan untuk seminar atau *conference*.

5. DATA DAN ANALISA

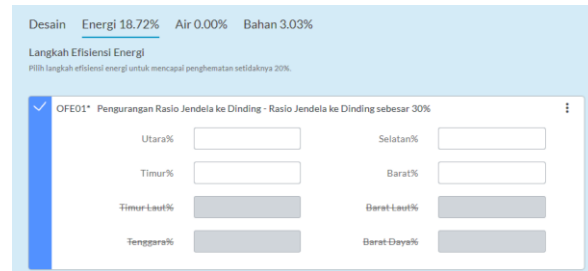
Data sekunder yang digunakan berupa dokumen 3D Sketchup bangunan Gedung Dekanat baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dan didukung oleh publikasi lainnya.



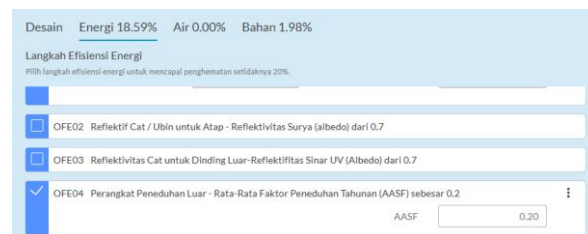
Analisa dengan software EDGE pada data orientasi bangunan yang menghadap utara, bangunan sudah mencapai penghematan energi sebesar 2.01%.



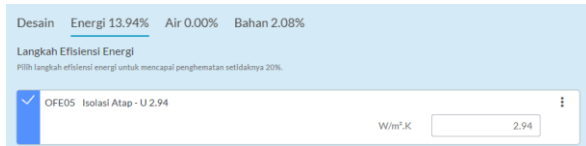
Dilanjutkan dengan analisa data WWR sebesar 38.15% capaian penghematan energi bangunan sebesar 14.57%.



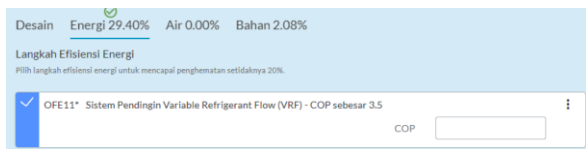
Kemudian analisa data terhadap AASF bangunan sebesar 0.2 menghasilkan penghematan energi bangunan sebesar 18.59%.



Pada data penggunaan isolasi atap dengan U-Value 2.94 W/m².K penghematan energi berkurang menjadi 13.94%.



Penggunaan Air Conditioner dengan sistem VRF dengan COP 3.5 membantu penghematan energi naik menjadi 29.4%.



6. PEMBAHASAN

Faktor-faktor yang mempengaruhi penghematan energi sangatlah beragam dan saling mempengaruhi hasil total penghematan energi pada bangunan, dalam penelitian ini faktor-faktor yang digunakan antara lain :

6.1. Orientasi Bangunan

Perubahan persentase pada *saving energy* dimulai saat menginput data orientasi bangunan yang artinya, arah hadap bangunan mempengaruhi *saving energy* pada bangunan. Arah hadap utara dan selatan dinilai lebih baik untuk bangunan karena tidak mendapat sinar panas berlebih saat pagi atau sore hari seperti apabila bangunan menghadap ke barat atau timur dimana matahari berada. Namun, pada bulan Desember di Indonesia terjadi musim penghujan dimana matahari berada di sebelah selatan sehingga arah utara bangunan memiliki kelembapan tinggi karena tidak terkena sinar matahari sepanjang hari.

Maka dapat disimpulkan orientasi terbaik adalah arah utara dengan kemiringan 10-15 derajat agar tetap terkena sinar matahari saat musim penghujan hal ini dikarenakan *saving energy*

dipengaruhi dengan adanya beban *cooler* dan lampu pada ruangan. Semakin banyak panas yang masuk dalam ruangan semakin besar beban *cooler*, karena sistem kerja *cooler* adalah *balancing temperature* dan semakin banyak kebutuhan lampu pada ruangan maka semakin besar energi yang diperlukan.

6.2. Windows to Wall Ratio (WWR)

Pengurangan rasio jendela ke dinding atau *Windows to Wall Ratio (WWR)* mempengaruhi *saving energy* pada bangunan. Semakin besar lubang cahaya pada bangunan maka semakin besar jumlah sinar matahari yang masuk mengakibatkan panas dan intensitas cahaya semakin tinggi (WWR besar) menyebabkan semakin kecil *saving energy* pada bangunan. Bangunan dengan kebutuhan kaca yang banyak dapat menggunakan kaca *low-heat* atau *lower U-value* agar meminimalisir panas yang masuk dalam bangunan karena kaca dengan *lower U-value* memiliki *lower heat transfer* dalam ruang.

$$WWR = \frac{\text{Luas bukaan pada dinding}}{\text{Luas dinding seluruhnya}} = \frac{A}{A+B}$$

6.3. Annual Average Shading Factor (AASF)

Tritisan atau yang disebut juga sebagai pembayang pada bangunan berguna untuk melindungi bukaan pada fasad (jendela dan pintu kaca) dari radiasi matahari langsung untuk mengurangi silau dan mengurangi perolehan panas matahari. Dengan penggunaan tritisan, bisa menghemat energi karena bisa mengurangi kerja *cooler* untuk ruangan.

Semakin besar faktor pembayang pada bangunan maka semakin besar juga kemampuan pembayang untuk melindungi bangunan dari radiasi sinar matahari. Faktor pembayang pada bangunan dinyatakan sebagai nilai decimal anantara 0 dengan 1.

$$AASF = 1 - \frac{\text{Total perolehan panas matahari tahunan dari jendela dengan naungan (kWh)}}{\text{Total perolehan panas matahari tahunan dari jendela tanpa naungan (kWh)}}$$

Ada 4 jenis pembayang untuk bangunan, *overhang horizontal*, *overhang vertical*, *combined overhang*, dan *overhang* yang dapat digerakkan. Efektivitas pembayang bervariasi tergantung pada lokasi ke arah garis khatulistiwa (garis lintang) dan orientasi jendela. Maka pada desain dapat dipilih tritisan yang paling efektif untuk meningkatkan *saving energy* pada bangunan. Faktor pembayang dapat bervariasi sesuai dengan garis lintang dan orientasi jendela, serta ukuran pembayangnya.

ORIENTATION	EFFECTIVE SHADING
Equator-facing	Fixed Horizontal Device
East	Vertical Device/Louvres (moveable)
Pole-facing	Not required
West	Vertical Device/Louvres (moveable)

6.3. Nilai U pada Isolasi Atap

Isolasi atap digunakan untuk mencegah transmisi panas dari lingkungan eksternal ke ruang internal (untuk iklim tropis) dan dari ruang internal ke lingkungan eksternal (untuk iklim dingin). Isolasi atap membantu pengurangan panas dengan cara konduksi, sehingga lebih banyak isolasi maka nilai konduktivitas-U lebih rendah. Bangunan yang diinsulasi dengan baik memiliki kebutuhan energi pendinginan dan atau pemanasan yang lebih rendah.

Nilai konduktivitas-U adalah indikasi berapa banyak energi panas (panas) yang ditransmisikan melalui suatu bahan (thermal transmittance). Perhitungan insulasi menggunakan nilai konduktivitas-U yang didefinisikan sebagai jumlah panas yang mengalir melalui area dalam satuan waktu, per satuan perbedaan suhu; nilai-U dinyatakan dalam Watts per meter persegi Kelvin (W / m^2K). Ketebalan material juga mempengaruhi nilai konduktivitas-U. Jika nilai-U yang digunakan untuk atap berbeda maka harus dihitung menggunakan rumus yang sesuai dengan “metode gabungan”. Untuk beberapa jenis atap dengan nilai-U yang berbeda, dapat

Simple method of calculating the U-value:
$$U - Value = \frac{1}{R_{si} + R_{so} + R_1 + R_2 + R_3 \text{ etc}}$$

Where: R_{si} = Resistance of the air layer on the inner side of the roof (add constant of air)
 R_{so} = Resistance of the air layer on the external side of the roof
 $R_1, 2 \text{ etc.}$ = Resistance of each material layer within the roof

The resistance of a roof material is derived by the following formula: $R = \frac{d}{\lambda}$

Where: d = Thickness of the layer of material (m)
 λ = Thermal conductivity²¹ in W/m K

menggunakan rata-rata (World Bank Group, 2019).

6.4. Sistem Variable Refrigerant Flow (VRF)

Sistem *Variable Refrigerant Flow* (VRF) menggunakan refrigeran sebagai media untuk perpindahan panas. Sistem ini memiliki satu unit kondensasi outdoor dengan beberapa unit indoor, yang masing-masing dapat dikontrol secara individual. Sistem berjalan dengan memodulasi jumlah refrigeran yang dikirim ke masing-masing evaporator, berjalan hanya pada kecepatan yang diperlukan untuk menghasilkan pendinginan yang dibutuhkan oleh setiap unit internal. Sistem VRF mungkin yang terbaik untuk bangunan dengan banyak zona atau variasi yang luas dalam beban pendinginan atau pemanasan di banyak zona internal yang berbeda yang memerlukan kontrol individu seperti kantor, gedung retail, pendidikan, gedung perawatan kesehatan, atau hotel dan resor. (World Bank Group, 2019).

Dengan simulasi sistem EDGE OFE01, OFE04, OFE05, dan OFE11 pada bangunan Gedung Dekanat baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro diketahui bangunan tersebut telah memenuhi standar diatas 20% saving energy pada sistem EDGE. Namun hasil ini sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan validasi dan jumlah data yang *diinput*. Semakin banyak data valid yang *diinput* maka akan semakin rumit perhitungan *saving energy* oleh sistem sehingga hasil total penghematan energi ini dapat berubah menjadi semakin besar atau pun semakin kecil.

7. KESIMPULAN

Dalam analisis data menggunakan software EDGE maka dapat disimpulkan dengan pengaplikasian pengurangan rasio jendela ke dinding (OFE01), penggunaan perangkat peneduhan luar (OFE04), penggunaan isolasi atap (OFE05), dan penggunaan sistem pendingin dengan VRF (OFE11) bangunan Gedung Dekanat baru Fakultas Teknik Universitas Diponegoro menghemat energi sebesar 29.4%. Nilai tersebut dalam sistem

EDGE dinilai memenuhi kualifikasi sertifikasi bangunan hijau. Namun dengan keterbatasan data dan analisisnya maka nilai tersebut sewaktu-waktu dapat berubah seiring dengan berkembangnya analisa dan data.

8. SARAN

Penelitian ini perlu disempurnakan untuk mendapatkan hasil yang akurat, mengingat data dan analisa yang dimiliki penulis terbatas. Karena dalam sertifikasi bangunan hijau menurut EDGE, bangunan dengan kategori green building harus memenuhi penghematan sebesar 20% untuk energi, 20% untuk air, dan 20% pengurangan emisi energi dalam material, dibandingkan dengan bangunan konvensional.

Langkah - langkah lanjut untuk melengkapi penelitian ini ialah dengan mengisi kelengkapan data bangunan pada kotak dialog OFE lainnya di tab energi, jikalau bangunan tidak memiliki data atau menggunakan sistem operasional yang tidak ada dalam pilihan kotak dialog maka kotak dialog dapat dikosongkan. Setelah itu dapat dilakukan analisa pada tab air dan material dengan cara yang sama yaitu mengisi data-data yang diterapkan pada bangunan pada kotak dialog. Pada saat semua tab telah terisi dengan data yang ada pada bangunan maka dapat diketahui total hasil penghematan energi pada masing-masing tab. Perlu diketahui bahwasanya masing-masing data yang dimasukkan pada kotak dialog dapat saling mempengaruhi hasil penghematan baik pada tab energi, air, maupun bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bielek, B. (2016). *Green building – towards sustainable architecture*. 4.
- Edge Projects*. (2020). Retrieved from Edge Buildings:
<https://www.edgebuildings.com/certify/indonesia/projects-indonesia/>
- MOMENTUM. (2017, April 2). *FORMAT #1 : Lika-liku Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Teknik Baru*. Retrieved Maret 14, 2020, from Lembaga Pers Mahasiswa FT Undip MOMENTUM:
<http://lpmmomentum.com/2017/04/forma-t-1-lika-liku-pembangunan-gedung-dekanat-fakultas-teknik-baru/>
- Pamungkas, A., Sucipto, T., Murtiono, E., & Farkhan, A. (2018). *Kajian Implementasi Green Building Konservasi Air Rumah Sakit UNS Berdasarkan Sistem Sertifikasi EDGE (Excellence In Design For Greater Efficiencies)*. *IJCEE*.
- PII. (2016, April 18). *Sekilas tentang Green Building*. Retrieved Maret 8, 2020, from Persatuan Insinyur Indonesia The Institution of Engineers Indonesia:
<https://pii.or.id/sekilas-tentang-green-building>
- Putro, R., & Yuwono, B. (2019). *Pengaruh Predikat Gedung Green Building di Indonesia terhadap Konservasi Air berdasarkan Sistem Sertifikasi EDGE (Excellence In Design For Greater Efficiencies)*. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*.
- SOSIOLOGIS.COM. (2018, Maret 8). *Pendekatan Penelitian: Contoh dan Penjelasannya*. Retrieved Maret 14, 2020, from Sosiologis.com : Referensi Ilmu Sosial di Era Digital:
<http://sosiologis.com/pendekatan-penelitian>
- Steele, J. (1997). *Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies*. Los Angeles: McGraw-Hill.
- Sudarwani, M. (2012). *Penerapan Green Architecture dan Green Building sebagai*

Upaya Pencapaian Sustainable Architecture. *Dinamika Sains*, 5.

Sugianto, A. M. (2017). Perancangan Buku Panduan Dasar Konsep Bangunan Hijau di Indonesia sebagai Upaya Menunjang Diseminasi Bangunan Hijau oleh Green Building Council Indonesia. *REPOSITORY*.

Sugiyono. (1999). *Metodologi Penelitian Administrasi. Edisi Kedua*. Bandung: CV Alfa Beta.

Tanzeh, A. (2009). *Pengantar Metode Penelitian*. Yogyakarta: Teras.

Woolley, T., Kimmins, S., Harrison, R., & Harrison, P. (1997). *A Guide to Building Products and their Impact on the Environment*. London: E & FN Spon.

World Bank Group. (2019). *EDGE User Guide Version 2.1*.