

## ORIENTASI BANGUNAN RUMAH SUSUN MENUJU HUNIAN VERTIKAL YANG EFISIEN ENERGI

Studi Kasus Blok A dan B, Rumah Susun Kudu Semarang

Satriya Wahyu Firmandhani\*, Edward Endrianto Pandelaki

\*) Corresponding author email : [sfirmandhani@lecturer.undip.ac.id](mailto:sfirmandhani@lecturer.undip.ac.id)

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

---

### Article info

MODUL vol 20 no 1, issues period 2020

Doi : 10.14710/mdl.20.1.2020.37-43

Received : 13 Oktober 2020

Revised : 28 Maret 2020

Accepted : 3 Maret 2020

### Abstract

*This research responded to environmental issues that arise related to green design as the responsibility of architectural actors. A building is now required to have environmentally friendly values, one of that can be reflected in the energy efficiency of the building. Kudu Flats is one of the towers in the city of Semarang which had several blocks with different orientations. Related to these environmental issues, this study aimed to determine the level of energy efficiency in the Kudu flats with consideration of building orientation, openings and shading devices using quantitative methods based on edge design. This study revealed that flats blocks that have smaller openings in the east-west direction are more energy efficient and rotating the building orientation 15 ° from the wind direction will make the building more energy efficient.*

**Keywords:** Window to Wall Ratio; Shading Factor; Energy; Flat

### Abstrak

*Penelitian ini mencoba merespon isu lingkungan yang muncul terkait green desain sebagai tanggung jawab pelaku arsitektur. Sebuah bangunan kini dituntut untuk memiliki nilai ramah lingkungan yang salah satunya dapat tercermin dari efisiensi energi bangunan tersebut. Rumah Susun Kudu merupakan salah satu rusun yang berada di Kota Semarang memiliki beberapa blok dengan orientasi yang berbeda. Terkait dengan isu lingkungan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi energi pada rusun Kudu dengan pertimbangan orientasi bangunan, bukaan dan*

*shading device menggunakan metode kuantitatif berbasis edge design. Penelitian ini mengungkap bahwa blok rumah susun yang memiliki bukaan yang lebih kecil pada arah timur-barat lebih efisien energi dan pemutaran orientasi bangunan 15° dari arah mata angin akan membuat bangunan lebih efisien energi.*

**Keywords:** Window to Wall Ratio; Shading Factor; Energi, Rumah Susun

### PENDAHULUAN

Isu lingkungan kini menjadi salah satu tuntutan prioritas dalam sebuah desain bangunan. Seorang arsitek tidak hanya dituntut untuk bisa mendesain bangunan yang efektif dari segi fungsi dan estetika, namun juga harus efisien dalam penggunaan energi, air, juga material. Telah kita ketahui bahwa 8% dampak lingkungan dan emisi karbon merupakan tanggung jawab pelaku konstruksi terutama dalam penggunaan semen (Rogers, 2018). Dengan memprioritaskan efisiensi tersebut, dampak buruk bidang konstruksi terhadap lingkungan dapat berkurang dan mengurangi biaya operasional bangunan.

Rumah susun merupakan salah satu bangunan yang dikelola oleh pemerintah untuk menyediakan hunian yang layak bagi warganya. Hunian vertikal ini kini menjadi solusi kurangnya ketersediaan hunian dan daya beli masyarakat sehingga masyarakat dapat memiliki hunian yang layak. Berbagai rumah susun yang terdapat di Kota Semarang seperti Rusun Kudu, Rusun Pekunden, Rusun Karangroto, Rusun Kaligawe, Rusun Jraakah sangat diminati oleh masyarakat, hal ini terbukti bahwa hampir seluruh unit hunian di rumah susun telah ditempati dengan tipe hunian yang bervariasi dengan harga sewa yang relatif terjangkau < IDR 500.000,-/bulan.

Minat masyarakat terhadap rumah susun di Semarang perlu dibarengi dengan penjaminan kualitas rumah susun, supaya pengguna merasa terus nyaman

tinggal di sana. Salah satu kenyamanan yang perlu diperhatikan adalah kenyamanan thermal didalam bangunan. Sebagai hunian, kegiatan di rumah susun berlangsung sepanjang hari (pagi hingga malam), sehingga unsur-unsur yang berkaitan dengan kenyamanan thermal seperti arah lintas matahari harus menjadi perhatian juga orientasi bangunan, bukaan dan *shading device* yang digunakan.

Berdasarkan berbagai latar belakang tersebut, diperlukan suatu penelitian untuk mengkaji efisiensi energi pada rumah susun kaitannya dengan orientasi bangunan, dan *shading device*. Rumah Susun Kudu Semarang menjadi lokus pada penelitian ini dengan berbagai aspek pertimbangan antara lain (1) terdapat respon masyarakat terhadap bukaan/jendela hunian. Beberapa jendela Rusun Kudu ditutup dengan maksud menghalangi panas matahari masuk ke unit hunian (dapat dilihat pada gambar 1), (2) Blok-blok pada Rusun Kudu memiliki orientasi yang berbeda-beda, pada penelitian ini sampel yang akan diteliti adalah blok A (orientasi ke barat daya) dan blok B (orientasi ke tenggara).

Pada penelitian sebelumnya telah disebutkan cara-cara untuk lebih menghemat energi dalam bangunan seperti penggunaan filter aktif maupun pasif pada alat-alat elektronik (Mulyadi, Rizki, & S, 2013) penggunaan lampu LED (Irfan, Gusmedi, & Despa, 2014), dengan membatasi tingkat pencahayaan sampai standar minimal dan pengurangan jumlah titik lampu (Kurniawati, Syafi'i, & Suprpto, 2017) (Jamala, Asmal, S, & Syam, 2015). Penggunaan *light shelves* juga memberi peran dalam efisiensi energi (Indarto, Hardiman, Setiabudi, & Riyanto, 2017). Penelitian tersebut mengkaji mengenai peralatan yang digunakan dan pembahasan mengenai desain pasif masih terbatas.

Penelitian ini berfokus pada orientasi dan elemen pembayangan, dengan mengkaji orientasi bangunan rusun akan dapat mencapai tujuan penelitian yaitu mengetahui tingkat efisiensi energi berdasarkan orientasi bangunan, bukaan dan *shading device* sehingga dapat menjadi acuan dalam pengembangan rusun kedepannya terkait dengan faktor-faktor tersebut.

## METODE

Penelitian ini menggunakan paradigma kuantitatif rasionalistik berbasis *edge design*. Penelitian ini menggunakan data-data terukur di lapangan dan diolah menggunakan tool *edge* sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi energinya. Sebagai gambaran, program *Excellent Design for a Greater Efficiency (EDGE)* adalah suatu program yang diluncurkan oleh *International Finance Corporation (IFC)* untuk memvalidasi efisiensi energi, efisiensi air, dan material dalam suatu desain bangunan. Setelah mengetahui efisiensi energinya, maka hasil tersebut didialogkan

dengan *grand theory* untuk dapat memperkaya teori yang sudah ada.

Tahapan penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut: (1) Melakukan observasi lapangan dengan mendata seluruh data fisik selubung bangunan blok A dan B Rusun Kudu antara lain bukaan, orientasi, tipe koridor, *shading device*, (2) Menggambar dan mensimulasikan dalam bentuk 3D, (3) Menghitung *window to wall ratio* di setiap orientasi dan menghitung rata-rata penggunaan *shading device*, (4) Mengkalkulasi data tersebut menggunakan program *edge*, (5) mendialogkan hasil penelitian dengan teori/penelitian yang ada sebelumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lokus Penelitian

Lokus penelitian ini adalah Rusun Kudu Semarang yang terletak di kelurahan Kudu Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Rumah Susun Kudu diambil sebagai lokus penelitian dikarenakan memiliki banyak blok dengan orientasi yang berbeda-beda. Sebagai gambaran blok Rusun Kudu pada gambar 1.



Sumber: pemerintah Kota Semarang, 2010



Sumber: earth.google.com 2018

Gambar 1. Lokasi Rumah Susun Kudu

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa lokasi Rumah Susun Kudu berada di Kota Semarang bagian timur dan terdiri dari 8 blok. Pada penelitian ini, akan diamati blok A dan blok B pada Rusun Kudu, hal ini dikarenakan blok A dan B memiliki orientasi bangunan yang berbeda dan sebagai wajah utama Rusun Kudu karena terletak di bagian depan area rusun. Lokasi Blok A dan B juga tidak terhalang oleh bangunan/blok lain karena blok-blok tersebut langsung menghadap ke area lapangan Rusun Kudu sehingga sinar matahari dapat langsung menjangkau selimut bangunan blok A dan B.

Seperti yang terlihat pada peta satelit Rusun Kudu di gambar 1, dapat diketahui bahwa Blok A berorientasi ke arah Barat daya dan blok B berorientasi ke arah tenggara. Penggunaan bukaan pada blok-blok rusun Kudu relative sama/tipikal dari segi jumlah, desain dan luasannya, begitu halnya dengan elemen pembayangan. Hal ini nantinya akan berpengaruh pada efisiensi energi setiap blok dikarenakan perbedaan orientasi dan perbandingan bukaan dengan luas dinding total.

#### Window to Wall Ratio dan Elemen Pembayangan

*Window to wall ratio* atau selanjutnya disingkat (WWR) merupakan perbandingan luas bukaan suatu bidang dengan bidang tersebut. Luas bukaan pada blok-blok Rusun Kudu dihitung dari luasan setiap jendela yang memungkinkan sinar matahari masuk ke dalam bangunan. *WWR* disini dihitung pada setiap bidang orientasi bangunan pada setiap blok. Perhitungan *WWR* pada penelitian ini menggunakan simulasi program *google sketch up* di setiap sisi blok bangunan dengan terlebih dahulu mensimulasikan dalam 3D desain Blok A dan B dengan data tinggi antar lantai bangunan (*floor to floor*) adalah 3,5 meter. Foto kondisi eksisting dari *WWR* orientasi utama Rusun Kudu dapat dilihat pada gambar 2.

Selain *WWR*, elemen pembayangan juga merupakan amatan pada penelitian ini, sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi energi pada Rusun Kudu. Pada gambar 3 dapat dilihat elemen pembayangan yang digunakan pada Rusun Kudu, yaitu penggunaan *sun shading* pada jendela. Selain menu jukkan penggunaan elemen pembayangan horizontal, pada gambar 3 juga terlihat bahwa terdapat respon-respon penghuni yang menutup jendela dengan menempelkan kertas pada kaca-kaca jendela.

Berdasarkan data pada gambar 3 dan 4, dapat diketahui bahwa setiap jendela dan bukaan pada rusun kudu dilengkapi dengan *sun shading*. Dalam perhitungan efisiensi energi diperlukan data *annual average shading factor (AASF)* yaitu perbandingan elemen horizontal dan vertical pada *sun shading*. Elemen horizontal disini adalah material plat beton yang

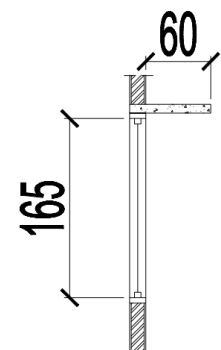
menjadi "topi" dan berfungsi untuk memberikan efek bayangan pada bukaan. Sedangkan unsur vertical adalah tinggi dari bukaan. Berdasarkan kebutuhan tersebut, sehingga dapat dihitung *AASF* pada rusun Kudu adalah:



Gambar 2. Kondisi Eksisting Blok A dan B



Gambar 3  
Sun Shading pada jendela



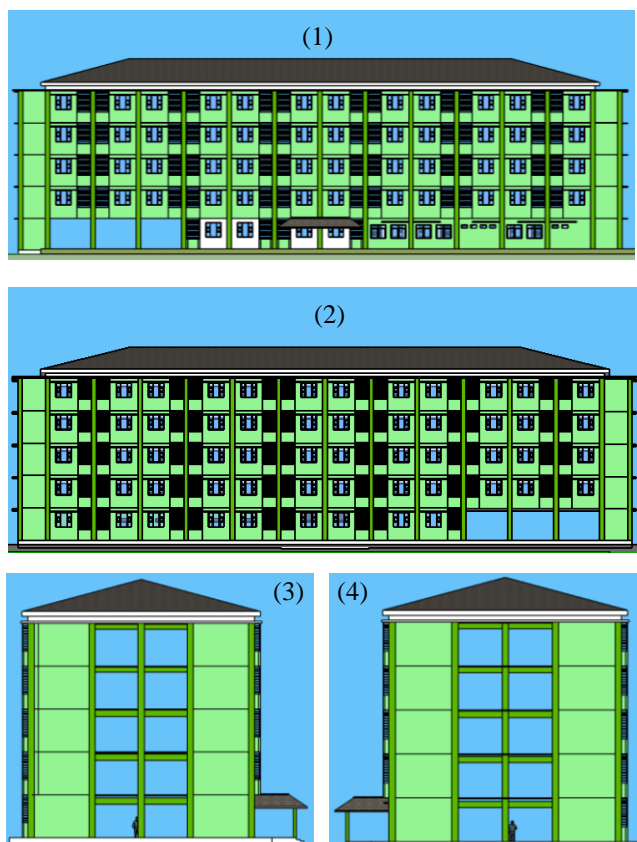
Gambar 4  
Sun Shading pada jendela

$$\text{AASF} : h(\text{horizontal}) / v(\text{vertical})$$

$$: 60/165 = 0,363$$

AASF merupakan rata-rata dari perbandingan elemen *shading device* pada rusun Kudu, seluruh bukaan menggunakan *sun shading* sehingga kondisi ini dapat dijadikan sebagai dasar bahwa *shading factor* di setiap bukaan Rusun Kudu adalah sama.

Setelah diketahui kondisi fisik dan bukaan pada Rusun Kudu, selanjutnya simulasi dibuat untuk mengetahui perbandingan bukaan dengan dinding (*WWR*). *WWR* dihitung pada setiap sisi bangunan dimulai dari blok A.



Gambar 5. Simulasi WWR Blok A Barat Daya (1), Timur Laut (2), Barat Laut (3) dan Tenggara (4)

Gambar 5 mengilustrasikan prosentase bukaan pada sisi-sisi blok A Rusun Kudu, ilustrasi tersebut mewakili blok B yang memiliki prosentase bukaan yang relative sama dengan blok A, hanya saja blok B berbeda orientasi masa bangunan dengan blok A.

Tabel 1  
Perhitungan *window to wall ratio*

Blok	Orientasi	b(bukaan)	d(dinding)	WWR (b/d)*100%	
A	Barat Daya	(7x15,75)+(48 x 2,81)+(6x2,52)+(6x0,26)	260,25	1164	22.3
	Barat Laut	10x10,65	106,45	323,7	32.9
	Timur Laut	(57 x 2,81)+(3x13,7)	201,27	1164	17.3
	Tenggara	10x10,65	106,45	192,5	55.3
B	Tenggara	(7x15,75)+(48 x 2,81)+(6x2,52)+(6x0,26)	260,25	1164	22.3
	Barat Daya	10x10,65	106,45	323,7	32.9
	Barat Laut	(57 x 2,81)+(3x13,7)	201,27	1164	17.3
	Timur Laut	10x10,65	106,45	192,5	55.3

Tabel 2  
Pembagian *window to wall ratio* sesuai detail orientasi

Blok	Orientasi	WWR sisi	WWR orientasi
A	Barat Daya	22,3%	11.15%
	Selatan		11.15%
	Barat Laut	32,9%	16.45%
	Barat		16.45%
	Timur Laut	17,3%	8.65%
	Utara		8.65%
	Tenggara	55,3%	27.65%
Timur	27.65%		
B	Tenggara	22,3%	11.15%
	Timur		11.15%
	Barat Daya	32,9%	16.45%
	Selatan		16.45%
	Barat Laut	17,3%	8.65%
	Barat		8.65%
	Timur Laut	55,3%	27.65%
Utara	27.65%		

Perhitungan *WWR* pada Blok A dan B pada setiap sisi dapat dilihat pada perhitungan tabel 1. Dalam menghitung *WWR* diperlukan data mengenai luasan bukaan dibagi dengan luas dinding keseluruhan dengan rumus:

$$\text{WWR} : b(\text{bukaan})/d(\text{dinding})$$

Pada kolom Bukaan (b) di tabel 1, bukaan-bukaan yang diperhitungkan antara lain jendela tipikal dengan luas 2,81 m<sup>2</sup>, jendela ruang public lantai 1 dengan luas 2,52 m<sup>2</sup>, boven lantai 1 dengan luas 0,26 m<sup>2</sup> dan unsur vertical void di lantai 1 yang biasa digunakan sebagai ruang komunal dengan luas 15,75m<sup>2</sup>. Sedangkan luas dinding (d) merupakan luas seluruh dinding pada satu orientasi baik dinding yang membatasi ruang dalam dan dinding koridor.

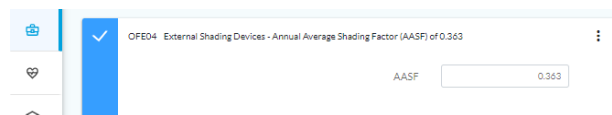
Setelah diketahui *WWR* di setiap sisi dari Blok A dan B, selanjutnya diperlukan penyesuaian perhitungan

orientasi WWR yang dapat dilihat pada tabel 2. Penyesuaian perhitungan dikarenakan orientasi bangunan tidak langsung menghadap tenggara/barat daya, melainkan  $15^\circ$  berlawanan arah jarum jam dari arah tenggara/barat daya. Sehingga WWR dibagi 2 untuk memberikan porsi bagi arah hadap timur dan selatan.

### Simulasi EDGE

Setelah mengetahui WWR di setiap sisi selubung bangunan, selanjutnya data WWR tersebut akan di kalkulasikan di dalam program EDGE. Di dalam EDGE terdapat beberapa tipologi bangunan yang dapat dihitung efisiensinya antara lain *home, hospitality, office, hospital, retail dan education*. Rumah susun merupakan kategori hunian (*home*) namun dalam program EDGE ini, hunian tidak dilengkapi dengan variabel orientasi bangunan sehingga penelitian ini menggunakan tipologi bangunan *office* dalam EDGE karena meneliti mengenai orientasi bangunan.

Pada simulasi EDGE, data-data WWR dan *shading factor* akan dimasukkan sebagai salah-satu *variable variable* yang akan menentukan efisiensi energi dengan sebelumnya memasukkan data luasan bangunan dan lokasi bangunan yang akan diukur efisiensinya. Pada EDGE, lokasi bangunan Rusun Kudu disimulasikan di Kota Jakarta, hal ini dikarenakan belum tersedianya database EDGE di Kota Semarang. Pemilihan Jakarta sebagai lokasi dikarenakan memiliki karakteristik yang hampir sama dengan Kota Semarang yaitu di garis lintang yang tidak berbeda jauh dari Kota Semarang dengan kondisi dekat dengan Laut Utara Jawa. Pada awal simulasi, nilai AASF dapat dimasukkan dalam EDGE dikarenakan nilainya sama pada blok A dan blok B. Simulasi AASF dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Simulasi AASF

### Simulasi Blok A

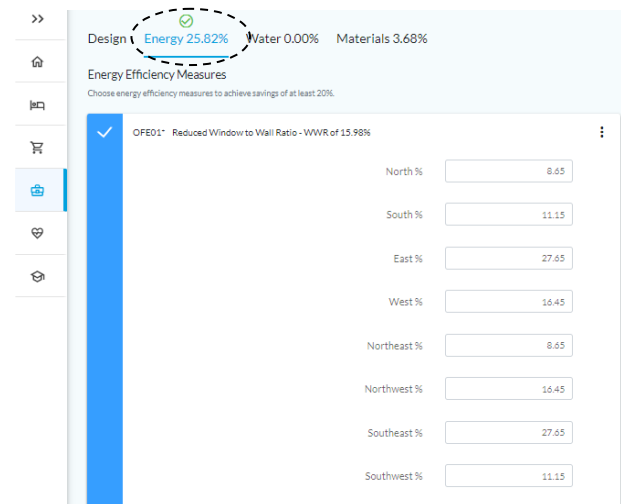
Blok A merupakan blok yang terletak paling depan diantara seluruh blok di Rusun Kudu. Blok A berorientasi kearah Barat Daya

Simulasi dalam EDGE dimaksudkan untuk mengetahui tingkat efisiensi energi dengan *variable WWR dan shading factor*. Data mengenai WWR dan AASF akan dimasukkan kedalam perhitungan EDGE.

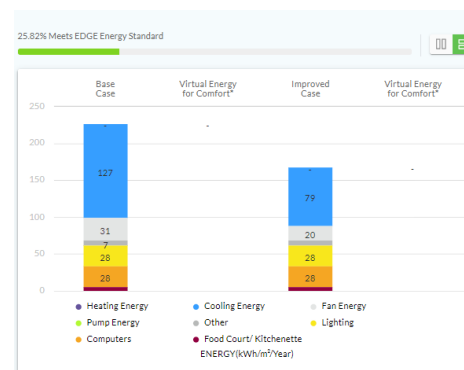
Pada blok A, hasil simulasi EDGE menunjukkan bahwa efisiensi energi senilai 25,82% yang dapat dilihat pada gambar 7. Hasil efisiensi energi tersebut sudah

melebihi standar kriteria bangunan hijau dalam EDGE yaitu minimum 20%.

Pada gambar 8 juga dapat diketahui bahwa Blok A seharusnya membutuhkan energi didalam bangunan yang diperlihatkan pada *base case*. Dengan adanya WWR dan AASF yang diterapkan, efisiensi energi muncul pada *improved case* yang memperlihatkan berkurangnya beban energi pendinginan (127 menjadi 79), energi kipas angin (31 menjadi 20).



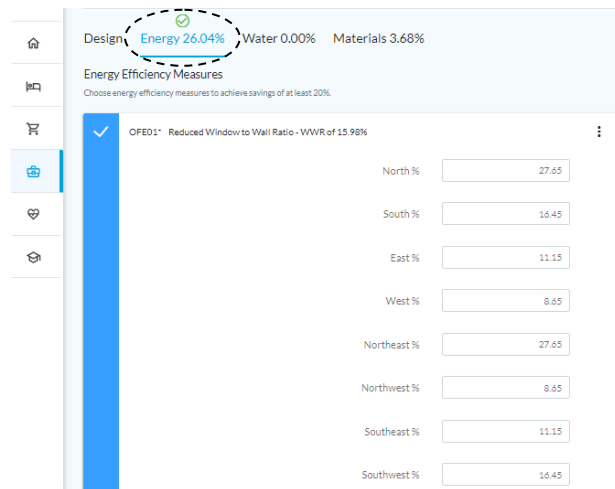
Gambar 7. Hasil Simulasi EDGE Blok A



Gambar 8. Diagram EDGE Blok A

### Simulasi Blok B

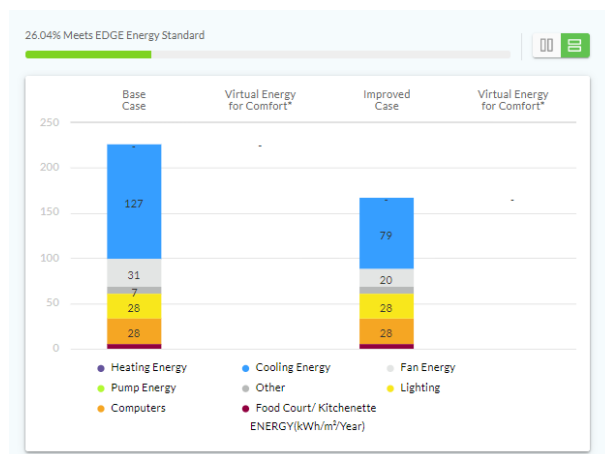
Blok B sebagai objek ke-2 berorientasi ke arah tenggara. Dengan data-data WWR dan AASF yang ada dapat disimulasikan dalam EDGE dan muncul hasil yang dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Simulasi EDGE Blok B

Pada blok B hasil simulasi menunjukkan efisiensi energi senilai 26,04% sehingga blok B juga dinilai melebihi standar kriteria bangunan hijau dalam EDGE.

Untuk detail hasil efisiensi energi pada Blok B dapat dilihat pada gambar 10. Gambar 10 menjelaskan bahwa terdapat beberapa penghematan energi dari energi pendinginan dan kipas angin (penghawaan). Pada *cooling energi* yang semula dibutuhkan 127 berubah menjadi 79, sedangkan *fan energi* semula membutuhkan 31 berubah menjadi 20.



Gambar 9. Diagram EDGE Blok B

### Pembahasan

Berdasarkan hasil yang didapat dari simulasi data dalam EDGE, dapat diketahui bahwa Blok A dan Blok B memiliki nilai efisiensi energi yang hampir sama yaitu 25,82% (Blok A) dan 26,04% (Blok B). Hal ini menandakan bahwa orientasi bangunan blok A dan blok B dengan komposisi *WWR* dan *AASF* yang ada telah

berhasil membuat bangunan tersebut efisien energi. Bangunan yang berorientasi bukaan ke utara dan selatan akan lebih menghemat energi dibanding timur-barat (Rahmi, 2015), hal ini selaras dengan simulasi dalam penelitian ini. Secara umum kedua blok bangunan memiliki arah hadap yang tidak frontal ke timur-barat atau utara-selatan melainkan diputar 15° sehingga pembagian *WWR* pun dilakukan untuk menyeimbangkan komposisi bukaan. Pada Blok A secara eksisting memiliki orientasi ke barat daya 15° dari arah selatan. *WWR* yang menghadap ke sisi utama adalah 22,3% sedangkan sisi samping yang menghadap barat laut 15° dari barat adalah 32,9%. Pada Blok B orientasi bangunan menghadap ke tenggara 15° dari arah timur dengan *WWR* 22,3% sedangkan sisi samping yang menghadap ke barat daya 15° dari selatan memiliki *WWR* 32,9%. Dari orientasi bangunan yang ada, Blok A dan Blok B memang memiliki nilai efisiensi energi yang hampir sama, namun bila kita lihat secara lebih mendalam dapat diketahui bahwa *WWR* bangunan blok A lebih besar dibandingkan blok B untuk arah hadap timur-barat dan blok A memiliki efisiensi energi yang lebih kecil, dan untuk arah hadap utara-selatan *WWR* blok A lebih kecil dibandingkan blok B sehingga blok B memiliki efisiensi energi lebih besar. Hal ini menandakan bahwa orientasi bangunan timur-barat dengan *WWR* yang lebih besar akan menghasilkan efisiensi energi yang lebih kecil.

Secara umum efisiensi energi blok A dan B hampir sama dan keduanya dinilai efisien, hal ini juga dikarenakan orientasi masa bangunan yang baik yaitu dengan orientasi 15° dari arah utara-selatan atau timur-barat. Pemutaran orientasi tersebut membuat bangunan tidak terkena sinar matahari secara langsung pada sisi-sisi bangunan tersebut.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa orientasi bangunan merupakan indikator penting dalam penilaian efisiensi energi terutama pada unsur *WWR* dan elemen pembayangan. Bangunan yang memiliki *WWR* kecil di arah hadap lintasan matahari (timur-barat) akan lebih hemat energi. Arah hadap bangunan yang diputar 15° dari arah mata angin akan menghasilkan bangunan yang hemat energi pula dikarenakan sisi-sisi bangunan tidak terkena sinar matahari secara langsung.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah membiayai penelitian ini dengan dana DIPA tahun 2019, juga kepada *International Finance Corporation (IFC)*

sebagai pemilik program *EDGE* yang telah memberikan akses secara leluasa untuk seluruh pengguna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Indarto, E., Hardiman, G., Setiabudi, W., & Riyanto, J. E. (2017). The Impacts Of Multiple Lightshelves On Natural Lighting Distribution And Effective Temperature At Office Rooms. *Journal of Architecture and Urbanism*, 41(4), 260–267. <https://doi.org/10.3846/20297955.2017.1402718>
- Irfan, M., Gusmedi, H., & Despa, D. (2014). Optimasi penggunaan energi pada sistem pencahayaan gedung rektorat universitas lampung dalam rangka konservasi energi. *JITET-Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 2(3).
- Jamala, N., Asmal, I., S, S. L., & Syam, S. (2015). Analisis Pencahayaan Bangunan Hemat Energi. *AGORA Jurnal Arsitektur*, 15(2), 62–70.
- Kurniawati, R., Syafi'i, S., & Suprpto, M. (2017). Efisiensi Energi Ruang Rawat Inap Bangunan Rumah Sakit Islam Yarsis Surakarta. *Jurnal Muara*, 1(1). <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v1i1.446>
- Mulyadi, Y., Rizki, A., & S, S. (2013). Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Di Gedung Fpmipa Jica Universitas Pendidikan Indonesia. *ELECTRANS*, 12(1), 81–88. Retrieved from <http://jurnal.upi.edu/electrans>
- Rahmi, D. H. (2015). Pengaturan Penghawaan dan Pencahayaan Pada Bangunan. Retrieved from <http://arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id/2015/11/20/pengaturan-penghawaan-dan-pencahayaan-pada-bangunan/>
- Rogers, L. (2018). Perubahan iklim: Inilah penghasil emisi CO2 terbesar yang mungkin tak Anda sadari. *BBC News*.

Sumber alamat situs:

<https://bappedasemarang.wordpress.com/asd/>  
[earth.google.com](http://earth.google.com)