

OPTIMASI PENGGUNAAN FASAD BERDASARKAN ENERGI DALAM PROSES PERANCANGAN GEDUNG PERKANTORAN DI SURABAYA

Muhamad Muhaqqy Fahmi*, Fairuz Mutia

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya 60294, Indonesia

keywords:
energy use intensity
facade design
office Building

kata kunci:
desain Fasad
gedung kantor
intensitas penggunaan energi

ABSTRACT

Commercial buildings are buildings that are full of activity and of course consume a lot of energy in their operations. This is reinforced by the existence of an energy efficiency manual and benchmarking of specific energy consumption for commercial buildings in Indonesia carried out by the Ministry of Energy and Mineral Resources. Therefore, passive design through the facade in architecture can be used as one solution. In this study, a simulation of energy use in the design process of office buildings in Surabaya will be carried out using Autodesk Green Building Studio (GBS), by comparing several scenarios of using different facades. The method used in this research is to create three scenarios. Where the F-1 scenario uses a facade with dominant glass but is given a window shade and double skin facade on the south and west sides as a response to climatic and environmental conditions, F-2 uses a facade made of glass and dominant openings and without using window shades and double skin facade, F-3 uses a facade with glass materials and openings that are not dominant and does not use window shades and a double skin facade. Each scenario will be simulated and the results on the Autodesk Green Building Studio (GBS) category of energy use intensity (EUI) will be compared by taking into account the life cycle aspect of electric use and the allocation of its use. From the comparison of the three scenarios, the most optimal in energy use is the scenario using the F-1 facade. The simulation result a building that is more dominant in the use of glass and openings but equipped with window shades and a double skin facade has better energy efficiency.

ABSTRAK

Bangunan komersial merupakan bangunan yang padat akan aktivitas dan menghabiskan banyak energi dalam operasionalnya. Hal ini diperkuat dengan adanya buku pedoman efisiensi energi serta *benchmarking specific energy consumption* terhadap gedung – gedung komersial di Indonesia yang dilakukan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Oleh karena itu desain pasif melalui fasad dalam arsitektur dapat digunakan sebagai salah satu solusi. Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi penggunaan energi dalam proses perancangan gedung perkantoran di Surabaya menggunakan Autodesk Green Building Studio (GBS), dengan membandingkan beberapa skenario penggunaan fasad yang berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni dengan membuat tiga skenario. Dimana skenario F-1 menggunakan fasad dengan kaca yang dominan namun diberi *window shade* dan *double skin facade* pada sisi selatan dan barat sebagai respon dari kondisi iklim dan lingkungan, F-2 menggunakan fasad berbahan kaca dan bukaan yang dominan serta tanpa menggunakan *window shade* dan *double skin facade*, F-3 menggunakan fasad dengan bahan kaca dan bukaan yang tidak dominan serta tidak menggunakan *window shade* dan *double skin facade*. Setiap skenario akan disimulasikan dan hasil pada Autodesk Green Building Studio (GBS) kategori *energy use intensity* (EUI) akan dibandingkan dengan memperhatikan aspek *life cycle electric use* serta alokasi penggunaannya. Dari perbandingan ketiga skenario tersebut yang paling optimal dalam penggunaan energi adalah skenario penggunaan fasad F-1. Hasil simulasi menunjukkan bahwa gedung yang lebih dominan penggunaan kaca dan bukaan namun dilengkapi dengan *window shade* dan *double skin facade* mempunyai efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan energinya.



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

*Corresponding author.

E-mail: fairuzmutia.ar@upnjatim.ac.id

<https://doi.org/10.21831/inersia.v18i1>

Received 13 April 2022; Revised 15 April 2022; Accepted 27 May 2022

Available online 31 May 2022

1. Pendahuluan

Gedung perkantoran merupakan salah satu objek bangunan dengan konsumsi energi terbesar di Indonesia. Berdasarkan Laporan Akhir Benchmarking Specific Energy Consumption Di Bangunan Komersial oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia bersama UNDP, konsumsi energi pada gedung perkantoran menempati urutan ketiga dengan sumber signifikan yakni pengkondisian udara dengan konsumsi mencapai 64,1% dari kebutuhan energi listrik gedung [1].

Peningkatan efisiensi energi dalam rancangan bangunan tidak hanya menghasilkan keuntungan secara finansial operasional bangunan, namun juga berkontribusi bagi kehidupan orang banyak dalam hal keberlanjutan lingkungan sekitar. Dengan perencanaan sistem manajemen energi serta audit energi terhadap proses perancangan bangunan dapat dilakukan sebagai salah satu langkah dalam mengevaluasi konsumsi energi pada bangunan serta mengidentifikasi peluang untuk dilakukan penghematan untuk menghindari pemborosan [2].

Untuk mengevaluasi keterkaitan antara kriteria performa terhadap sistem teknis, bahan dan bentuk, penilaian performa bangunan gedung seharusnya mulai diintegrasikan tanpa batas ke dalam proses desain. Dengan melakukan simulasi energi menggunakan perangkat lunak komputer atau software sebagai model, pengembang dan pemilik bangunan gedung mempunyai kesempatan untuk memilih berbagai alternatif dalam pembuatan keputusan [3].

Sebagian besar dari negara besar maju juga telah menerapkan proses simulasi dan evaluasi dalam proses desain bangunan hemat energi dengan menggabungkan model bangunan tiga dimensi dengan analisis melalui teknologi *Building information modeling* atau lebih dikenal dengan BIM [4]. Teknologi *Building Information Modeling* sendiri merupakan pengembangan dari teknologi industri *architecture, engineering, and construction* (AEC). tidak seperti teknologi *computer aided design* (CAD), teknologi BIM memungkinkan penyimpanan informasi geometri dan semantik dari model bangunan serta hubungannya dengan lingkungan sekitar [5].

Selain itu, mengacu dari penelitian – penelitian sebelumnya mengenai pelaksanaan audit energi yang telah dilakukan, hasil dari audit energi terbukti mampu memberikan gambaran bagi pemilik gedung mengenai konsumsi energi per tahunnya, sehingga dapat

memberikan opsi rekomendasi PHE atau Program Hemat Energi [6]. Sejalan pada proses rancangan yang akan dijadikan studi kasus, dalam penelitian lain juga disebutkan perlu adanya penelitian tentang Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Program Hemat Energi (PHE) pada bangunan perkantoran dengan pemakaian listrik yang boros [7]. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk satuan dari jumlah konsumsi energi dalam suatu sistem bangunan dengan faktor nilai pada jumlah konsumsi energi per meter persegi pertahun ($\text{kWh/m}^2/\text{tahun}$) yang diperoleh dari perbandingan jumlah konsumsi energi selama setahun dengan luas bangunan [8].

Salah satu aspek yang penting dalam proses perancangan serta mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap penggunaan energi yakni penggunaan fasad. Perencanaan fasad yang baik dapat berpengaruh terhadap efisiensi energi. Fasad merupakan bagian terpenting dari bangunan, Karena fasad adalah bagian terluar pada bangunan. Selain mempengaruhi efisiensi energi, fasad yang baik dapat mempengaruhi kenyamanan termal dalam bangunan yang dapat mempengaruhi produktivitas pengguna [9].

Banyak jenis konfigurasi fasad yang diciptakan untuk digunakan dalam merespon berbagai kondisi termal di lokasi tertentu tak terkecuali di Indonesia dengan iklim tropis lembabnya, dengan dua musim yakni musim kemarau dan musim penghujan serta suhu yang tinggi sepanjang tahun menyebabkan resiko *overheating* pada sistem pendinginan yang ada di negara tropis. Sehingga dalam beberapa kasus, arsitek mendesain perangkat peneduh pada celah udara fasad atau muka bangunan sebagai respon paparan sinar matahari sehingga dapat memantulkan atau mereduksi panas yang terpancar [10].

Fasad bangunan dalam beberapa penelitian menjadi faktor penting dengan konsumsi energi pendinginan mencapai 20% - 50% dan menyumbang 50% - 60% total perolehan panas bangunan. fasad yang dimaksud adalah kulit terluar bangunan yang terdiri dari dinding (transparan dan tidak transparan), pelindung (sun sading devices, overhang atau *window shade*, teras, balkon) dan atap [11].

Selain itu, konfigurasi terhadap penggunaan fasad juga berkaitan dengan persepsi kualitas lingkungan serta pengguna terhadap ruang dalam bangunan, terlebih tingkat penggunaan rasio penggunaan bukaan jendela (kulit luar) dapat berkaitan dengan kenyamanan termal dan kualitas udara secara keseluruhan, sedangkan konfigurasi perangkat peneduh (pelindung) berkaitan erat dengan kenyamanan pencahayaan [12].

Pada penelitian ini akan dilakukan penghitungan intensitas konsumsi energi (IKE) dengan modeling menggunakan aplikasi Autodesk Revit yang merupakan software berbasis *Building Information Modeling* (BIM), kemudian dilakukan simulasi terhadap penggunaan energi tahunan melalui Autodesk Green Building Studio (GBS) untuk setiap skenario penggunaan fasad (bahan dan bukaan) yang berbeda. Sehingga dapat mengetahui penggunaan opsi fasad yang memberikan keuntungan lebih dari segi penggunaan energinya.

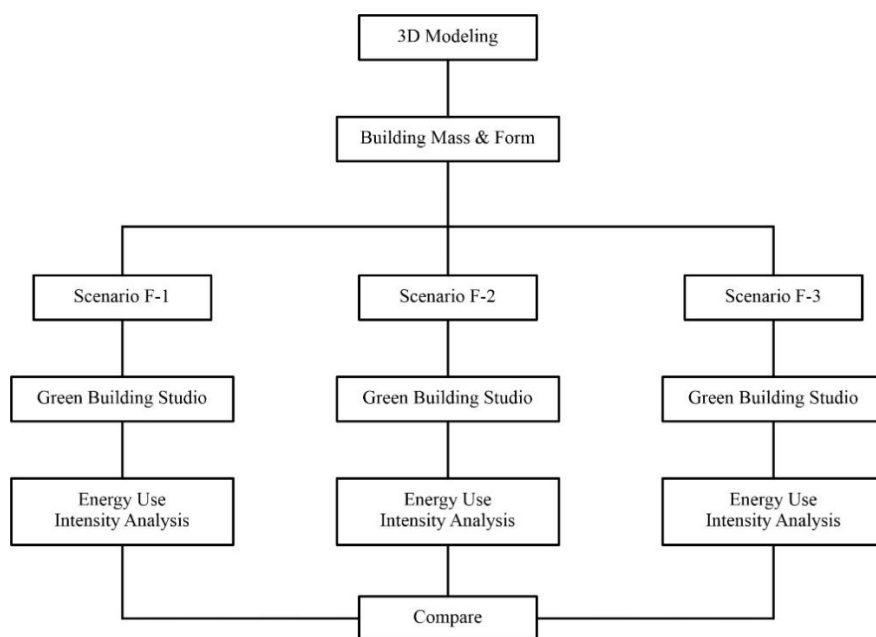
2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian simulasi dengan mensimulasikan skenario penggunaan fasad yang berbeda untuk membandingkan hasil penghitungan intensitas konsumsi energi bangunan menggunakan Autodesk Green Building Studio (GBS), dengan membuat tiga skenario untuk gedung yang sama. Skenario yang dimaksud yakni membuat desain fasad yang berbeda dari segi intensitas material (kaca) dan bukaan serta unsur tambahan fasad (*window shade* dan *Double skin facade*). Sehingga dari beberapa skenario dapat menunjukkan hasil yang optimal untuk desain fasad bangunan agar lebih hemat energi. [Gambar 1](#) menunjukkan *workflow* atau proses pelaksanaan simulasi yang akan dilakukan pada penelitian ini.

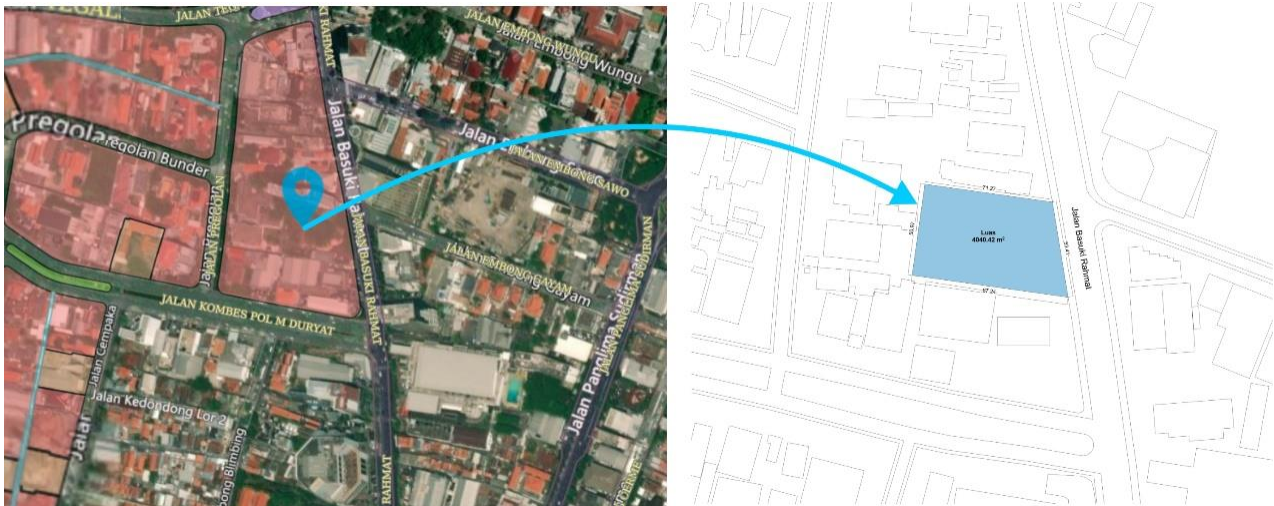
Penelitian ini akan dilakukan dengan modeling menggunakan Autodesk Revit dan penghitungan

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) akan dilakukan menggunakan Autodesk Green Building Studio (GBS) seperti yang telah disebutkan pada pendahuluan. Autodesk Green Building Studio sendiri merupakan layanan berbasis cloud untuk Autodesk Revit guna menjalankan simulasi kinerja gedung serta dapat mengoptimalkan efisiensi energi pada gedung. Sehingga tidak perlu memasukkan banyak data secara manual dari gedung yang akan disimulasikan. Namun ada beberapa data yang perlu di perhatikan saat proses simulasi yakni lokasi dan koordinat bangunan, fungsi serta jam operasional bangunan, serta konfigurasi *Double skin facade* yang digunakan.

Sebagai objek simulasi dipilih Surabaya sebagai lokasi pelaksanaan penelitian dipilih karena merupakan salah satu kota metropolitan yang ada di Indonesia serta sebagai pusat administrasi pemerintahan dengan aktivitas pekerjaan perkantoran yang tentunya dilakukan sebagian besar pekerja di dalam Kota Surabaya [6]. Lokasi yang dipilih berada di pusat kota Surabaya ditunjukkan dengan [Gambar 2](#), dengan lalu lintas yang sangat padat sehingga kadar polusi yang ada di lokasi dapat menurunkan kualitas udara dalam ruang pada gedung perkantoran yang tentunya dapat memberikan pembebanan terhadap sistem pengudaraan pada bangunan. Selain itu, dengan adanya emisi masalah emisi GRK di Surabaya yang nilainya meningkat hingga 144% dari tahun 2014 ke 2019 [13] juga menjadi salah satu aspek pemilihan sebagai lokasi penelitian.



Gambar 1. *Workflow* Simulasi pada penelitian

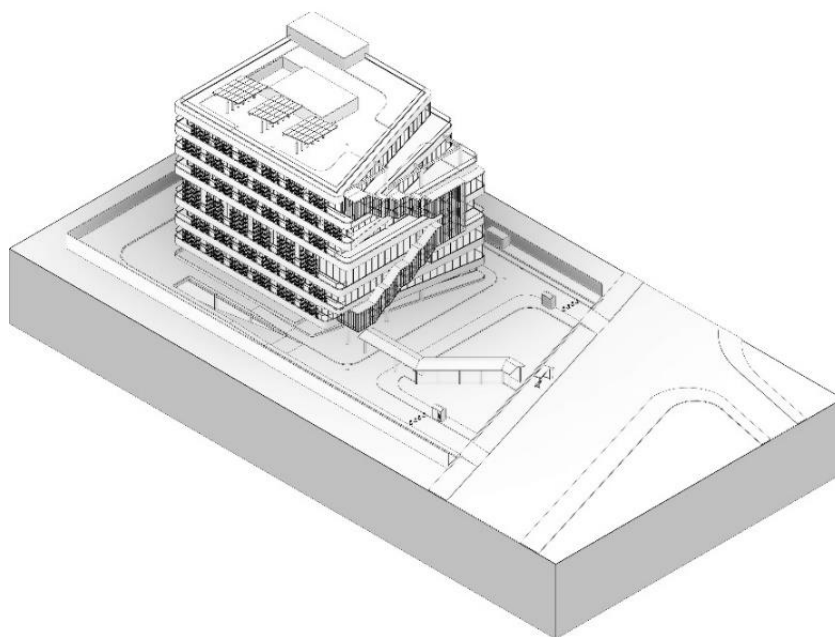


Gambar 2. Lokasi rencana gedung kantor pada penelitian

Gedung perkantoran yang akan disimulasikan pada penelitian ini berada di Jalan Basuki Rahmat Surabaya dengan luas kurang lebih 4040,42 m² yang ditunjukkan pada Gambar 1, lokasi yang digunakan memang diperuntukkan dalam zona perdagangan dan jasa unit pengembangan VI tunjangan skala internasional/nasional. Berdasarkan fakta diatas kemudian direncanakan sebuah gedung perkantoran dengan massa tunggal dengan luas 9.650 m² yang dikonfigurasi tujuh lantai di atas tanah (ruang kantor) dan dua lantai dibawah tanah sebagai tempat parkir (basement).

Adapun visualisasi dari desain awal gedung perkantoran yang dirancakan pada lokasi digambarkan secara 3 dimensi pada Gambar 3. Selain itu beberapa skenario yang digunakan untuk menentukan perbedaan dari konfigurasi

fasad yang nantinya dapat berpengaruh pada penghitungan intensitas konsumsi energi (IKE) pada gedung, yakni: (1) Skenario F-1, Desain awal gedung perkantoran dengan fasad yang dominan berbahan kaca, namun akan diberikan *window shade* dan *double skin facade* pada sisi selatan dan barat sebagai respon pencahayaan dan pergerakan angin dominan pada lokasi; (2) Skenario F-2, Desain awal gedung perkantoran dengan fasad yang dominan berbahan kaca dan tanpa menggunakan *window shade* dan *double skin facade* pada tiap sisi bangunan; (3) Skenario F-3, Desain awal gedung perkantoran dengan fasad yang resesif atau tidak terlalu banyak menggunakan kaca dan bukaan serta tanpa menggunakan *window shade* dan *double skin facade* pada tiap sisi bangunan.



Gambar 3. Rencana desain awal gedung perkantoroan pada penelitian

Sedangkan untuk konfigurasi shading device yang digunakan pada skenario F-1 mengacu pada kondisi serta bangunan sekitar di lokasi bangunan. Lokasi bangunan pada bagian utara dan timur terdapat bangunan eksisting sekitar dengan ketinggian yang lebih tinggi, sedangkan pada bagian barat dan selatan terdapat bangunan eksisting sekitar dengan ketinggian yang lebih rendah dari bangunan yang akan dibuat pada penelitian ini. Sehingga peletakkan *window shade* dan *double skin facade* akan diletakkan pada sisi barat dan selatan, hal ini juga mengacu pada kondisi iklim lokasi yakni tropis dengan rekomendasi penempatan *window shade* dan *Double skin facade* (shading device) pada sisi timur atau barat. Adapun konfigurasi shading device pada bangunan yang akan disimulasikan yakni pada [Gambar 4](#).

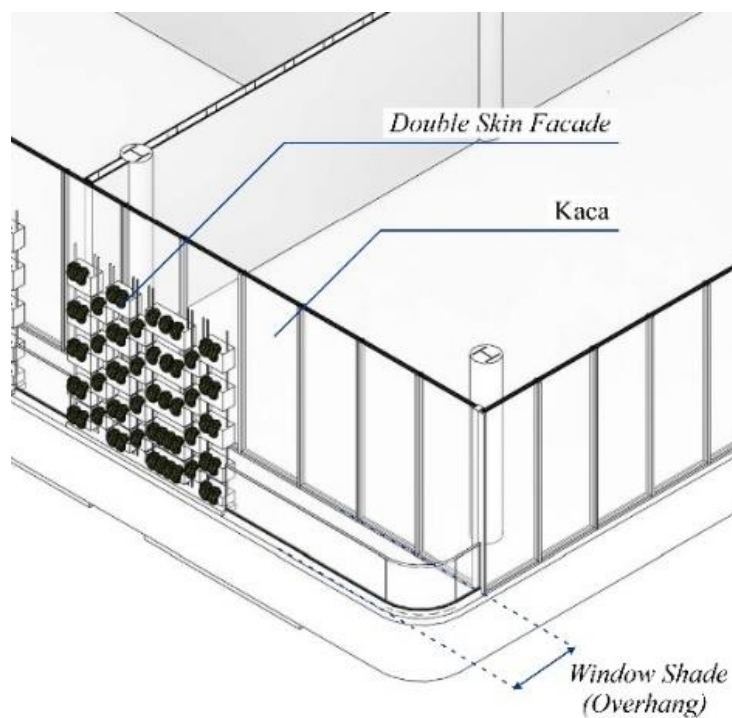
3. Hasil dan Pembahasan

Sebagai proses pertama dari penelitian yakni membuat building mass and form dari masing – masing skenario yang telah ditentukan menggunakan Autodesk Revit, dari proses ini dihasilkan komparasi dari skenario yang telah dibuat pada [Tabel 1](#).

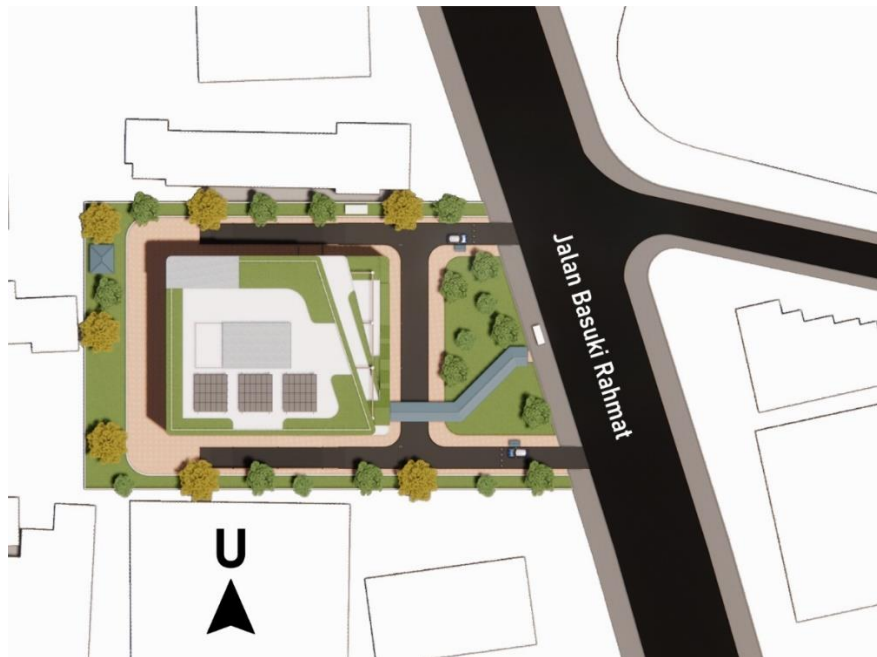
Untuk perletakkan konfigurasi elemen fasad baik *Window Shade* maupun *Double skin facade* dari desain awal gedung perkantoran yang akan disimulasikan dapat dilihat pada site plan dari perletakkan gedung pada tapak di Jalan Basuki Rahmat 78 Surabaya dengan arah penunjuk utara mengarah ke atas sesuai pada [Gambar 5](#).

Tabel 1. Informasi *building mass* and form masing – masing skenario

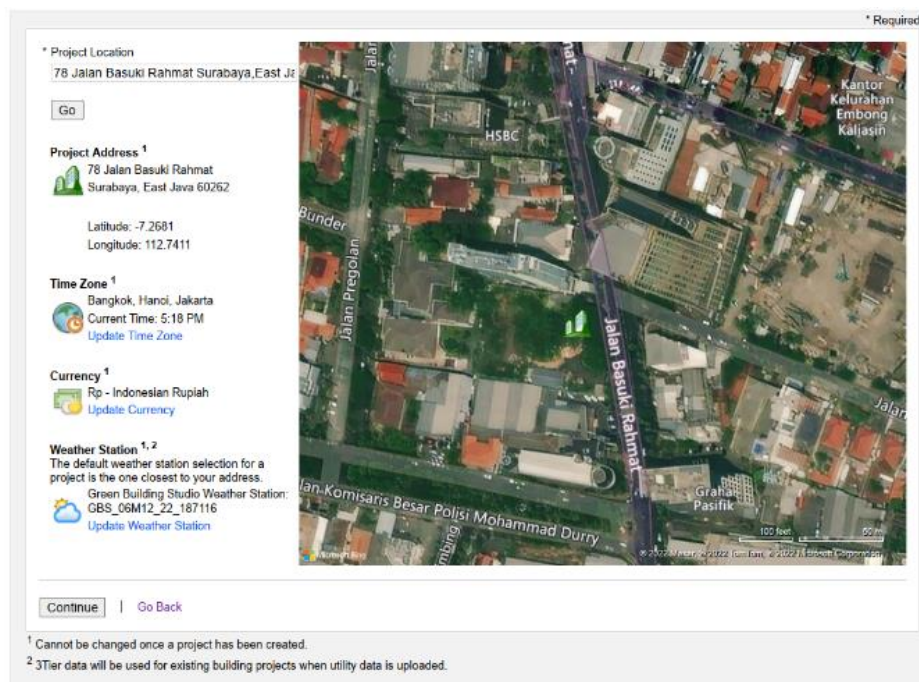
Skenario	Window to Wall Ratio	Window Shade	Double skin facade
F - 1	65 %	Selatan, Barat	Selatan, Barat
F - 2	65 %	-	-
F - 3	40 %	-	-



Gambar 4. Konfigurasi *Shading Device* pada bangunan



Gambar 5. Site Plan desain awal gedung perkantoran pada penelitian



Gambar 6. Input data lokasi pada Autodesk Green Building Studio

Setelah didapatkan data informasi bangunan, dilakukan penentuan titik koordinat lokasi yang akan digunakan pada Autodesk Green Building Studio (GBS) yakni di Jalan Basuki Rahmat 78 Surabaya, Jawa Timur 60262 dengan data iklim dan cuaca yang telah terintegrasi secara Proses simulasi pada Autodesk Green Building Studio dengan skenario yang berbeda akan menghasilkan beberapa katagori data yang berbeda untuk kemudian nantinya akan dibandingkan, diantaranya konsumsi energi tahunan (*Intensitas Konsumsi Energi*), *Lifecycle Energy*

langsung dengan data cloud Autodesk seperti pada Gambar 6. Sesudah data terinput pada Autodesk Green Building Studio, file modeling dapat diupload untuk kemudian dilakukan simulasi.

serta alokasi penggunaan energi pada gedung. Dari skenario yang telah ditentukan dapat diperoleh hasil pada Autodesk Green Building Studio dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komparasi hasil simulasi dengan Autodesk Green Building Studio

Skenario	Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	Life Cycle Electric Use	Alokasi Penggunaan Energi
F - 1	184,52 kWh/m ² /tahun	48.265.830 kW	<ul style="list-style-type: none"> ■ HVAC 54.9% ■ Other 26.6% ■ Lights 18.4%
F - 2	218,11 kWh/m ² /tahun	61.689.390 kW	<ul style="list-style-type: none"> ■ HVAC 53.7% ■ Other 27.1% ■ Lights 19.2%
F - 3	205,83 kWh/m ² /tahun	58.133.160 kW	<ul style="list-style-type: none"> ■ HVAC 50.8% ■ Other 28.8% ■ Lights 20.4%

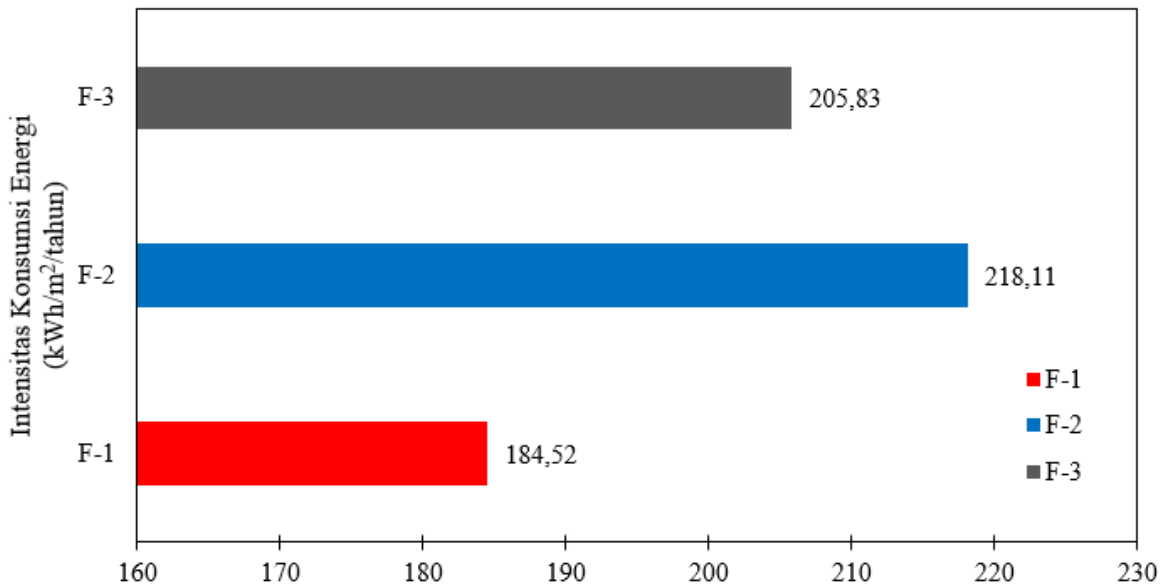
Dari hasil simulasi yang dilakukan pada penelitian ini, menunjukkan secara keseluruhan tiap skenario yang telah disimulasikan mempunyai intensitas penggunaan energi masih dalam indeks efisiensi energi gedung perkantoran di Indonesia dengan rentang IKE 210 – 285 kWh/m²/tahun sesuai dalam Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia yang telah dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, bahkan 2 dari 3 skenario yang dijalankan menunjukkan intensitas konsumsi energi dibawah indeks. Dari penelitian ini dapat menunjukkan konfigurasi atau skenario penggunaan fasad tertentu berpengaruh pada intensitas penggunaan energi dari sebuah bangunan.

Dapat dilihat pada Gambar 7, menunjukkan intensitas konsumsi energi dari masing – masing skenario F-1, F-2 dan F-3 yang dijalankan pada penelitian ini yakni 184,52 kWh/m²/tahun, 218,83 kWh/m²/tahun dan 205,83 kWh/m²/tahun. Hal ini menunjukkan bahwasannya penggunaan skenario fasad yang dominan pada kaca akan membuat intensitas konsumsi energi meningkat seperti pada skenario F-2 dan F-3, namun dengan penggunaan elemen fasad tambahan mampu mengatasi permasalahan tersebut. Dengan skenario F-1 yang menggunakan konfigurasi fasad yang dominan berbahan kaca, namun akan diberikan *window shade* dan *Double skin facade* pada sisi selatan dan barat memberikan konfigurasi pencahayaan

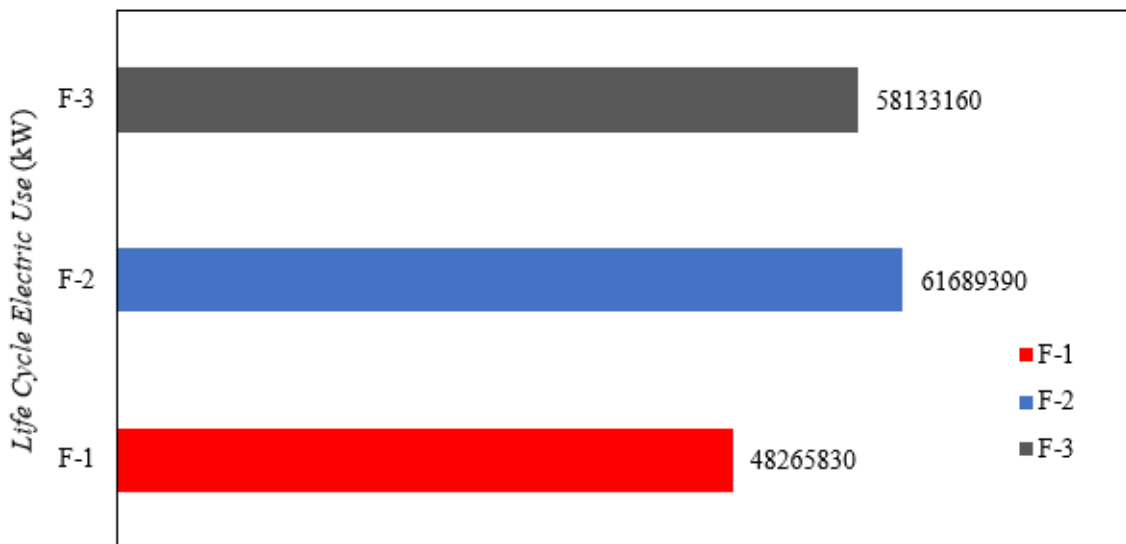
yang lebih baik dengan dominasi fasad kaca namun dengan intensitas konsumsi energi yang lebih rendah.

Selain intensitas konsumsi energi dihasilkan juga life cycle electric use dari masing – masing skenario yang dijalankan dengan hasil pada Gambar 8, life cycle electric use dihasilkan dari life cycle energy analysis (LCEA) yang merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung dampak lingkungan yang disebabkan oleh konsumsi energi pada sebuah bangunan [14]. Dengan melihat diagram pada Gambar 7 memiliki hasil yang hampir sama dengan perbandingan intensitas konsumsi energi (IKE) mengingat

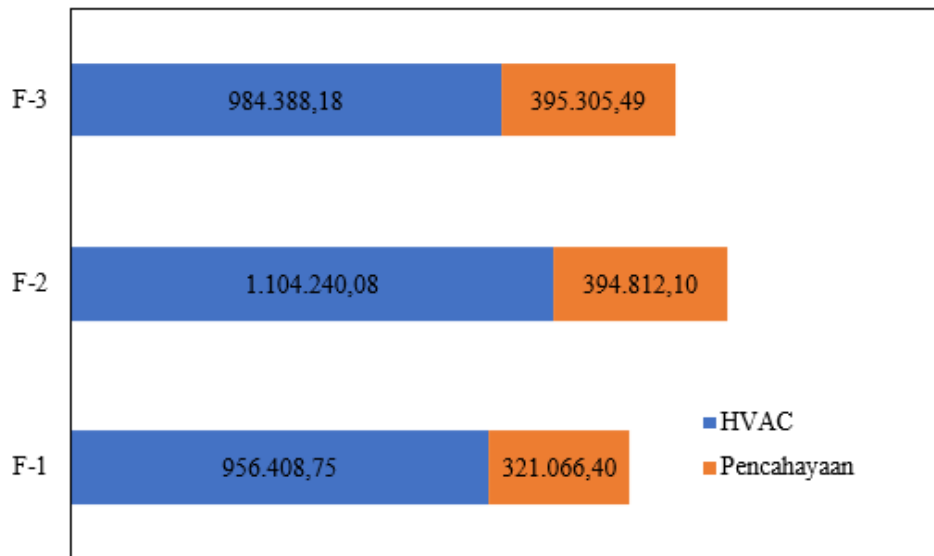
keduanya saling berkaitan. Dampak lingkungan yang dimaksud yakni akibat dari aktivitas atau siklus hidup yang berhubungan pada penggunaan energi pada bangunan meliputi pendinginan, pemanasan dan konsumsi listrik akibat aktivitas baik [15]. Sebagai komparasi dampak bangunan yang akan disebabkan pada lingkungan, juga akan dilakukan pembagian dari konsumsi energi dari masing – masing skenario yakni heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC) serta pencahayaan sehingga dari pembagian inilah pengaruh fasad secara signifikan akan terlihat. Adapun pembagian atau alokasi dari penggunaan energi dari masing – masing skenario.



Gambar 7. Komparasi Intensitas Konsumsi Energi



Gambar 8. Komparasi life cycle electric use



Gambar 9. Alokasi penggunaan energi tahunan

Dari diagram pada Gambar 9 berdasarkan simulasi, skenario konfigurasi fasad F-2 dengan bahan kaca dominan memiliki alokasi penggunaan energi dan konsumsi energi untuk heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC) yang paling besar dibanding skenario yang lain, namun memiliki alokasi penggunaan energi untuk pencahayaan yang hanya terpaut 493,39 kWh daripada skenario F-3 yang memiliki selisih window to wall ratio 20%. Sedangkan pada skenario F-3 memiliki penurunan energi untuk HVAC yang cukup signifikan dibandingkan skenario F-2 yakni mencapai 119.851,91 kWh.

Hal ini menunjukkan bangunan yang berlokasi di Surabaya dengan konfigurasi fasad bahan kaca yang dominan (F-3) memiliki beban energi yang lebih besar untuk heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC), hal ini secara langsung menyebabkan kenaikan terhadap intensitas konsumsi energi (IKE) pada bangunan. Hal ini dikarenakan makin besarnya bidang fenetrasi yang dalam kasus ini berupa kaca, maka radiasi matahari dan konduksi panas lewat bidang fenetrasi yang masuk ke dalam bangunan bertambah besar.

Dan untuk skenario F-1 dengan konfigurasi menggunakan konfigurasi fasad yang dominan berbahan kaca dengan *window shade* dan *double skin facade* pada sisi selatan dan barat, memiliki alokasi energi yang paling rendah dibandingkan kedua skenario lainnya baik untuk heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC) maupun untuk pencahayaan meskipun dengan konfigurasi fasad berbahan kaca yang dominan.

Hal ini menunjukkan bangunan yang berlokasi di Surabaya dengan penambahan elemen fasad berupa *window shade*

dan *double skin facade* pada bangunan dengan material fasad dominan kaca (skenario F-1) mampu mereduksi penggunaan energi yang tentunya dapat menurunkan intensitas konsumsi energi (IKE) pada bangunan. Hal ini dikarenakan adanya elemen fasad yakni shading device (*window shade* dan *double skin facade*) sebagai elemen pembayangan pada bangunan yang berfungsi mereduksi panas yang masuk ke dalam bangunan.

4. Simpulan

Berdasarkan simulasi yang dijalankan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan mengenai optimasi penggunaan fasad berdasarkan energi dalam proses perancangan gedung perkantoran di Surabaya, yakni konfigurasi fasad yang dominan kaca akan menyebabkan peningkatan intensitas konsumsi energi (IKE) akibat bidang fenetrasi yang besar sehingga menyebabkan radiasi matahari dan konduksi panas lewat bidang fenetrasi yang masuk ke dalam bangunan bertambah besar dan tentunya memberikan beban terhadap proses pendinginan (air-conditioning) pada bangunan. Penggunaan konfigurasi fasad yang tidak dominan kaca juga hanya memberikan penurunan energi pada sistem heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC) saja, namun pada kebutuhan energi untuk pencahayaan malah mengalami peningkatan.

Maka dari itu dalam proses perancangan gedung perkantoran di Surabaya diperlukan adanya optimasi energi melalui penggunaan shading device (*window shade* dan *double skin facade*) sebagai elemen pembayangan pada bangunan sebagai bentuk optimasi dalam menurunkan intensitas konsumsi energi pada bangunan. Sama halnya yang dilakukan pada skenario pengujian F-1

pada penelitian ini dengan konfigurasi fasad yang dominan berbahan kaca dengan *window shade* dan *double skin facade* pada sisi yang disesuaikan pada kondisi iklim dan lingkungan sekitar lokasi, memiliki intensitas konsumsi energi yang lebih rendah serta alokasi yang lebih sedikit baik untuk heating, ventilation, dan air-conditioning (HVAC) maupun untuk pencahayaan. Jika dibandingkan penggunaan fasad yang dominan kaca dengan dan tanpa memiliki penurunan intensitas konsumsi energi mencapai 15%.

Pada penerapannya, konfigurasi penggunaan *window shade* dan *double skin facade* akan memberikan beban pada proses pembangunan dan perawatan gedung. Hal tersebut sejalan dengan nilai estetika dan penghematan pengeluaran untuk penggunaan energi dari aktivitas pengelolaan gedung, terutama pada gedung perkantoran yang tentunya memiliki aktivitas harian yang cukup padat.

Daftar Rujukan

- [1] Balai Besar Teknologi Konversi Energi B2TKE-BPPT, "Benchmarking Specific Energy Consumption Di Bangunan Komersial," 2020. [Daring]. Tersedia pada: www.b2tke.bppt.go.id.
- [2] B. Gunawan, Budihardjo, J. S. Juwana, J. Priatman, W. Sujatmiko, dan T. Sulistiyanto, *Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia - 1 Pengembang dan Pemilik Bangunan Gedung*. 2012.
- [3] B. Gunawan, Budihardjo, J. S. Juwana, J. Priatman, W. Sujatmiko, dan T. Sulistiyanto, *Buku Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia - 2 Pedoman Teknis Desain*. 2012.
- [4] X. G. Zhao dan C. P. Gao, "Research on Energy-Saving Design Method of Green Building Based on BIM Technology," *Sci. Program.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/2108781.
- [5] Y. S. Liu, H. Li, H. Li, P. Pauwels, dan J. Beetz, "Recent advances on building information modeling," *Sci. World J.*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/786598.
- [6] J. Untoro, H. Gusmedi, dan N. Purwasih, "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi J. Untoro, H. Gusmedi, dan N. Purwasih, 'Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila.'si Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelay," *Electr. - J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 02, hal. 93–104, 2014.
- [7] M. S. Samhuddin, Kadir, "Analisis Konsumsi Energi Pada Kantor Pelayanan Kekayaan Negara Dan Lelang (KPKNL) Kendari," *ENTHALPY-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin Anal.*, vol. 2, no. 3, hal. 4, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/sinergi/article/view/835>.
- [8] F. T. Kresnadi, "Evaluasi Penggunaan Listrik dengan Metode Konservasi Energi untuk Efisiensi Energi di Gedung FKIP UNTIRTA," *Energi & Kelistrikan*, vol. 12, no. 1, hal. 11–21, 2020, doi: 10.33322/energi.v12i1.949.
- [9] S. Alhamnovanda *et al.*, "Optimalisasi Penerapan Efisiensi Energi Pada Fasad," no. 1979, hal. 1–5, 2019.
- [10] A. D. Aziiz, S. Wonorahardjo, dan M. D. Koerniawan, "Effectiveness of Double Skin Façade in Controlling Indoor Air Temperature of Tropical Buildings," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 152, no. 1, hal. 0–10, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/152/1/012016.
- [11] W. O. Alfian, "Pengaruh Fasad Terhadap Kinerja Energi Pendinginan Pada Kantor Pemerintah Di Surabaya," 2018.
- [12] L. Pastore dan M. Andersen, "The influence of façade and space design on building occupants' indoor experience," *J. Build. Eng.*, vol. 46, no. October 2021, hal. 103663, 2022, doi: 10.1016/j.jobbe.2021.103663.
- [13] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, "Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) KOTA Surabaya Tahun 2019," 2019.
- [14] I. P. E. R. Saputra, "Penerapan Life Cycle Energy Analysis (Lcea) Untuk Mengurangi Dampak Lingkungan Dari Konsumsi Energi Di Hotel Alila Manggis," hal. 210093, 2017.
- [15] H. Liu, S. Zhou, T. Peng, dan X. Ou, "Life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions analysis of natural gas-based distributed generation projects in China," *Energies*, vol. 10, no. 10, hal. 1–14, 2017, doi: 10.3390/en10101515.