

Skenario Penghematan Energi untuk Gedung

HUSNI ALTEZA MUTTAQIN¹, KAMALUDIN¹

1. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung, Jalan PHH Mustofa No. 23, Bandung, Indonesia 40124

Email : Husnialteza@gmail.com

ABSTRAK

Building Information Modeling (BIM) 6D dalam analisis energi pada bangunan telah diterapkan untuk mendapatkan efisiensi energi dalam perencanaan bangunan ramah lingkungan. Aplikasi pemodelan ini di Indonesia masih dalam tahap pengembangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penghematan energi yang dapat dicapai pada gedung. Metode BIM yang digunakan merupakan integrasi antara software Autodesk Revit 2022 dengan website Autodesk Insight. Skenario yang digunakan adalah simulasi pemasangan tirai jendela dengan tinggi jendela 2/3 pada sisi utara dan selatan bangunan, penggantian material kaca jendela dengan tipe Trp LoE, pengaturan tingkat infiltrasi menjadi 2 air change rate (ACH), penerapan efisiensi pencahayaan sebesar 7,53 Watt/m², penerapan pencahayaan alami dan pengendalian okupansi, penerapan efisiensi beban colokan sebesar 10,76 Watt/m², serta pemasangan Heating Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) dengan tipe High Efficiency Heat Pump. Hasil penelitian dengan penerapan skenario ini dapat menurunkan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari 220,04 kWh/m²/tahun menjadi 135,76 kWh/m²/tahun atau terjadi penurunan sebesar 38,3%.

Kata kunci: Building Information Modelling, efisiensi, energi

1. PENDAHULUAN

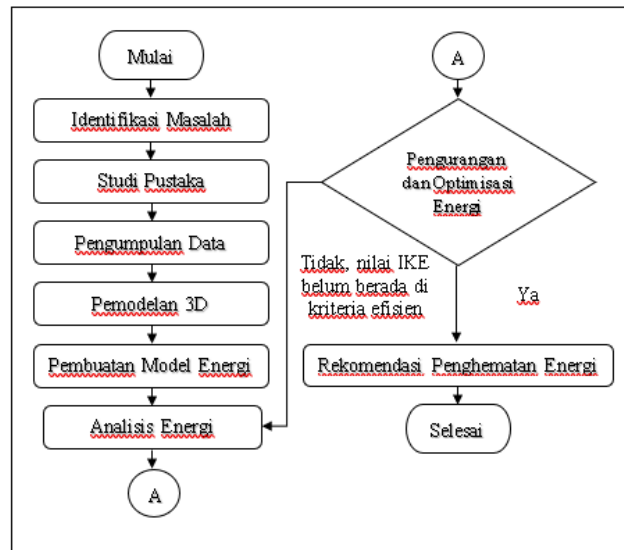
Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, kini dunia konstruksi pun sudah berada di tingkat yang selanjutnya. *Building Information Modelling* (BIM) menawarkan banyak kelebihan dalam penggunaannya, diantaranya BIM dapat mencakup perencanaan, penganggaran, analisis, sampai pemeliharaan. BIM juga dapat memudahkan pengerjaan konstruksi karena keuntungan yang akan didapatkan adalah pengerjaan yang lebih cepat, lebih efisien, lebih terperinci, juga dapat terintegrasi dengan berbagai pihak Berdasarkan dimensinya, BIM terbagi sampai 7 bagian (kemungkinan akan terus bertambah seiring pesatnya perkembangan teknologi). Penelitian ini akan berfokus pada BIM 6D, yang mana didalamnya memuat tentang analisis energi.

BIM 6D, dalam hal ini adalah analisis energi pada bangunan sudah sering diterapkan di luar negeri untuk mendapatkan efisiensi energi dalam upaya mewujudkan ide dari bangunan hijau. Aplikasi model ini di Indonesia, masih jarang dan dalam proses pengembangan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dimaksudkan agar kedepannya analisis energi dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin pada bangunan di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari tahu berapa persen total penghematan energi yang didapatkan setelah dilakukan penerapan skenario penghematan pada gedung.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode BIM untuk menganalisis energi yang digunakan pada gedung. Integrasi antara *software Autodesk Revit 2022* dengan *website Autodesk Insight* menjadi kunci untuk melakukan desain hingga kemungkinan penghematan energi yang dapat diterapkan di gedung. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan adalah data geometri dari gedung, yang didapatkan dari survei langsung dengan alat pengukuran standar. Parameter data primer disajikan pada **Tabel 1**, dan data geometri tersaji pada **Tabel 2**

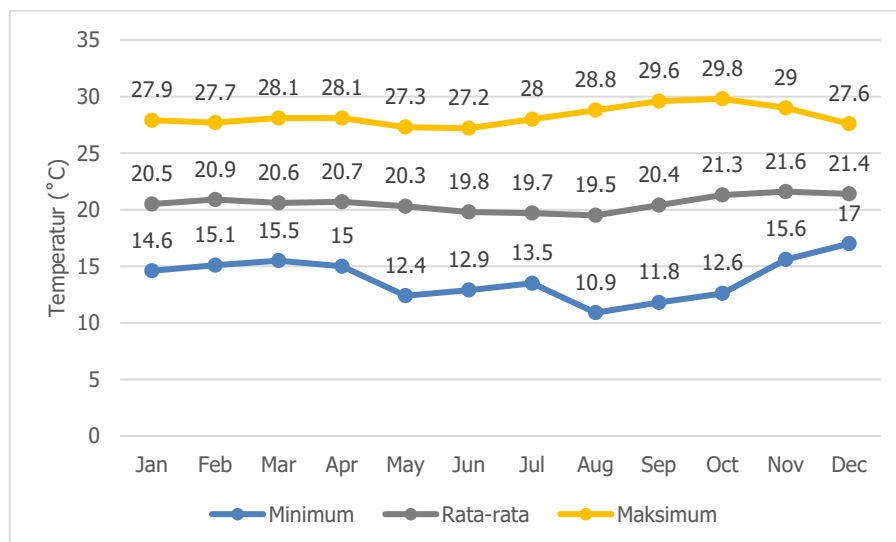
Tabel 1. Data Primer

No	Data	Deskripsi
1	Peralatan Elektronik	Komputer, <i>printer</i> , <i>scanner</i> , proyektor, dispenser, AC, dan lain sebagainya
2	Material Bangunan	Dinding (Batako 400 mm), Jendela (Kaca <i>Single Glazing</i>)
3	Jenis Pencahayaan	<i>Tubular Lamp</i>
4	<i>Air Conditioner</i>	<i>AC Split</i>

Tabel 2. Data Geometri

No	Data	Panjang (m)
1	Panjang Bangunan	44
2	Lebar Bangunan	18
3	Elevasi	
	Lantai 1	4
	Lantai 2	3.6
	Lantai 3	3.6

Data sekunder yang dibutuhkan merupakan asumsi data berdasarkan standar *American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer* (ASHRAE). Data temperatur didapatkan dari *Autodesk* berdasarkan data dari stasiun cuaca di Kota Bandung seperti yang disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Data Temperatur Kota Bandung (Sumber : *Autodesk Insight*, 2024)

2.3 Pemodelan

Tahap pemodelan merupakan tahap penggambaran ulang model 3D pada *software Autodesk Revit* 2022 berdasarkan model struktural sebelumnya. Pada model ini pun dimuat model arsitektural dari gedung, yang dilengkapi dengan material penyusun, pembagian ruangan, dan pencahayaan.

Sebelum dapat melakukan analisis energi, dibutuhkan model energi yang didalamnya terdapat penyesuaian tentang lokasi model dan pengaturan dasar tentang energi. Dibuat dengan layanan *cloud* dari *Insight*, hasil analisis energi akan didapatkan guna mengetahui total penggunaan energi yang dikonsumsi oleh gedung per tahunnya.

2.4 Rekomendasi Penghematan Energi

Setelah mendapatkan data analisis energi, dapat diterapkan optimisasi energi dari desain tersebut dengan menyesuaikan faktor desain dan mengkomparasikan berbagai skenario yang berbeda. Apabila skenario optimisasi energi belum sesuai dengan standar SNI 03-6196-2010 terkait Intensitas Konsumsi Energi (IKE), maka dilakukan analisis kembali dengan cara memilih

ulang skenario penghematan energi. Jika nilai IKE sudah memenuhi standar, dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu hasil rekomendasi penghematan energi. IKE pada bangunan merupakan suatu nilai/besaran yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengukur tingkat pemanfaatan energi di suatu bangunan. IKE listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung, yang dapat dihitung dengan **Persamaan 1**.

$$IKE = \frac{\text{konsumsi energi } (\frac{kWh}{\text{perbulan}})}{\text{luasan bangunan } (m)^2} \dots (1)$$

Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini menargetkan kriteria efisien. Maka dari itu, nilai IKE gedung setelah di analisis nantinya harus berada direntang nilai 7,93 kWh/m²/bulan – 12,08 kWh/m²/bulan seperti pada **Tabel 3**.

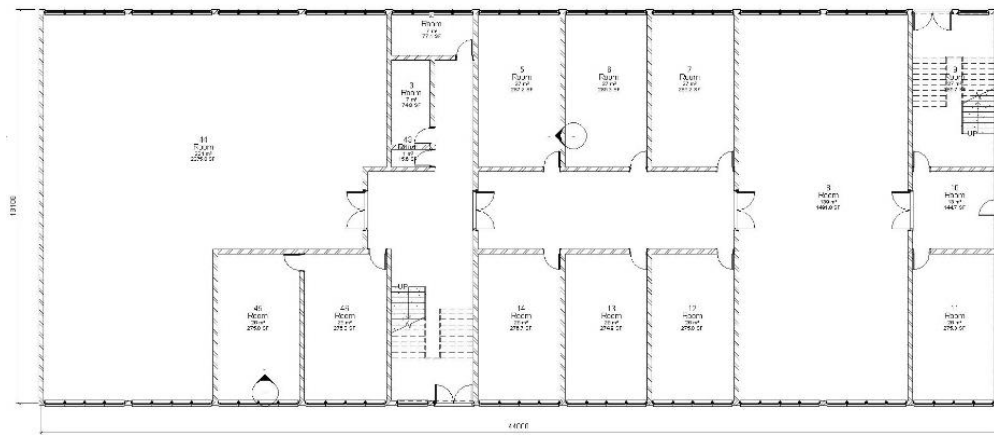
Tabel 3. Klasifikasi Nilai IKE Bangunan Ber-AC (Sumber : SNI 03-0196:2010)

Kriteria	IKE (kWh/m ² /bulan)
Sangat Boros	23,75 - 37,5
Boros	19,2 - 23,75
Agak Boros	14,58 - 19,2
Cukup Efisien	12,08 - 14,58
Efisien	7,93 - 12,08
Sangat Efisien	4,17 - 7,93

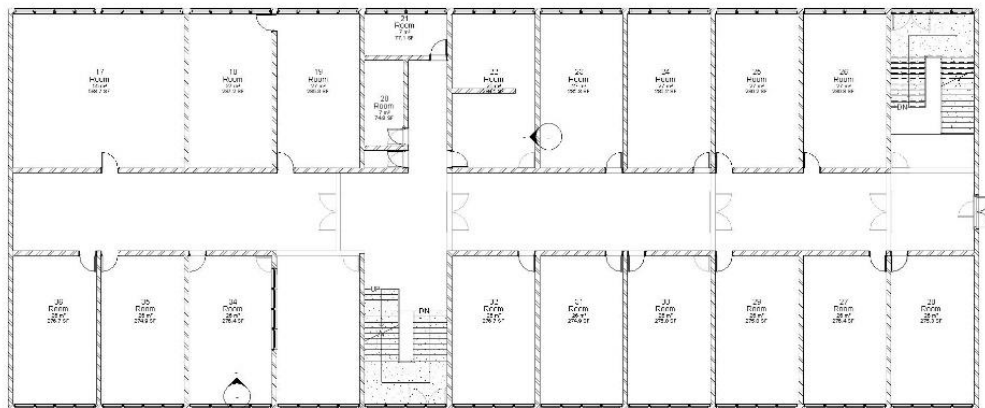
Autodesk Insight memiliki fungsi untuk membuat simulasi terkait penggunaan energi pada gedung dalam skala waktu pertahun. Setelah dilakukan simulasi, *Insight* akan memberikan rekomendasi skenario penghematan energi, diantaranya adalah : (1) Orientasi bangunan, (2) Konfigurasi terkait jendela, (3) Material konstruksi, (4) Tingkat infiltrasi, (5) Efisiensi pencahayaan, (6) Pengontrolan beban steker, (7) Tipe *Heating Ventilation and Air Conditioning* (HVAC), dan (8) Jadwal pengoperasian. Namun dalam pembahasan ini hanya akan mencakup konfigurasi terkait jendela yaitu peneduh jendela, dan tipe HVAC.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

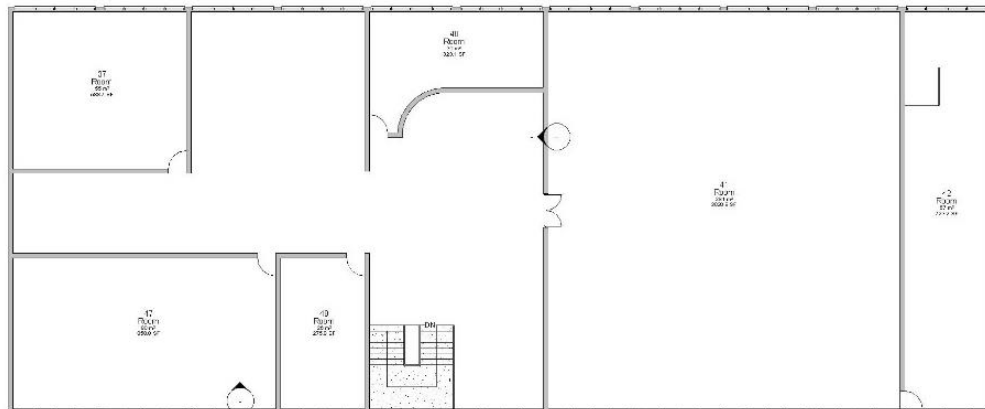
Pemodelan merupakan poin utama dalam penelitian ini karena model berfungsi untuk patokan dari simulasi penggunaan energi. Pemodelan didasari berdasarkan data dari **Tabel 1** dan **Tabel 2**, sedangkan data dari **Gambar 2** diperlukan untuk membuat model energi yang sebagai syarat untuk membuat simulasi penggunaan energi. Selain data dari stasiun cuaca, data lain yang harus di *input* diantara lain adalah lokasi bangunan, dan pengaturan lain terkait energi seperti tipe bangunan, waktu operasional, tipe pendingin, dan lainnya. Pembuatan energi model di *Revit* juga dapat otomatis mencakup analisis beban listrik, pencahayaan, sampai aliran udara di setiap ruangan. Berikut merupakan hasil pemodelan setiap lantainya yang disajikan pada **Gambar 3 – Gambar 5**, dan model 3D dari gedung tersaji pada **Gambar 6**.



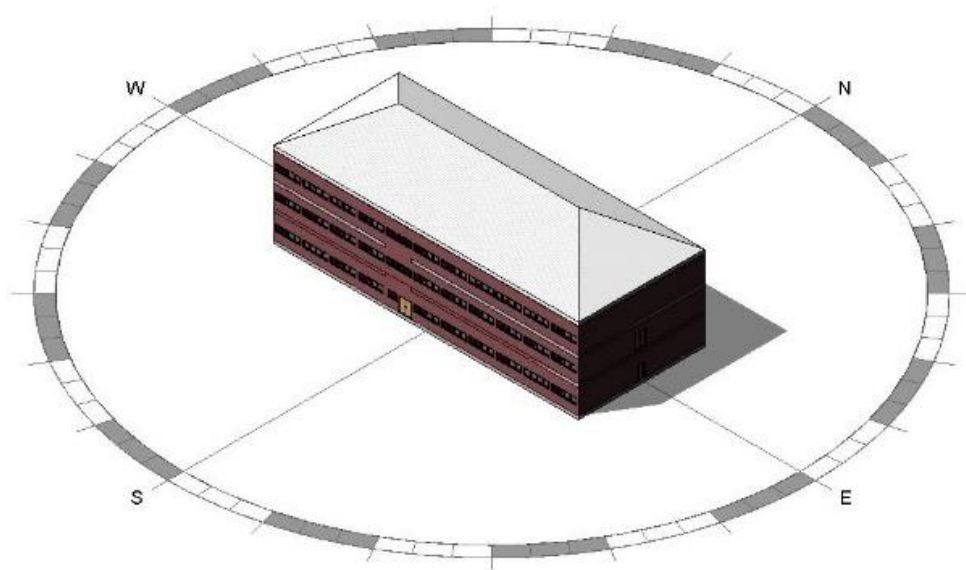
Gambar 3. Denah Lantai 1



Gambar 4. Denah Lantai 2



Gambar 5. Denah Lantai 3



Gambar 6. Model 3D

Setelah dilakukan simulasi pada *website Insight*, didapatkan hasil bahwa penggunaan energi gedung pada kondisi eksisting yaitu sebesar 220,04 kWh/m²/tahun, atau 18,34 kWh/m²/bulan. Hal ini membuat gedung berada pada kategori agak boros yaitu di rentang nilai 14,58 kWh/m²/bulan -19,2 kWh/m²/bulan seperti yang tertera pada **Tabel 3**. Maka dari itu dibutuhkan penyesuaian ataupun optimisasi energi dalam rangka mengurangi energi yang dikonsumsi agar gedung dapat berada di kategori efisien.

Dari beberapa skenario penghematan energi yang disajikan oleh *Insight*, terdapat beberapa skenario yang tidak digunakan. Pertimbangan terkait pemilihan skenario tersebut karena kondisi gedung yang diteliti merupakan gedung yang sudah eksisting. Pilihan skenario penghematan tertera pada **Tabel 4**.

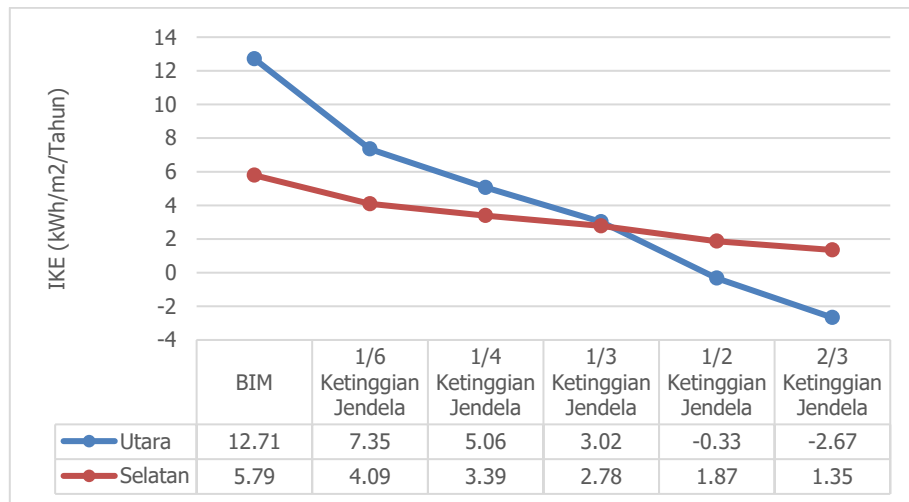
Tabel 4. Pilihan Skenario Penghematan

No	Skenario Penghematan	
	Dipakai	Tidak Dipakai
1	Peneduh Jendela	Orientasi Bangunan
2	Material Kaca Jendela	Material Dinding
3	Tingkat Infiltrasi	Material Atap
4	Efisiensi Pencahayaan	Jadwal Pengoperasian
5	Pencahayaan Alami dan Kontrol Hunian	Rasio Jendela Terhadap Dinding
6	Efisiensi Beban Steker	
7	Tipe HVAC	

Berdasarkan tujuh pilihan skenario penghematan energi, pembahasan hanya akan berfokus kepada dua kategori yaitu peneduh jendela dan tipe HVAC. Dalam kedua kategori tersebut, terdapat opsi yang dapat dipilih beserta pengaruhnya dalam perubahan penggunaan energi pada gedung.

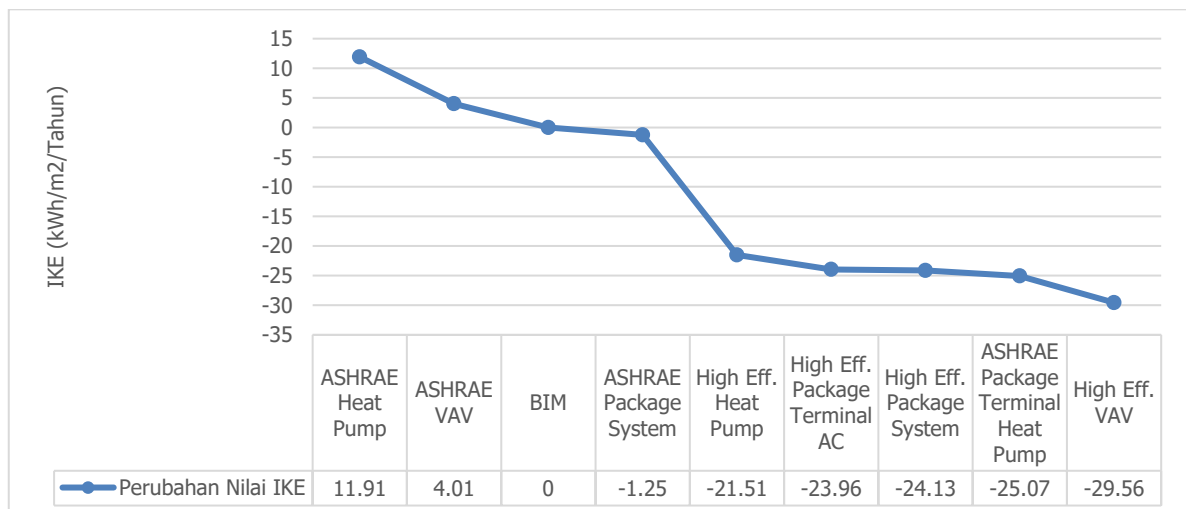
Berikut merupakan penjelasan dari pemilihan kedua kategori skenario tersebut.

1. Peneduh jendela : Skenario pertama adalah dengan menambahkan peneduh jendela dengan 2/3 ketinggian jendela pada bagian utara dan selatan gedung. Penerapan peneduh jendela ini dapat mengurangi radiasi matahari yang masuk ke dalam Gedung 12. Dengan penerapan ini, mengurangi nilai IKE $-4,44 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ dari arah selatan bangunan, dan $-15,38 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ dari arah utara bangunan seperti pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Skenario Peneduh Jendela

2. Tipe HVAC : Skenario selanjutnya adalah memilih tipe HVAC yang sesuai. Dalam grafik, terdapat beberapa tipe HVAC yang memiliki efisiensi daya tinggi, namun memiliki beberapa kekurangan diantaranya biaya pemasangan yang mahal, sampai dengan biaya *maintenance* yang tinggi. Pemilihan tipe *High Eff. Heat Pump* dinilai cukup untuk gedung karena tidak membutuhkan pemasangan duct, ruangan untuk HVAC yang besar, dan biaya pemasangan tidak semahal yang lainnya. Dengan penerapan tipe tersebut, mampu mengurangi nilai IKE sebesar $-21,51 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ seperti pada **Gambar 8**.



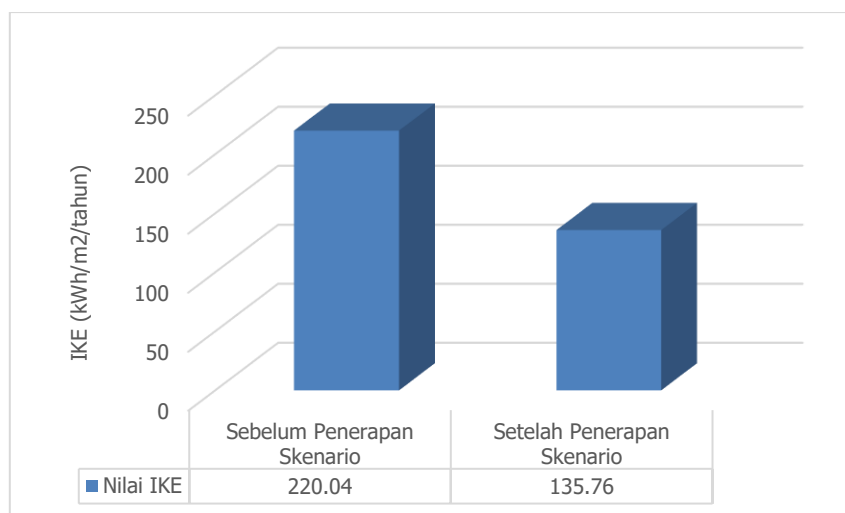
Gambar 8. Skenario Tipe HVAC

Setelah penerapan beberapa skenario termasuk kedua skenario sebelumnya, terdapat perbedaan terkait konsumsi penggunaan listrik dibandingkan dengan kondisi eksisting. Penerapan skenario dapat mengoptimalkan penggunaan energi hingga 135,72 kWh/m²/tahun, yang apabila dikonversikan menjadi 11,31 kWh/m²/bulan. Setelah diterapkan skenario penghematan energi, gedung telah masuk di kategori efisien. Penerapan skenario beserta penghematan energi tersaji pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Skenario Penghematan Energi Beserta Pengurangan Energinya

Skenario	Eksisting	Setelah Optimisasi	Pengurangan Energi	Satuan
Peneduh Jendela	Tidak ada	2/3 Ketinggian Jendela	-19.82	kWh/m ² /tahun
Material Kaca Jendela	<i>Single Glass</i>	<i>Triple Low Emission (Trp LoE)</i>	-17.13	kWh/m ² /tahun
Tingkat Infiltrasi	0.6 ACH	2 ACH	-2.62	kWh/m ² /tahun
Efisiensi Pencahayaan	11.84 W/m ²	7.53 W/m ²	-19.72	kWh/m ² /tahun
Pencahayaan Alami dan Kontrol Hunian	Tidak ada	Pencahayaan Alami dan Kontrol Hunian	-10	kWh/m ² /tahun
Efisiensi Beban Steker	13.99 W/m ²	10.76 W/m ²	-11.96	kWh/m ² /tahun
Tipe HVAC	<i>AC Split</i>	<i>High Eff. Heat Pump</i>	-21.51	kWh/m ² /tahun
Penyesuaian Komponen Lainnya			18.44	kWh/m ² /tahun
Total Penghematan			-84.32	kWh/m ² /tahun

Berikut merupakan perbedaan nilai IKE antara gedung eksisting dengan gedung yang telah diterapkan skenario penghematan seperti pada **Gambar 9**. Terjadi penurunan konsumsi energi sebesar 84,32 kWh/m²/tahun atau sebesar 38,3% dari nilai IKE gedung eksisting.



Gambar 9. Perbandingan Nilai IKE

4. KESIMPULAN

Skenario yang telah disimulasikan dalam rangka penghematan energi, diantaranya adalah pemasangan peneduh jendela dengan 2/3 ketinggian jendela di sisi utara dan selatan bangunan, penggantian material kaca jendela dengan tipe Trp LoE, pengaturan tingkat infiltrasi menjadi 2 ACH, penerapan efisiensi pencahayaan menjadi 7,53 W/m², penerapan pencahayaan alami dan kontrol hunian, penerapan efisiensi beban steker menjadi 10,76 W/m², dan pemasangan HVAC dengan tipe High Eff. Heat Pump. Penerapan skenario tersebut dapat mengurangi nilai IKE gedung dari 220,04 kWh/m²/tahun menjadi 135,76 kWh/m²/tahun, alias turun sebesar 38,3%. Apabila dikonversikan menjadi 11,31 kWh/m²/bulan.

DAFTAR RUJUKAN

- Autodesk. (2024, Juni 15). *Building information modeling*. Diambil kembali dari Autodesk: <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim>
- Autodesk. (2024, Juni 20). *Generative design for Architecture, Engineering & Construction*. Diambil kembali dari Autodesk: <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design/architecture-engineering-construction>
- Autodesk. (2024, Juni 21). *Insight*. Diambil kembali dari Autodesk Insight: <https://insight.autodesk.com/OneEnergy/Insight>
- Ciccozzi, A., de Rubeis, T., Paoletti, D., & Ambrosini, D. (2023). BIM to BEM for Building Energy Analysis. *A Review of Interoperability Strategies*, 1-2.
- M, S., & Vasilakopoulou, K. (2021). Present and future energy consumption buildings: Challenges and opportunities towards decarbonisation. *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy 1 (2021) 100002*, 1-11.
- Nugrahani, E. F., Aninda, P. I., & Sari, S. K. (2017). Analisis Penggunaan Energi dan Peluang Penghematan Berdasarkan Faktor Beban Pendingin. *Vol. 7 No. 2 Edisi Nopember 2017*, 1-8.
- Salim, S., Tolago, A., & Syafi'i, M. (2022). Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Vol. 11, No. 1, Februari 2022*, 6-7.
- Untoro, J., Gusmedi, H., & Purwasih, N. (2014). Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 1-12.
- Wanimbo, E., & Amirudin, M. (2019). PERHITUNGAN NILAI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE). *Science And Engineering National Seminar 4 (SENS 4)- Semarang, 7 Desember 2019*, 1-2.
- Wirjawan, A., & Suryaman, Y. (2018). ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT. *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA VOL.13 NO.1 JULI 2018 p-ISSN 1979-4819 e-ISSN 2599-1930*, 1-7.