J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah
Vol.4, No.2, Februari 2025

Optimalisasi Prinsip Desain Kenneth Yeang dalam Pengembangan Hotel Berkelanjutan di Kota Medan

Trie Hana Maghfira[1], Aulia Muflih Nasution[2], Mufti Ali Nasution[3]
[1,2,3]Universitas Medan Area
E-mail: auliamuflih@staff.uma.ac.id[2]

Article History:
Received: 25 Januari 2025
Revised: 11 Februari 2025
Accepted: 16 Februari 2025

Keywords: *Arsitektur Berkelanjutan, Desain Energi yang Efesien, Kenneth Yeang, Arsitektur Hotel, Simulasi Sefaira.*

Abstract: *Peningkatan pariwisata yang signifikan di Sumatera Utara menyebabkan meningkatnya permintaan akan fasilitas akomodasi, terutama hotel. Untuk memenuhi permintaan ini sekaligus mempromosikan keberlanjutan, studi ini mengeksplorasi penerapan prinsip-prinsip desain Kenneth Yeang dalam arsitektur hotel. Studi ini menggunakan simulasi efisiensi energi menggunakan plug-in Sefaira di SketchUp untuk mengevaluasi kinerja lingkungan dari desain yang diusulkan. Proses desain hotel membutuhkan berbagai strategi untuk mengontrol dan mengoptimalkan konsumsi energi dari konsep awal hingga tahap akhir pengembangan. Efisiensi energi pada bangunan sangat dipengaruhi oleh sirkulasi udara dan kondisi pencahayaan, yang pada gilirannya dipengaruhi oleh lintasan matahari dan desain selubung bangunan. Studi ini bertujuan untuk mengukur dampak prinsip-prinsip desain berkelanjutan Kenneth Yeang terhadap efisiensi energi bangunan hotel. Metodologi penelitian mengadopsi pendekatan pemodelan eksperimental, memanfaatkan analisis berbasis simulasi dengan plug-in Sefaira untuk menilai kinerja energi bangunan. Temuan penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada praktik arsitektur berkelanjutan dengan menunjukkan efektivitas prinsip-prinsip Kenneth Yeang dalam mengoptimalkan efisiensi energi dalam desain hotel tropis.*

PENDAHULUAN

Sumatera Utara memiliki salah satu destinasi super prioritas yaitu Danau Toba yang memiliki keunggulan, keunikan, dan daya tarik wisata yang besar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 pengunjung wisatawan mancanegara ke Sumatera Utara mengalami peningkatan sebesar 67,7 % dari tahun 2020. Tingkat Penghunian Kamar (TPK) hotel berbintang di Sumatera Utara juga mengalami peningkatan sebesar 6,93% pada tahun yang sama. Seiring dengan perkembangan potensi wisata yang ada di sumatera utara. Kota Medan yang merupakan ibukota dari Sumatera utara juga memerlukan peningkatan fasilitas pendukung pariwisata. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan Tingkat Penghunian Kamar (TPK) di Kota Medan yang cukup

signifikan yaitu sebesar 9,31% pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2024; Hanifah Parinduri et al., 2023). Oleh karena itu Kota Medan membutuhkan sarana akomodasi berupa penginapan atau hotel yang dapat memenuhi atau mewadahi kebutuhan wisatawan.

Menurut Indonesia Clean Energy Development (ICED) Hotel merupakan bangunan dengan penggunaan energi terbesar. Hal ini membuat tingginya biaya operasional pada bangunan, berkontribusi sebesar 25-30% konsumsi energi (Aipin & Nasution, 2024; Kencana, 2015), selain itu juga berkontribusi yang cukup besar terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global. Pemanasan global memiliki efek yang cukup serius diantaranya dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon, perubahan iklim yang tidak merata, serta dapat menaikkan suhu di permukaan bumi (Wong & Khoo, 2003). Faktor lingkungan fisik yang dapat dirasakan pengguna bangunan yaitu kenyamanan termal, meurut *American Society Of Heating Refrigaration and Air-coditioning Engineers/ASHRAE (ANSI, 2017; SNI, n.d.)*. Kenyamanan thermal ialah perasaan individu terhadap temperatur lingkungan sekitar yang dimana kondisi individu tersebut tidak merasakan kepanasan maupun kedinginan (Nasution et al., 2024; Noviana et al., 2015; Rambe et al., 2024). Kenneth Yeang selama masa periodesasi perkembangan desainnya selalu menerapkan prinsip-prinsip yang memperhatikan karakteristik fisik dari tempatnya, respon terhadap iklim yang mampu mengantisipasi faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap bangunan yang akan di rancang (Jerobisonif, 2021). Karakteristik Kenneth Yeang dalam mendesain sebuah bangunan dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan menerapkan pendekatan prinsip-prinsip Ken Yeang untuk menciptakan bangunan yang ramah lingkungan, memberikan kenyamanan dan kesehatan bagi penggunanya untuk bangunan perhotelan (Yeang et al., 2010; Yeang, 1987, 1995; Yeang & Threipland, 2021). Untuk memaksimalkan penerapan prinsip-prinsip desain Kenneth Yeang pada bangunan, kini terdapat sebuah plug-in sefaira yang dapat digunakan sebagai pendukung penerapan prinsip-prinsip tersebut. Hal ini dikarenakan plug-in tersebut dapat memberikan sesuatu informasi yang berkaitan dengan kualitas bangunan yang akan di rencanakan serta solusi untuk memaksimalkan kualitas bangunan tersebut (Aipin & Nasution, 2024).

Sefaira merupakan plug-in yang dapat membantu dalam mendesain bangunan berbasis kinerja untuk pemodelan melalui software Sketchup dengan tujuan untuk menganalisis konsumsi energi dan memaksimalkan dampak bangunan pada lingkungan sekitar. Plug-in ini juga dapat membantu arsitek dalam membangun atau merancang sebuah bangunan berdasarkan penilain ASHRAE yang terdiri dari 1. Energi tahunan bangunan; 2. Produksi C02 pertahun; 3. Menghitung beban panas dan dingin pada bangunan (HVAC) berdasarkan standart penilaian ASHRAE untuk menganalisa selubung bangunan dengan bukaan dan material lapisan penutup bangunan. (Aipin & Nasution, 2024; Nabilah et al., 2021a)

Simulasi yang menggunakan plug-in sefaira merupakan metode simulasi yang memerlukan pemodelan yang serupa dengan kondisi eksisting dilapangan yang bertujuan untuk mencapai hasil yang lebih optimal. Hal ini memungkinkan sefaira menghitung HVAC berdasarkan penilaian ASHRAE dan menyelaraskan dengan standart Intensitas Konsumsi Energi. (Lisa & Qamar, 2022)

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan ialah simulasi dengan tujuan melakukan pemodelan yang sama dengan kondisi eksising dilapangan untuk mendapatkan hasil yang optimal apabila terbangunnya bangunan tersebut. Simulasi ini menggunakan Plug-in Sefaira yang merupakan platform analisis kinerja berbasis web yang digunakan untuk desain konseptual. Plug-in Sefaira ini bertujuan untuk merancang bangunan yang mengoptimalkam penggunaan efesiensi energi, Tingkat kenyamanan termal, intensitas cahaya suatu bangunan yang akan di rancang. Software sketchup

merupakan wadah atau tempat untuk melakukan tahap pemodelan bangunan atau baseline (Aipin & Nasution, 2024).

Proses pengembangan perangkat lunak sefaira ini dimulai dengan modelling dasar menggunakan aplikasi sketchup studio. Setelah baseline ditentukannya fungsi-fungsi dari bangunan tersebut seperti kegunaan jendela / bukaan, atap, dinding, serta shading yang harus di sesuaikan dengan kondisi eksisting lapangan. Kemudian hasil simulasi bangunan ini menunjukan sisi gelap dan terang dari Cahaya alamiah matahari dengan hasil luaran yang mengacu pada warna batang indicator lux.

Gambaran Umum Lokasi dan Objek Penelitian



Gambar 1. Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi Hotel ini sebagai modelling design yag disimulasikan berada pada kondisi lingkungan yang terletak di Jalan Putri Hijau, Kesawan, Kec. Medan Barat, Kota Medan, Sumatera Utara. Memiliki luas lahan ±7,577 m^2 dengan lahan yang relatif datar. Garis Sepadan Bangunan (GSB) 8meter dan KDB 40 %. Konsep desain yang diterapkan dalam bangunan ialah prinsip-prinsip desain Kenneth Yeang,

Tahapan awal pada penelitian ini ialah memasukkan data lokasi menggunakan fitur Geo-location pada Sketchup Pre-Design, selanjutnya dilakukan Analisa yang menghasilkan data-data atau informasi yang berkaitan dengan pergerakan lintasan arah matahari, curah hujan, dan kelembaban melalui Sketchup Pre-Design.

Hotel ini merupakan bangunan tinggi (Highrise Building) yang memiliki ketinggian bangunan 13 lantai dengan luas lahan 84 x 132 m^2, Bentangan bangunan yang terkesan lebih tipis pada area tower yang memiliki arah orientasi kombinasi yaitu; menghadap arah selatan serta bagian lebar pada area podium yang menghadap ke Arah Barat yang bertujuan agar bukaan bukaan lebih mendominasi menghadap ke Arah Utara-Selatan dan lebih minim ke Arah Timur-Barat. Dimana, faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi dalam suatu bangunan mencakup arah orientasi, ukuran dan bentuk bangunan. bangunan hotel ini memiliki atap *green roof* sebagai solusi dari pemanasan global serta memiliki 3 atrium pada bangunan nya yang berfungsi sebagai *cross ventilation* sehingga sistem sirkulasi udara dapat mengalir dengan baik dan agar menjaga udara tetap pada temperature suhu yang baik., pada bangunan ini juga memiliki bukaan – bukaan yang lebar yang bertujuan sebagai pencahayaan dan penghawaan alami yang optimal. Pada area balkon terdapat bentangan yang cukup lebar sepanjang 2meter yang bertujuan sebagai shading pada bangunan. Penerapan-penerapan ini merupakan wujud pendekatan physical Intergration yang di terapkan oleh Kenneth Yeang, yang Dimana, bangunan harus memperhatikan karakteristik fisik dari tempatnya serta memiliki respon terhadap iklim yang mampu menantisipasi faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap bangunan, seperti sinar matahari langsung, tekanan udara,

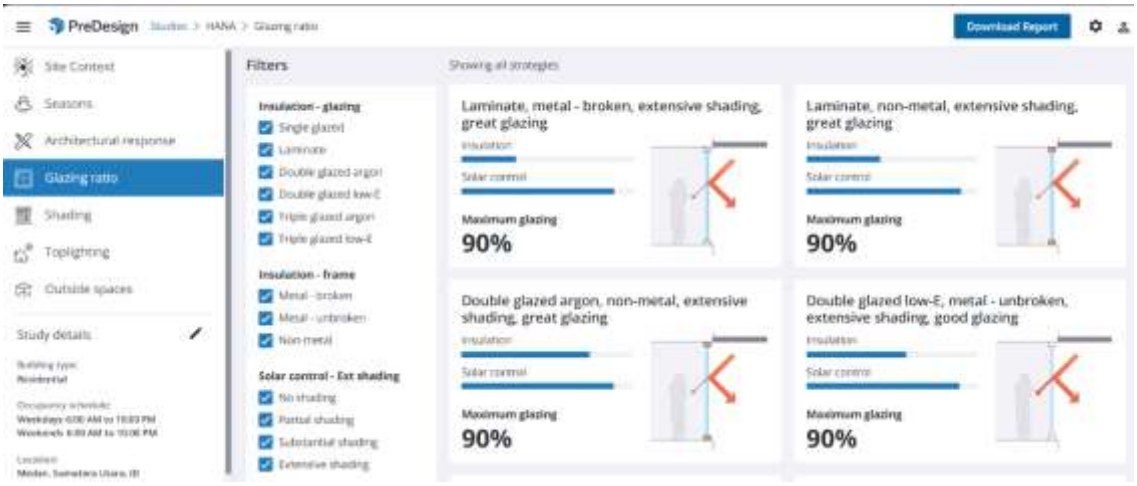
serta dampak hujan. Tujuan dari pendekatan physical Integration ini ialah sebuah desain yang *low energy dan passive* yang berfokus pada kenyamanan penghuni. (Jerobisonif, 2021)

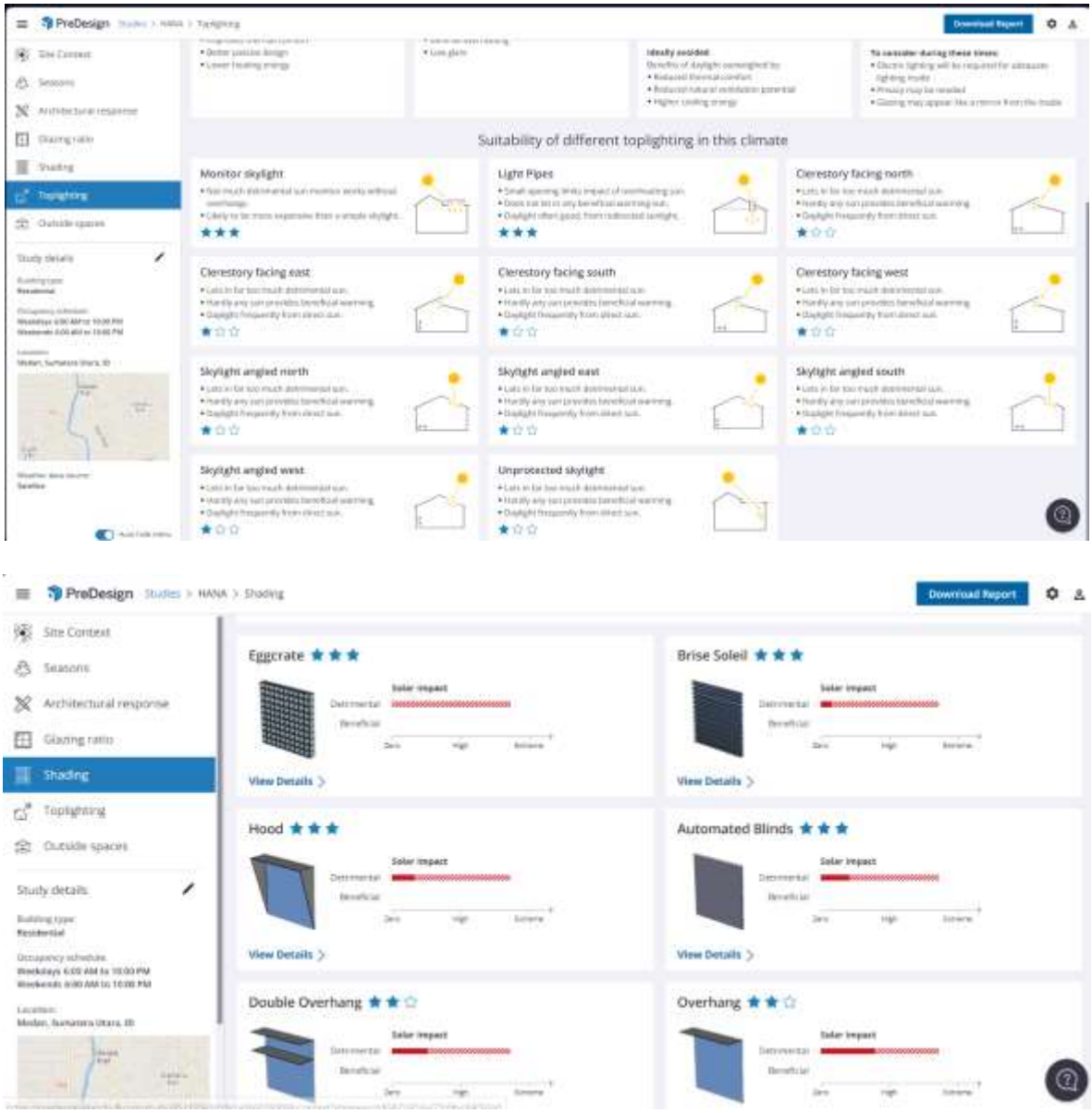
Penggunaan air pada bangunan ini juga diterapkan sebagai tujuan mengurangi dampak kelangkaan air, pembengkakan pada biaya air yang dikeluarkan dan pemborosan penggunaan air. Sistem yang diterapkan pada pengguanaan air ini ialah menggunakan sistem air yang telah dipakai akan di daur ulang kembali agar bisa berguna pada tempatnya. Seperti digunakan kembali untuk air *flush* toilet dan untuk menyiraman tanaman, dll. Penerapan ini juga merupakan wujud pendekatan *systemic integration* yang mengartikan sebagai integrasi dengan proses pada tempat alami dengan lingkungan binaan manusia seperti penggunaaan air. (Jerobisonif, 2021).

Setelah melakukan pengolahan tata ruang serta olah bentuk yang sudah dilakukan maka yang akan dilakukan ialah menganalisa melalui Sketchup Pre Design dengan mengatur letak lokasi banguann yang akan di rancang dengan hasil luaran berupa rekomendasi mengenai bukaan jendela dan material nya, pencahayaan sky light hingga jenis partisi yang akan di gunakan untuk mengurangi Tingkat intensitas Cahaya mahatahri yang akan masuk kedalam bangunan (Abdurrahman Rabbani & Cahyani, 2019; Aipin & Nasution, 2024; Hanissaa & Paramita, 2021; Hans Santoso et al., 2022; Nabilah et al., 2021b).



Gambar 2. Site Context Sketchup Pre-Design





Gambar 3. Rekomendasi Penerapan Terhadap Bangunan Berdasarkan Analisa Sketchup Pre-Design

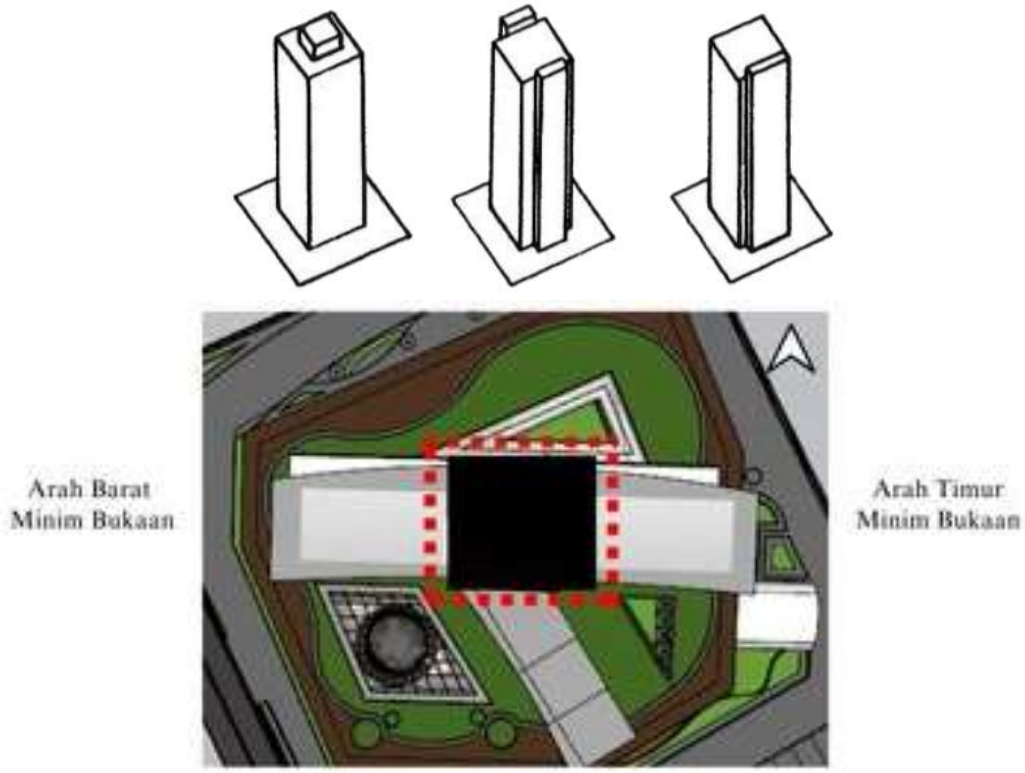
Analisa predesign ini ialah proses atau tahap awal dalam merancang suatu bangunan yang berfungsi sebagai alat mengumpulkan sebuah informasi dan sebagai alat untuk mempertimbangkan sebuah factor-faktor penting sebelum sebauh desain dimulai secara detail dan rinci. Dari hasil Analisa predesign memuat bebrapa informasi mengenai penerapan-penerapan apa saja yang nantiny akan digunakan. Seperti, penggunaan Monitor Skylight, Penerapan bukaan yang lebar, serta shading overhang. Setelah semua rekomendasi yang diberikan oleh Analisa Pre-Design di terapkan maka modelling dasar bangunan ini akan di input ke web sefaira ditentukannya lah fungsi masing-masing berupa dinding, kaca, atap dan shading yang harus di sesuaikan dengan kondisi eksisting yang seharusnya.

Bangunan ini menerapkan beberapa tolak ukur design yang diterapkan oleh Kenneth Yeang

secara estetika dan prinsip-prinsip secara teknis dalam perancangannya ini yaitu (Jerobisonif, 2021).

Penempatan Core

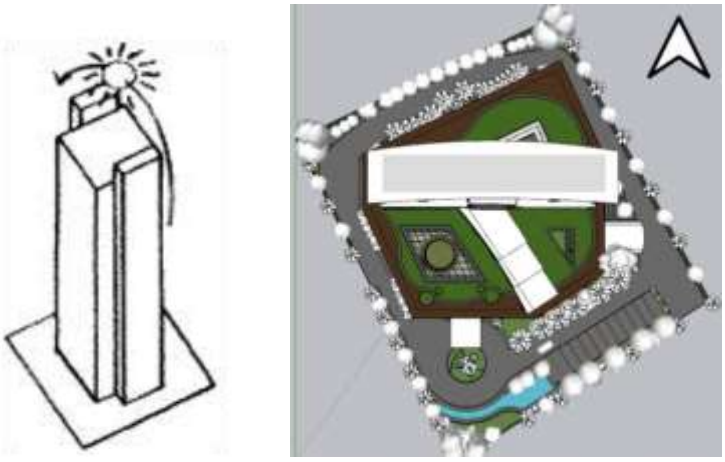
Posisi servis core untuk bangunan tinggi merupakan hal yang terpenting dalam mendesain. Core ialah sebuah struktur dalam bangunan yang dimana dapat mempengaruhi kenyamanan termal dalam bangunan *highrise*. Dimana, core pada daerah tropis rata rata diletakkan mengarah Timur-Barat, jika posisi peletakan core mengharuskan di Timur-Barat makan yang dilakukan ialah meminimalisirkan bukaan-bukaan lebar. Pada desain hotel ini core diletakkan menggunakan prinsip Kenneth Yeang yaitu menggunakan core yang diletakkan pada Tengah-tengah bangunan.



Gambar 4. Peletakan Posisi Penempatan Core

Penentuan Orientasi Bangunan

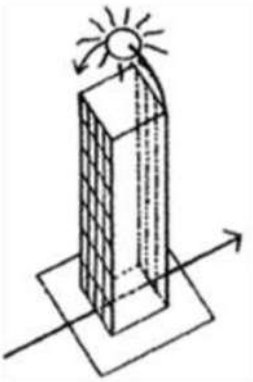
Penentuan orientasi pada bangunan tinggi bertujuan untuk memberikan pencahayaan sinar matahari langsung, penempatan orientasi bangunan tinggi dapat mengurangi tingkat penggunaan energi, pada umumnya bukaan yang menghadap utara-selatan dapat mengurangi beban panas. Namun pada daerah-daerah tropis seperti Indonesia, peletakan core banyak menggunakan orientasi yang menghadap timur-barat, dikarenakan core dapat juga berfungsi sebagai zona buffer sehingga dapat menghemat penggunaan ac dalam sebuah bangunan.



Gambar 5. Penentuan Orientasi Bangunan

Penempatan Bukaan Jendela

Bukaan jendela sebaiknya menghadap utara-selatan, hal tersebut bertujuan untuk mendapatkan view yang bagus tanpa sinar matahari yang dominan panas. Jika alasan bukaan mengharuskan hadap Timur-Barat untuk mendapatkan *aesthetic* dalam sebuah bangunan, maka penggunaan *curtain wall* pada fasad bangunan dapat diletakkan pada sisi bangunan yang menghadap langsung lintasan matahari. Teknik-teknik tersebut pencahayaan yang masuk akan lebih maksimal dan udara pada malam hari akan lebih terasa sejuk. Penerpan bukaan jendela pada hotel ini lebih banyak menghadap kearah Utara-Selatan yang dapat berfungsi sebagai pencahayaan dan penghawaan alami.





Gambar 6. Penempatan Bukaan Jendela

Penggunaan Balkon

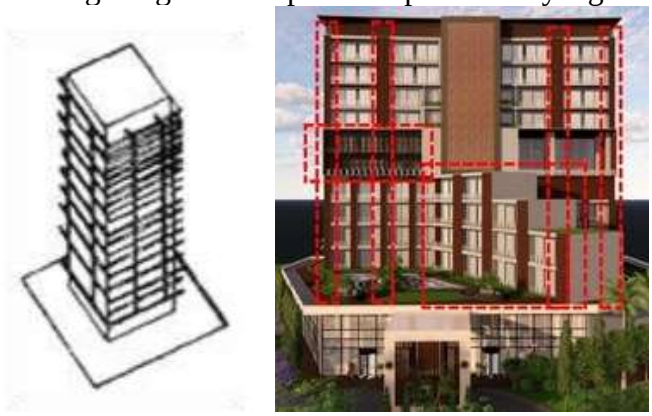
Penggunaan balkon pada sebuah bangunan dapat berfungsi untuk membuat area tersebut menjadi lebih rapi, bersih dan tertata, Kenneth Yeang menggunakan balkon pada penerapan desainnya sebagai pembayang sinar matahari yang alami. Penerapan penggunaan balkon pada hotel ini juga mengikut pada desain penggunaan jendela, Dimana, peletakan jendela terdapat pula area balkon sebagai pendukung desain tersebut.



Gambar 7. Penerapan Penggunaan Balkon

Penggunaan Alat Pembayang Pasif

Pembayang sinar matahari adalah pembiasan sinar matahari langsung dengan menggunakan dinding yang menghadapnya sebagai alat pembayang yang berfungsi sebagai pembiasan sinar matahari langsung agar selubung bangunan tetap berada pada suhu yang baik.



Gambar 8. Penggunaan Alat Pembayang Pasif

Penentuan Ruang Transisional

Penentuan ruang transisional terletak di sekeliling bangunan sebagai ruang udara di atrium bangunan, atau terletak diantara luar dan dalam bangunan. Atrium juga merupakan sebuah area yang terbuka didalam suatu bangunan yang biasanya dilengkapi dengan system pencahayaan atas, fungsi dari penerapan atrium ini ialah sebagai ruang transisional yang juga banyak memiliki fungsi seperti tempatnya pertukaran udara, sirkulasi pengunjung.



Gambar 9. Penentuan Ruang Transisional

Desain Pada Bangunan

Desain pada bangunan merupakan lapisan pada kulit terluar bangunan yang bertujuan menahan suhu udara, seperti suhu panas dan suhu dingin. Pada bangunan yang berada di daerah tropis, alternatif yang sebaiknya menggunakan *cross ventilation* yang berfungsi untuk kenyamanan dalam bangunan. Cross ventilation yang diterapkan pada bangunan hotel ini ialah atrium yang berada pada ketiga sisi bangunan. Dengan demikian adanya atrium tersebut diharapkan hotel ini mampu mengaja kebersihan udara yang ada didalam ruang tetap terjaga.



Gambar 10. Desain Pada Bangunan

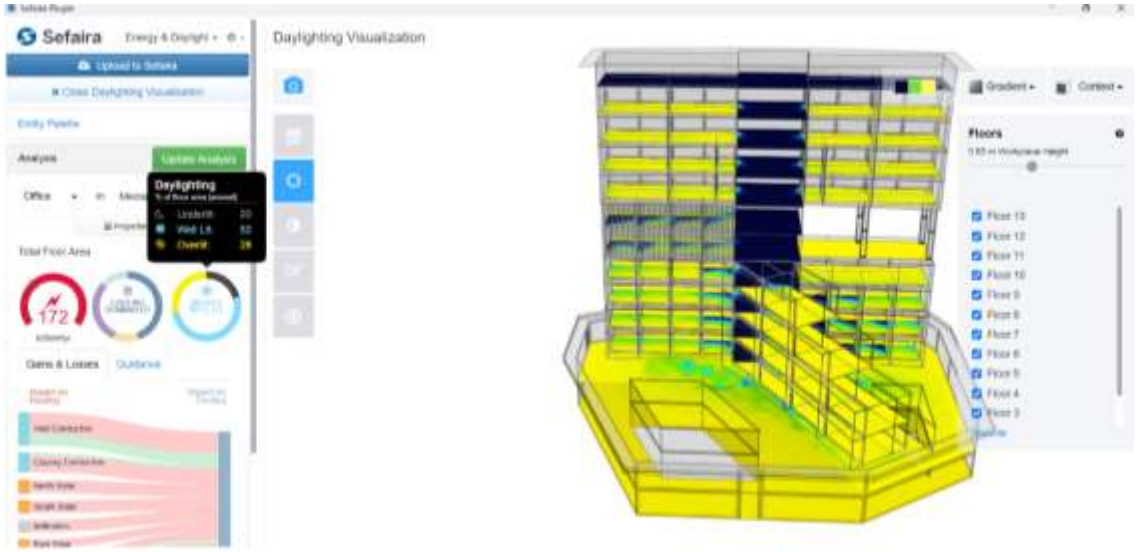
Hubungan Terhadap Landscape

Bangunan pada derah tropis, sebaiknya bukaan nya keuar agar memiliki aliran udara yang alami dan bagus, sedangkan menurut Ken Yeang, bangunan yang memiliki atrium ruang yang terletak di lantai dasar juga dapat mengurangi kepadatan jalan dan juga sebagai rumah bagi tumbuhan dan lanskap. Hal itu berguna selain untuk kepentingan estetis juga sangat penting untuk segi ekologi yang dapat membuat bangunan menjadi lebih sejur dan alami, adanya tumbuh-tumbuhan dapat berguna untuk penyerapan CO2 dan untuk melepaskan O2



Gambar 11. Hubungan Terhadap Laandscape

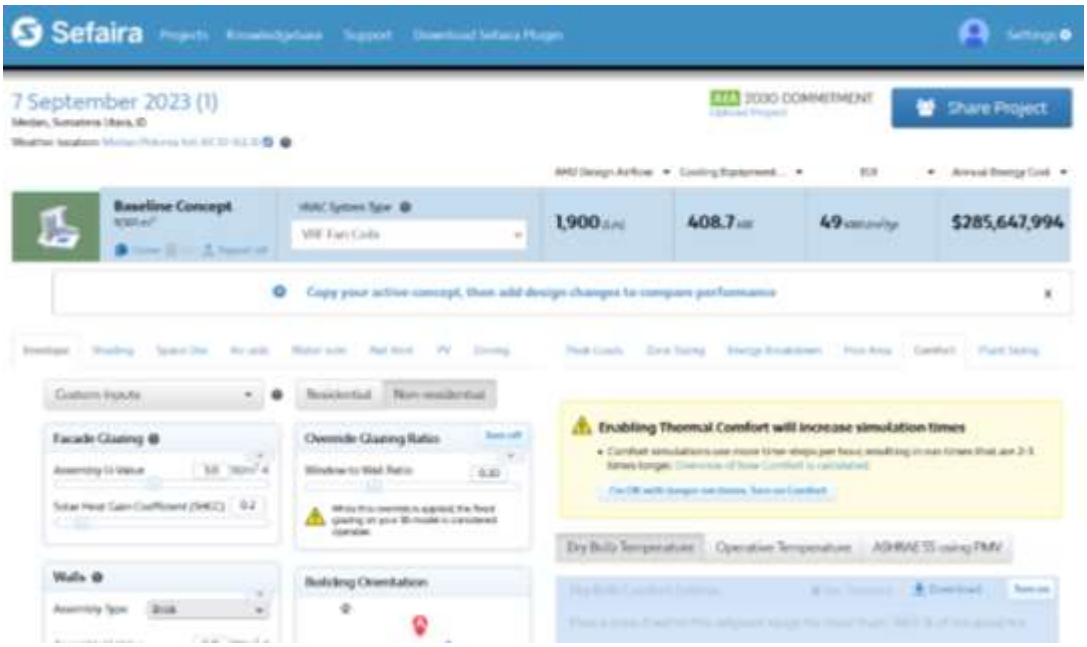
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 12. Hasil Simulasi Modeling dengan Penerapan Prinsip-Prinsip Design Kenneth Yeang

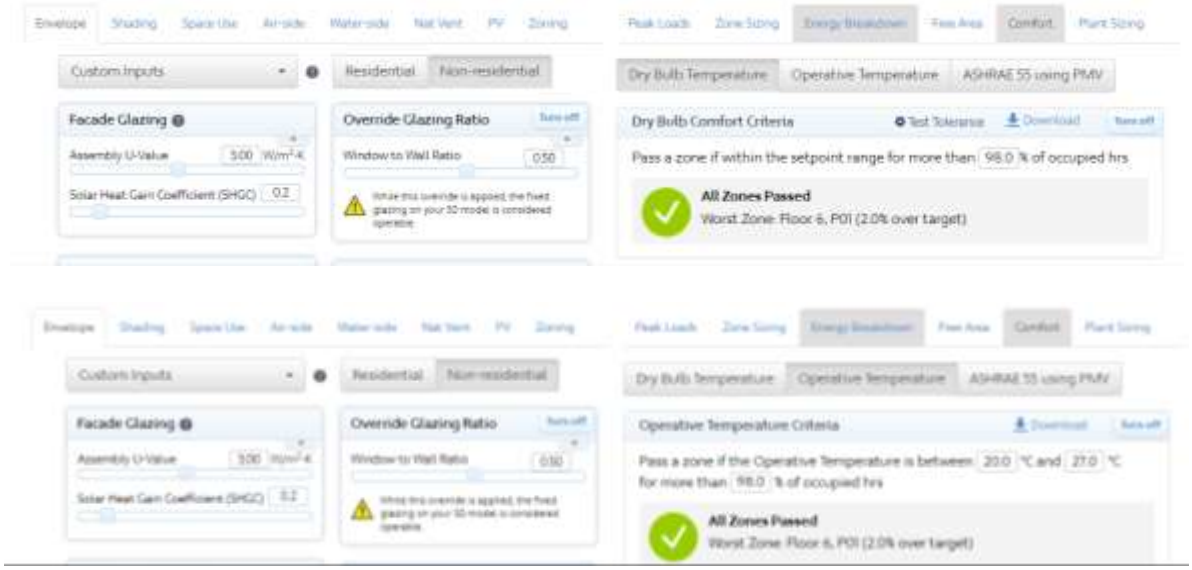
Hasil pada simulasi yang telah di terapkannya penerapan desain-desain Kenneth Yeang yaitu, Penempatan Core, penentuan orientasi, penempatan bukaan jendela, penggunaan balkon, penentuan ruang transisional, desain pada dinding, hubungan terhadap landscape dan penggunaan alat pembayang pasif, maka hasil yang didapatkan cukup memuaskan yang dapat dilihat dari indikator Cahaya yang menunjukkan *Cooling Dominated*. Dimana, torehan Cahaya *Well Lit* sebesar 52 point, Cahaya *underlit* di angka 20 point, serta *overlit* diangka 28 point. Penerapan-penerapan desain Kenneth Yeang merupakan penerapan yang maksimal untuk menunjukkan bahwa bangunan tersebut merupakan bangunan yang baik dari segi pencahayaan serta penhawaan.

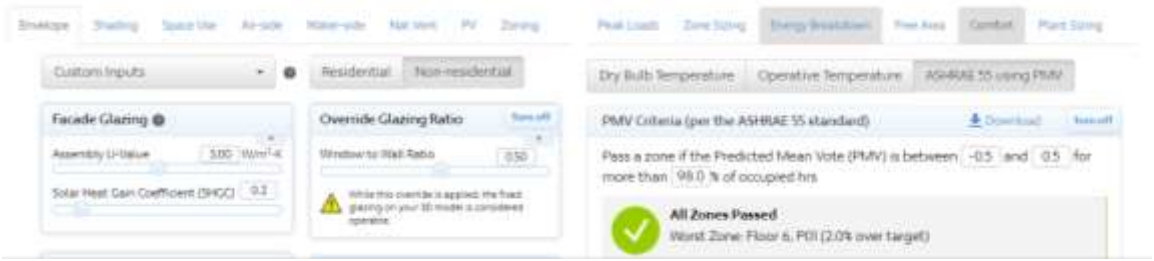
Selanjutnya untuk menginput modelling tersebut kedalam web sefaira untuk melihat seberapa maksimal penggunaan energi yang digunakan pada bangunan hotel tersebut.



Gambar 13. Hasil Analisa Sefaira Web

Pada tahap ini setelah menginput hasil modelling bangunan tersebut selanjutnya menginput data-data yang akan digunakan pada bangunan hotel ini, di antaranya; Jenis material, penggunaan Ac, Area bebas / Space Use, penggunaan shading, air Side, water Side, natural Ventilation, pv, zoning dan jenis bukaan yang akan di terapkan. Setelah menginput data-data tersebut maka hasil simulasi yang di hasilkan yaitu Annual Energy Cost atau Biaya energi tahunan yang di keluarkan sebesar 285,647,994 USD, Energy Use Intensity atau intensitas penggunaan energi sebesar 49 KWh/m^2/yr, Cooling Equipment 408.7 kw, dan AHU design airflow sebesar 1.900 (L/S). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan desain Kenneth Yeang mendapatkan predikat kenyaman pada seluruh zona lantai bangunan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 14. Zona Ruang Hasil Simulasi Temperature Sefaira Web

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini. Penerapan desain Kenneth Yeang yaitu penempatan core, penentuan orientasi, penempatan bukaan jendela, penggunaan balkon, penentuan ruang transisional, desain pada dinding, hubungan terhadap landscape dan penggunaan alat pembayang pasif dapat mengimplementasikan pendekatan desain yang lebih baik dengan memperhatikan alam lingkungan sekitar bangunan dan memperhatikan iklim. Penelitian ini juga dapat terbantu dengan adanya penggunaan Plug-in dari Sketchup yaitu Sefaira sebagai alat untuk mempermudah penelitian dengan pemaparan hasil-hasil simulasi yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk kenyaman, dan kesehatan dari pengguna bangunan hotel ini.

DAFTAR REFERENSI

Aipin, A. H., & Nasution, A. M. (2024). Optimalisasi Termal pada Perancangan Bangunan Creative Hub di Kota Medan dengan Plug-in Sefaira. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* |, *5*(2), 137–149.

ANSI. (2017). *Thermal EnvironmentalConditions forHuman Occupancy*.

Badan Pusat Statistik. (2024). *Perkembangan Pariwisata Sumatera Utara Mei 2024*.

Hanifah Parinduri, S., HE Hutagalung, S. A., & Astining, A. (2023). *Kota Medan Dalam Angka 2023* (BPS Kota Medan, Ed.). BPS Kota Medan.

Hanissaa, A. N., & Paramita, B. (2021). Sefaira Simulation in Residential Houses to Determine the Energy Use of Wall Materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *738*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012017

Hans Santoso, A., Benediktus Ola, F., & Sekarlangit, N. (2022). Comparison of Conventional Materials with Advance Materials to Operational Costs and Energy Efficiency Based on Sefaira. *International Webinar on Digital Architecture 2021 (IWEDA 2021)*, *671*, 230–235.

Jerobisonif, Aplimon. S. Simon. A. D. A. (2021). Perkembangan Konsep Desain Ken YeangTahun 1980-2010. *Jurnal Gewang*, *3*, 45–60.

Kencana, Bayuaji. A. Imas. P. Richard. S. Totok. (2015). *Panduan Praktis Penghematan Energi di Hotel*. Indonesia Clean Energy Development (ICED). www.iced.or.id

Lisa, N. P., & Qamar, S. (2022). Simulasi Konsumsi Energi Bangunan Berbentuk Dome Sebagai Upaya Optimalisasi Desain. *Serambi Engineering*, *VII* (2). https://sefaira.com/

Nabilah, A., Devita, H. P., Halen, Y. Van, & Jurizat, A. (2021a). Energy Efficiency in Church Building Based on Sefaira Energy Use Intensity Standard. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *738*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012013

Nabilah, A., Devita, H. P., Halen, Y. Van, & Jurizat, A. (2021b). Energy Efficiency in Church Building Based on Sefaira Energy Use Intensity Standard. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *738*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012013

Nasution, A., Moerni, S. Y., & Rambe, Y. S. (2024). Efisiensi Energi Berkelanjutan: Strategi Desain dan Perhitungan Optimalisasi Efisiensi Energi pada Selubung Bangunan. *MARKA*, *7*(2), 167–182. https://doi.org/10.33510/marka

Noviana, M., Pengajar, S., Desain, J., Arsitektur, P., Samarinda, P. N., & Hidayati, Z. (2015). EVALUASI KENYAMANAN TERMAL RUANG PERKULIAHAN GEDUNG ARSITEKTUR POLITEKNIK NEGERI SAMARINDA. *Jurnal Kreatif : Desain Produk Industri Dan Arsitektur*, *3*(1).

Abdurrahman Rabbani, B., & Cahyani, D. (2019). Energy Optimization on Preliminary Design of The Botani Museum using Sefaira®. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, *5*, 2614–2618. https://www.archdaily.com/775426/nanjing-hongfeng-technology-park-building-a1-one-design

Rambe, Y. S., Nasution, A. M., Muhathir, Wahyu, M. R. T., & Selfira, S. (2024). Optimization of Lighting and Visual Comfort for Energy Efficiency in Classroom. *Civil Engineering and Architecture*, *12*(3), 1854–1868. https://doi.org/10.13189/cea.2024.120343

SNI. (n.d.). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung - SNI 03-6572-2001*.

Wong, N. H., & Khoo, S. S. (2003). Thermal comfort in classrooms in the tropics. *Energy and Buildings*, *35*(4), 337–351. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00109-3

Yeang, K. (1987). *Tropical urban regionalism - building in a South-East Asian city*. Concept Media.

Yeang, K. (1995). *Designing With Nature - The Ecological Basis for Architectural Design*. McGraw-Hill.

Yeang, K., & Threipland, E. (2021). *At One with Nature Advances in Ecological Architecture in the Work of Ken Yeang*. Wiley.

Yeang, Ken, Woo, & Lillian C. (2010). *Dictionary of Ecodesign* (First). Routledge.