

# IDENTIFIKASI THERMAL BERDASARKAN SELUBUNG, BENTUK & ORIENTASI BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE SIMULASI SEFAIRA. (Studi Kasus Gedung B, Arsitektur Universitas Lampung)

Nugroho Ifadianto <sup>1</sup>, Panji Kurniawan <sup>1</sup>, Agung C. Nugroho <sup>1</sup>, Amril Ma'ruf Siregar <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arsitektur/Universitas Lampung; Jl.Soemantri Brojonegoro No.1 Gedongmeneng 35145 Bandar Lampung Lampung; (0721) 701609

<sup>2</sup>Teknik Sipil/Universitas Lampung; Jl.Soemantri Brojonegoro No.1 Gedongmeneng 35145 Bandar Lampung Lampung; (0721) 701609

Received: 11 September 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

## Keywords:

Selubung bangunan, bentuk bangunan, orientasi bangunan, kinerja termal, simulasi *Sefaira*, efisiensi energi, desain berkelanjutan, iklim tropis.

## Correspondent Email:

[panji.kurniawan@eng.unila.ac.id](mailto:panji.kurniawan@eng.unila.ac.id)

**Abstrak.** Selubung bangunan, yang merupakan lapisan pembatas antara interior dan eksterior, memainkan peran penting dalam mengatur pertukaran panas. Bentuk bangunan juga berdampak pada distribusi panas dan aliran udara di dalam dan sekitar struktur. Orientasi bangunan, khususnya terhadap matahari, menentukan seberapa banyak radiasi matahari yang diterima, yang berpengaruh langsung pada beban termal bangunan.

Dengan menggunakan *Sefaira*, sebuah perangkat lunak simulasi kinerja bangunan, peneliti dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan aspek-aspek termal tersebut. Simulasi ini memungkinkan peneliti untuk bereksperimen dengan berbagai skenario selubung, bentuk, dan orientasi untuk mencapai kondisi termal yang ideal, yang tidak hanya nyaman bagi penghuni tetapi juga efisien dari segi energi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam desain arsitektur yang berkelanjutan, khususnya di daerah tropis seperti Lampung. Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip termal yang tepat, bangunan dapat dirancang untuk meminimalkan penggunaan energi untuk pendinginan atau pemanasan, mendukung upaya pengurangan dampak perubahan iklim.

*The building envelope, which serves as the boundary layer between the interior and exterior, plays a crucial role in regulating heat exchange. The shape of the building also impacts heat distribution and airflow within and around the structure. The orientation of the building, particularly in relation to the sun, determines how much solar radiation it receives, directly affecting the building's thermal load.*

*Using Sefaira, a building performance simulation software, researchers can visualize and optimize these thermal aspects. This simulation allows them to experiment with various scenarios related to the building envelope, shape, and orientation to achieve ideal thermal conditions, which are not only comfortable for occupants but also energy-efficient.*

*The findings of this research are expected to provide new insights into sustainable architectural design, especially in tropical regions like Lampung. By understanding and applying the correct thermal principles, buildings can be designed to minimize energy usage for cooling or heating, supporting efforts to reduce the impacts of climate change.*

## 1. PENDAHULUAN

Selubung bangunan, bentuk, dan orientasinya terhadap matahari serta angin memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi energi [1]. Pemilihan material, konfigurasi, dan ketebalan selubung berperan dalam mengatur aliran panas, sementara bentuk bangunan yang tepat dapat mengurangi beban angin dan kehilangan panas. Orientasi yang cerdas memaksimalkan cahaya alami dan ventilasi, sehingga menekan penggunaan energi untuk pencahayaan dan pendinginan buatan. Simulasi *Sefaira* membantu menganalisis berbagai skenario desain untuk menemukan solusi yang paling efisien dan mendukung arsitek dalam membuat keputusan berbasis data untuk optimasi performa termal bangunan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Kinerja termal bangunan berkaitan dengan bagaimana sebuah bangunan menjaga suhu dalam ruangan tetap nyaman sambil meminimalkan penggunaan energi untuk pemanasan dan pendinginan [2]. Hal ini melibatkan pemanfaatan isolasi termal yang efektif untuk mengurangi perpindahan panas antara dalam dan luar bangunan. Dengan isolasi yang baik, suhu ruangan bisa tetap stabil tanpa perlu banyak energi. Material dengan massa termal tinggi, seperti beton, menyerap panas di siang hari dan melepaskannya di malam hari, membantu menjaga keseimbangan suhu. Ventilasi yang baik juga sangat penting, memastikan udara segar mengalir dengan lancar dan membantu menjaga suhu tetap nyaman. Desain dan orientasi jendela berperan dalam memaksimalkan cahaya alami dan mengatur distribusi panas. Semua elemen ini bekerja bersama untuk menciptakan bangunan yang lebih efisien dan nyaman tanpa perlu bergantung pada sistem pemanas atau pendingin berlebihan [13].

Selubung bangunan memisahkan interior dari lingkungan luar, mengontrol aliran energi, kelembapan, cahaya, dan udara. Ini meliputi dinding, atap, jendela, dan pintu, dan dirancang untuk melindungi dari cuaca ekstrem serta meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan [10][11]. Chapman dalam *Building Physics: Heat, Air and Moisture* (2000) menjelaskan bahwa isolasi termal yang efektif menjaga suhu interior stabil dengan mengurangi kebutuhan energi untuk pemanasan dan pendinginan [3].

Dunlop dalam *Thermal Performance of Buildings* (1996) menguraikan pentingnya pengendalian kelembapan dengan penghalang uap dan ventilasi yang baik untuk mencegah kondensasi dan kerusakan [4]. Turner dalam *Fundamentals of Building Performance Evaluation* (2009) menekankan desain jendela dan pintu yang efisien untuk kontrol cahaya dan ventilasi, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi. Teori perpindahan panas—konduksi, konveksi, dan radiasi—dijelaskan oleh Chapman dan Dunlop, serta metode evaluasi oleh Turner, untuk meminimalkan kehilangan panas dan meningkatkan performa termal [4].

Bentuk bangunan berperan penting dalam kondisi termal dan efisiensi energinya [9]. Orientasi bangunan mempengaruhi seberapa banyak sinar matahari yang diterima, dengan orientasi yang baik memaksimalkan keuntungan pemanasan matahari di musim dingin dan mengurangi kebutuhan pemanasan, serta melindungi dari panas berlebih di musim panas [12]. Chapman dalam *Building Physics: Heat, Air and Moisture* (2000) menekankan pentingnya desain jendela dan orientasi untuk mengoptimalkan penetrasi cahaya matahari dan mengurangi konsumsi energi. Massa termal bangunan, seperti yang dijelaskan oleh Dunlop dalam *Thermal Performance of Buildings* (1996), juga mempengaruhi kestabilan suhu, di mana material dengan massa termal tinggi seperti beton menyimpan dan melepaskan panas secara perlahan, menjaga suhu interior yang stabil. Bentuk dan desain interior memengaruhi sirkulasi udara dan distribusi suhu, dengan bentuk sederhana lebih efisien daripada bentuk kompleks. Turner dalam *Fundamentals of Building Performance Evaluation* (2009) membahas bagaimana desain interior dan bentuk bangunan mempengaruhi konveksi udara dan distribusi suhu. Selain itu, faktor lingkungan seperti bangunan sekitar, vegetasi, dan arah angin juga penting, dengan integrasi desain yang memperhitungkan faktor-faktor ini dapat meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi energi, seperti ditunjukkan dalam penelitian oleh B. H. Lee et al. dalam *Energy and Buildings* (2022).

Orientasi bangunan sangat penting untuk mengatur kondisi termal, efisiensi energi, dan kenyamanan penghuni. Posisi fasad yang menghadap ke matahari dapat memaksimalkan

pemanasan di musim dingin, seperti dijelaskan oleh Chapman dalam *Building Physics: Heat, Air and Moisture* (2000). Namun, pada musim panas, orientasi ini bisa menyebabkan pemanasan berlebih jika tidak diimbangi dengan elemen shading seperti kanopi atau tirai [7]. Pengendalian panas matahari penting untuk mengurangi kebutuhan pendinginan; desain jendela dan shading yang efektif, sebagaimana dijelaskan oleh Dunlop dalam *Thermal Performance of Buildings* (1996), dapat mengurangi dampak sinar matahari yang berlebih. Orientasi juga mempengaruhi ventilasi; penempatan ventilasi sesuai arah angin dominan dapat meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi kebutuhan pendinginan mekanis. Desain yang mempertimbangkan pemanasan matahari di musim dingin dan perlindungan dari panas di musim panas, seperti yang dijelaskan oleh Turner dalam *Fundamentals of Building Performance Evaluation* (2009), serta integrasi desain dengan orientasi yang tepat, seperti ditunjukkan oleh Lee et al. dalam *Energy and Buildings* (2022), dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan termal [5][6].

### 3. METODE PENELITIAN

*Sefaira* adalah perangkat lunak berbasis *cloud* yang dirancang untuk membantu dalam analisis kinerja bangunan, khususnya dalam hal efisiensi energi dan kenyamanan termal. Dengan menggunakan *Sefaira*, desainer dan insinyur dapat melakukan simulasi yang mendalam mengenai bagaimana desain bangunan mempengaruhi konsumsi energi, pencahayaan, dan pengendalian suhu [7]. Program ini memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi berbagai skenario desain dan strategi perencanaan dengan cara yang berbasis data, sehingga dapat mengidentifikasi solusi optimal untuk meningkatkan performa termal dan energi bangunan.

Dalam konteks analisis kondisi termal, *Sefaira* menawarkan alat yang memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi termal yang mendetail. Ini meliputi analisis bagaimana orientasi bangunan, jenis material, dan sistem HVAC mempengaruhi suhu interior dan efisiensi energi. Dengan model parametrik yang ditawarkan, pengguna dapat mengevaluasi dampak dari berbagai parameter desain dan

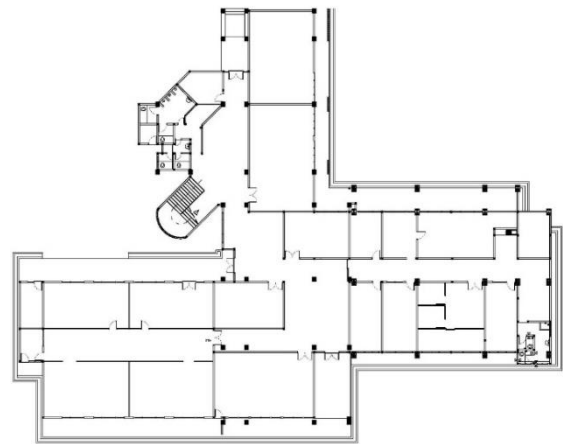
membuat keputusan yang lebih informasi untuk mencapai hasil termal yang diinginkan.

#### 3.1. Tahapan

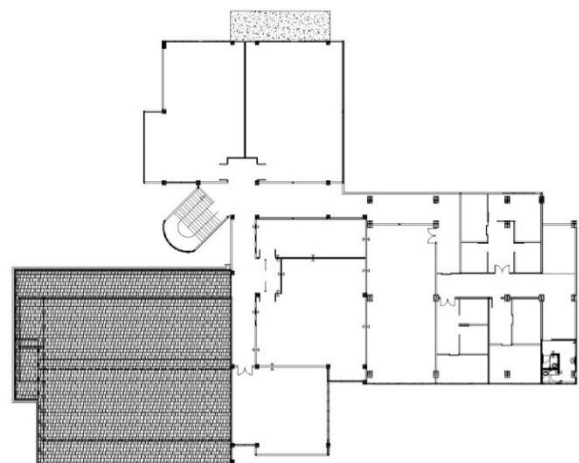
Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini diantaranya :

##### 3.1.1. Tracing Ukuran Ruang

Data ini di dapatkan dengan pengukuran menggunakan *laser distance*. Pengukuran dilakukan untuk membuat bangunan dalam bentuk tiga dimensi. Data 3d bangunan ini akan menjadi data primer yang akan digunakan dalam simulasi menggunakan software *Sefaira*.



Gambar 1. Denah Gd. B, Lantai 1, F. Teknik, Unila



Gambar 2. Denah Gd. B, Lantai 2, F. Teknik, Unila


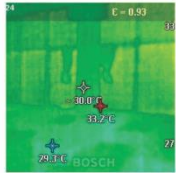

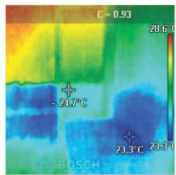

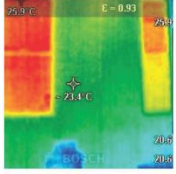

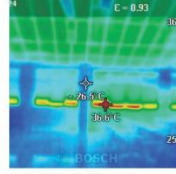

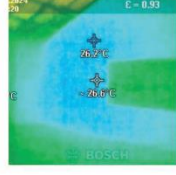

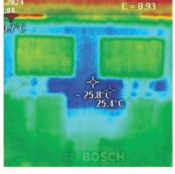
##### 3.1.2. Data Ukur Citra Thermal Ruang

Pada langkah ini dilakukan pengukuran suhu ruang dengan menggunakan alat berupa Kamera Termal. Kamera termal GTC 400 C Professional adalah perangkat canggih yang

dirancang untuk mendeteksi dan memvisualisasikan perbedaan suhu pada permukaan objek. Alat ini bekerja dengan menangkap radiasi inframerah yang dipancarkan oleh suatu objek dan mengonversinya menjadi data suhu. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan dalam bentuk gambar termal berwarna pada layar kamera, di mana suhu tinggi dan rendah ditandai dengan warna berbeda.


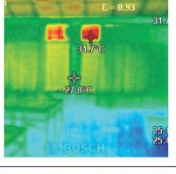

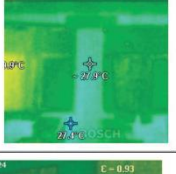

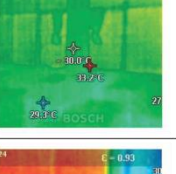

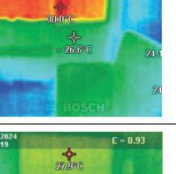

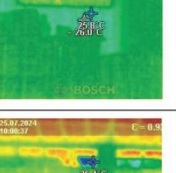

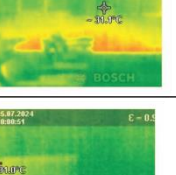

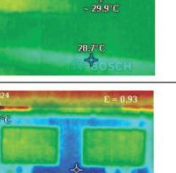

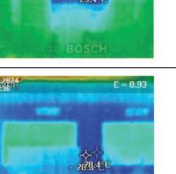


Data ukur dari gedung B Fakultas Teknik Unila menampilkan beberapa gambar yang di tunjukkan melalui tabel berikut ini.

Tabel 1. Data Ukur, pada tanggal 24 Juli 2024

Nama Ruang & Waktu	Citra Thermal Ruang (24 Juli 2024)	
Ruang B.1.1 24 Juli 2024 09.05 WIB		
Ruang Rapat 24 Juli 2024 09.12 WIB		
Ruang Dosen 24 Juli 2024 09.23 WIB		
Ruang SG.2.1. 24 Juli 2024 09.40 WIB		
Ruang SG.2.1. 24 Juli 2024 09.40 WIB		
Ruang TA 24 Juli 2024 10.07 WIB		

Sumber : Survei Lapangan

Tabel 2. Data Ukur, pada tanggal 25 Juli 2024

Nama Ruang & Waktu	Citra Thermal Ruang (25 Juli 2024)	
SG.1.1. 25 Juli 2024 09.15 WIB		
Ruang B.1.1 24 Juli 2024 09.17 WIB		
Ruang B.1.4 25 Juli 2024 09.20 WIB		
Ruang Rapat 25 Juli 2024 09.18 WIB		
Ruang Dosen 25 Juli 2024 09.27 WIB		
Ruang SG.2.1. 25 Juli 2024 09.36 WIB		
Ruang SG.2.1. 25 Juli 2024 09.30 WIB		
Ruang TA 25 Juli 2024 09.38 WIB		
Ruang TA 25 Juli 2024 09.38 WIB		

Sumber : Survei Lapangan

Pengukuran dilakukan pada ruang-ruang yang dianggap merepresentasikan Gedung B, Fakultas Teknik yang selama ini dikenal sebagai Gedung Arsitektur. Berfungsi sebagai gedung perkuliahan dengan dimensi Studio Gambar yang besar dan kelas-kelas yang cukup menampung hingga 40 mahasiswa.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Diskusi menyusun 60-70% dari naskah. Bagian ini adalah bagian utama dari artikel penelitian. Dari data ukur yang telah diukur di lapangan, kemudian data di tracing menggunakan *Software Autocad* dan dilanjutkan dengan proses pembuatan model tiga dimensi bangunan.



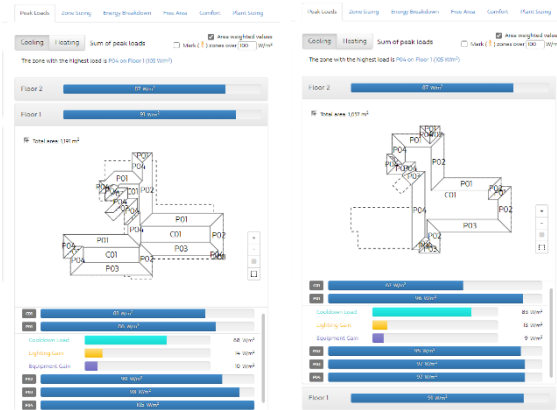
Gambar 3. 3D Gedung B, Lantai 1, F. Teknik, Unila

Terdapat beberapa komponen yang akan menjadi parameter pengukuran. Beberapa parameter tersebut diantaranya :

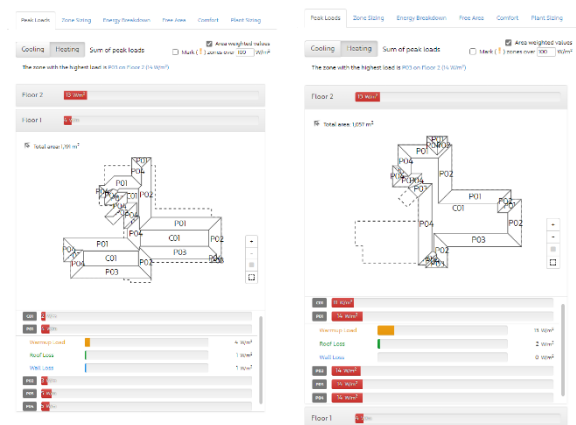
##### 4.1. Peak Loads

Dalam konteks analisis energi dan performa bangunan menggunakan Sefaira, **peak loads** atau beban puncak merujuk pada beban maksimum yang harus ditanggung oleh sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC) pada suatu waktu tertentu. Beban ini biasanya terjadi pada kondisi cuaca ekstrem, seperti hari yang sangat panas atau sangat dingin, ketika kebutuhan untuk memanaskan atau mendinginkan bangunan mencapai puncaknya. Terdapat dua jenis **peak loads**, pertama **Peak Cooling Load** yang di pengaruhi oleh faktor radiasi matahari yang masuk melalui jendela, panas dari penghuni dan peralatan,

serta infiltrasi udara panas dari luar, dan **Peak Heating Load** yang di pengaruhi oleh faktor kehilangan panas melalui dinding, jendela, dan atap, serta infiltrasi udara dingin dari luar.



Gambar 4. Peak Cooling Load pada Lantai 1 & Lantai 2



Gambar 5. Peak Heating Load pada Lantai 1 & Lantai 2

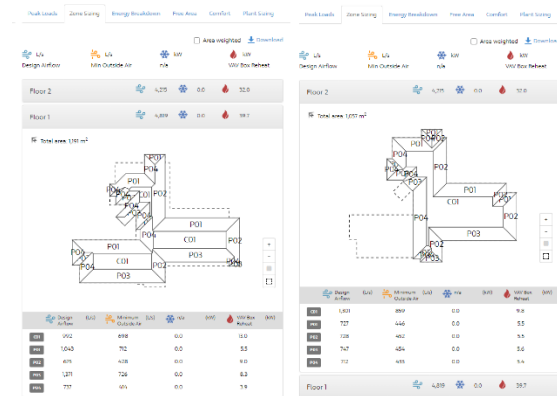
##### 4.2. Zone Sizing

**Zone Sizing** merupakan proses kritis yang bertujuan untuk menentukan ukuran dan kapasitas optimal dari sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) untuk setiap zona termal dalam sebuah bangunan. Proses ini memastikan bahwa setiap zona termal dilengkapi dengan sistem yang mampu memenuhi kebutuhan spesifiknya, baik dalam hal pemanasan maupun pendinginan, secara efisien dan ekonomis.

Terdapat 2 komponen penting di dalam **Zone Sizing**, yaitu **Design Airflow** (Aliran Udara Desain) yang merujuk pada jumlah aliran udara yang dirancang untuk disuplai ke setiap zona,



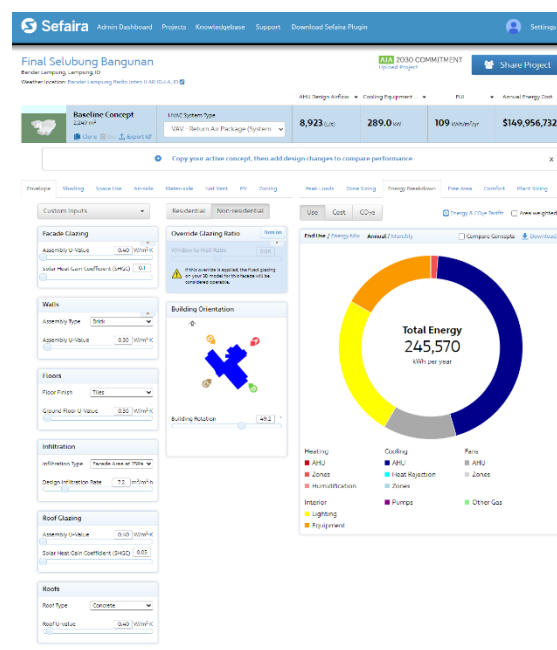
dan **Minimum Outside Air** (Udara Luar Minimum) yang merupakan jumlah minimum udara segar dari luar yang harus disuplai ke setiap zona. Komponen ini penting untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan, memastikan adanya sirkulasi udara segar yang cukup untuk mengurangi konsentrasi polutan, dan menyediakan oksigen yang cukup bagi penghuni.



Gambar 6. Zone Sizing pada Lantai 1 & Lantai 2

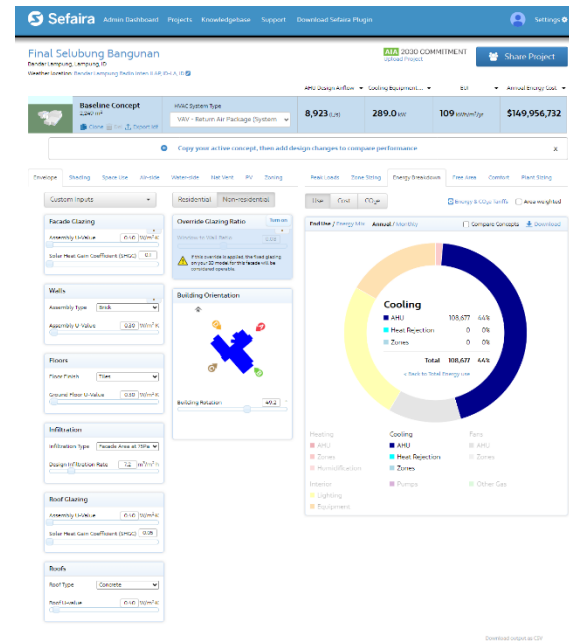
### 4.3. Energy Breakdown

Grafik **Energy Breakdown** memberikan gambaran terperinci tentang penggunaan energi dalam bangunan. Grafik ini biasanya mencakup tiga aspek utama: *Use* (Penggunaan Energi), *Cost* (Biaya Energi), dan *CO2e* (Emisi Karbon Setara CO2).



Gambar 7. Energy Breakdown

Dari data di atas terdapat kebutuhan penggunaan energi terbesar sebanyak 108.677 kWh per-tahun, atau sebanyak 44% dari total keseluruhan adalah digunakan untuk pendinginan bangunan. Untuk lebih jelasnya dapat melihat gambar berikut ini.



Gambar 8. Cooling Energy

Energi yang digunakan untuk pendinginan (*cooling*) bisa sangat besar karena beberapa faktor terkait dengan desain fisik dan karakteristik bangunan. Beberapa faktor utama yang dapat menyebabkan tingginya konsumsi energi untuk pendinginan pada bangunan yaitu Orientasi Bangunan, Kualitas Insulasi, Jenis dan Ukuran Jendela, Ventilasi dan Infiltrasi Udara, Penggunaan Material dengan Absorptivitas Tinggi, Desain Atap, *Internal Heat Gains* (Sumber Panas Internal), Tinggi dan Volume Bangunan, Sistem HVAC yang Tidak Efisien

## 5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang berjudul Identifikasi Thermal berdasarkan Selubung, Bentuk & Orientasi Bangunan Menggunakan Metode Simulasi Sefaira, yang dilakukan pada Studi Gedung B, Fakultas Teknik, Arsitektur Universitas Lampung ini menyimpulkan beberapa hal, diantaranya yaitu :

- 1) Terdapat beberapa komponen yang menjadi output sebagai dasar penilaian terhadap

gedung B Fakultas Teknik, Arsitektur dengan menggunakan analisis Sefaira ini. Komponen tersebut adalah **Peak Loads** (Beban Puncak), **Zone Sizing** (Pembagian Zona yang di bagi berdasarkan karakteristik termal ruang-ruangan yang ada pada bangunan), **Energy Breakdown** (Grafik yang memberikan gambaran terperinci mengenai penggunaan energi pada bangunan).

- 2) Dari gambaran grafik *Energy Breakdown*, Gedung B, Fakultas Teknik, ini membutuhkan energi sebesar 245.570 kWh per-tahun. Total besaran tersebut sebanyak 108.677 kWh per-tahun atau sebanyak 44% dibutuhkan untuk Pendinginan pada bangunan. Informasi ini penting untuk memahami seberapa besar kontribusi pendinginan terhadap konsumsi energi total dan mengidentifikasi potensi penghematan energi di area tersebut.
- 3) Kombinasi dari faktor-faktor di atas dapat menyebabkan tingginya konsumsi energi untuk pendinginan dalam sebuah bangunan. Desain yang baik, pemilihan material yang tepat, orientasi bangunan yang cermat, serta penggunaan sistem *HVAC* yang efisien dan sesuai ukuran, dapat membantu mengurangi beban pendinginan dan meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kiswantono, A., (2024). Pengembangan Sistem Energi Terbarukan: Pendekatan Multigenerator dan Simulasi Etap. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, Vol. 12.
- [2] Ahmad, S., Susanto, H. (2019). Analisis Kinerja Termal Bangunan dengan Simulasi pada Selubung dan Orientasi Bangunan. Jurnal Arsitektur Nusantara, 11(2), 45-54.
- [3] Sudha, G. (2021). Optimization of Building Envelope Towards Energy-Efficient Design. Dalam K. Thirumaran, G. Balaji, & N. D. Prasad (Eds.), Sustainable Urban Architecture (Vol. 114). Springer, Singapore. Chapman, J. S. (2000). Building Physics: Heat, Air and Moisture. London: Routledge.
- [4] Dunlop, J. D. (1996). Thermal Performance of Buildings. Chichester: John Wiley & Sons.

- [5] Turner, W. G. (2009). Fundamentals of Building Performance Evaluation. New York: Wiley.
- [6] Lee, B. H., Kim, J. H., & Lee, S. H (2022) "Optimizing Building Envelope Design for Energy Efficiency and Thermal Comfort." Energy and Buildings, vol. 256.
- [7] Martinez, P., & Rodriguez, E. (2023). Assessing the thermal efficiency of commercial buildings with Sefaira: Case studies and methodologies. Journal of Energy Engineering, 149(2), 145-159.
- [8] Davis, H., Nguyen, T. (2022). Impact of shading and orientation on building thermal performance using Sefaira. Building and Environment, 195, 103-115.
- [9] Hakim, R., & Ramdhan, A. (2018). Pengaruh Orientasi dan Bentuk Bangunan Terhadap Kinerja Termal di Daerah Tropis. Jurnal Arsitektur dan Lingkungan, 14(2), 45-52.
- [10] Jannat, N., Hussien, A., Abdullah, B., Cotgrave, A. (2020). A Comparative Simulation Study of the Thermal Performances of the Building Envelope Wall Materials in the Tropics. Sustainability, 12(12), 4892.
- [11] Kusnadi, A., & Wibisono, S. (2021). Evaluasi Termal Selubung Bangunan pada Gedung Perkantoran di Jakarta Menggunakan Metode Simulasi. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 12(1), 78-85.
- [12] Priyanto, D. (2020). Pengaruh Bentuk dan Orientasi Bangunan terhadap Efisiensi Energi di Daerah Tropis. Jurnal Teknologi Bangunan, 14(3), 99-108.
- [13] Sudha, G. (2021). Optimization of Building Envelope Towards Energy-Efficient Design. Dalam K. Thirumaran, G. Balaji, & N. D. Prasad (Eds.), Sustainable Urban Architecture (Vol. 114). Springer, Singapore.