

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi di sektor bangunan gedung menyumbang proporsi yang sangat signifikan terhadap total konsumsi energi secara global. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Yuan et al. (2022), industri konstruksi tercatat menyumbang sekitar 36% dari total konsumsi energi global, dan konsumsi energi bangunan ini diprediksi akan terus meningkat di masa depan. Hal ini sejalan dengan temuan Begić Juričić dan Krstić (2025) yang mengidentifikasi bahwa bangunan bertanggung jawab atas lebih dari 40% penggunaan energi di banyak negara. Di wilayah beriklim tropis lembap seperti Indonesia, beban pendinginan (*cooling load*) akibat penggunaan *Air Conditioning* (AC) menjadi komponen terbesar dalam penggunaan listrik gedung. Sebagaimana diungkapkan oleh Wang (2023), sistem pendingin udara (AC) dan pencahayaan terbukti memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap jumlah listrik yang digunakan, khususnya pada bangunan pendidikan. Tingginya beban energi ini seringkali disebabkan oleh desain selubung bangunan (*building envelope*) yang kurang responsif terhadap iklim, padahal menurut Yuan et al. (2022), elemen selubung bangunan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi konsumsi energi bangunan publik.

Urgensi perbaikan kinerja selubung bangunan didasari oleh fakta bahwa elemen ini berkontribusi hingga 50% dari total konsumsi energi operasional gedung. Seringkali, tingginya beban pendinginan bukan hanya disebabkan oleh transmisi panas melalui material kaca, tetapi juga akibat adanya fenomena jembatan termal (*thermal bridging*) pada sambungan konstruksi yang menurut Ujma dan Pomada (2019) dapat menyumbang kehilangan energi secara signifikan. Penggunaan pengikat mekanis yang menembus lapisan isolasi dapat menciptakan "jembatan termal titik" (*point thermal bridges*) yang menyumbang kehilangan panas antara 25% hingga 35%, bahkan dalam kondisi tertentu dapat mencapai 39%. Selain itu, Shi, W. (2026) melalui simulasinya menekankan bahwa struktur fisik selubung bangunan memiliki pengaruh dominan terhadap urutan faktor penyebab konsumsi energi pada bangunan publik. Sejalan dengan hal tersebut, Y. Han (2010) menyatakan bahwa optimasi pada atribut lapisan isolasi termal dinding luar merupakan langkah krusial dalam menekan perolehan panas eksternal. Dalam konteks arsitektur modern, preferensi estetika seringkali mengabaikan aspek

termal ini, sehingga analisis mendalam terhadap nilai OTTV menjadi langkah fundamental untuk menurunkan konsumsi energi secara signifikan tanpa mengubah fungsi utama bangunan.

Gedung FISIP Universitas Jenderal Soedirman merupakan fasilitas pendidikan dengan intensitas kegiatan yang tinggi. Berdasarkan desain arsitekturnya, gedung ini memiliki bukaan kaca yang cukup dominan pada beberapa sisi fasad. Tanpa strategi pengendalian termal yang tepat, desain seperti ini berpotensi menghasilkan nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang tinggi, yang berimplikasi pada pemborosan energi.

Pemaparan mengenai efisiensi energi di lingkungan kampus menjadi elemen vital dalam penelitian ini, mengingat Begić Juričić & Krstić (2025) menyatakan bahwa bangunan pendidikan memiliki peran strategis sebagai konsumen energi utama yang pola konsumsinya sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik bangunan. Kualitas selubung bangunan (*building envelope*) merupakan pertahanan pertama dalam menghalau panas eksternal, di mana Yuan et al. (2022) menegaskan bahwa ketidakmampuan untuk memprediksi kinerja elemen ini pada tahap desain sering kali berujung pada pemborosan energi yang tidak perlu. Pada gedung perkuliahan yang memiliki dimensi besar dan rasio luas permukaan yang tinggi, ketidakefisienan desain fasad—seperti rasio bukaan jendela terhadap dinding (*Window to Wall Ratio* - WWR) yang tidak proporsional atau pemilihan material dengan resistansi termal rendah—akan menyebabkan perolehan panas (*heat gain*) yang masif ke dalam ruangan. Kondisi ini menjadikan bangunan 'boros' secara intrinsik karena gagal berfungsi sebagai filter termal yang efektif. Oleh karena itu, menurut Octarino & Feriadi (2021), analisis mendalam terhadap komponen arsitektural fasad bukan sekadar persoalan estetika, melainkan strategi fundamental untuk menurunkan nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) dan menjamin kinerja energi bangunan yang optimal melalui pendekatan desain pasif.

SNI 6389:2020 menetapkan nilai OTTV maksimum sebesar 35 W/m<sup>2</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja termal eksisting gedung tersebut menggunakan metode simulasi dan perhitungan numerik, serta merumuskan strategi desain ulang (*redesign*) yang efisien secara biaya untuk memenuhi standar SNI. Pemilihan Gedung FISIP UNSOED sebagai objek studi kasus didasari oleh urgensi untuk mengevaluasi kinerja bangunan pendidikan yang dirancang dengan gaya arsitektur modern namun belum sepenuhnya mengintegrasikan prinsip bangunan hijau saat masa konstruksinya. Secara fisik, gedung ini merepresentasikan tipologi bangunan kampus masa kini yang banyak menggunakan bukaan kaca luas (*glass-dominated facade*) pada orientasi fasad yang terpapar radiasi matahari intensif, tanpa didukung oleh

strategi peneduh yang memadai. Kondisi ini menjadikannya laboratorium nyata yang ideal untuk menguji efektivitas strategi *retrofit* pasif. Dengan meneliti gedung ini, studi tidak hanya akan mengungkap seberapa besar deviasi kinerja termal yang terjadi akibat keputusan desain awal, tetapi juga membuktikan bahwa intervensi arsitektural seperti pergantian material dan geometri fasad dapat secara signifikan memperbaiki kenyamanan termal pengguna dan memenuhi standar konservasi energi nasional tanpa perlu melakukan perombakan struktur yang masif. Ada beberapa alasan kuat untuk memilih gedung ini sebagai objek penelitian:

#### 1. Belum Mempertimbangkan Standar Bangunan Hijau

Gedung ini dapat dijadikan studi kasus yang ideal karena dibangun pada saat standar dan kriteria *GreenShip* (standar bangunan hijau di Indonesia) belum menjadi pertimbangan utama dalam proses perancangan dan konstruksi. Hal ini sering terjadi pada bangunan yang lebih tua, di mana aspek efisiensi energi tidak menjadi prioritas utama.

#### 2. Ketidaksesuaian dengan Standar OTTV

Berdasarkan data dari penelitian sebelumnya, banyak gedung kampus di Indonesia, seperti Gedung Agape UKDW dan gedung di Universitas Mercu Buana, memiliki nilai OTTV yang jauh di atas standar SNI 35 W/m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan adanya potensi besar bahwa Gedung FISIP Universitas Jenderal Soedirman juga memiliki nilai OTTV yang serupa dan belum memenuhi standar yang ditetapkan.

#### 3. Kesenjangan antara Desain dan Kenyamanan Pengguna

Meskipun bangunan tersebut sudah digunakan selama beberapa waktu, ditemukan adanya keluhan dari pengguna tentang kenyamanan termal. Panas yang berlebih dapat menyebabkan sistem pendingin udara bekerja lebih keras, yang berujung pada konsumsi energi yang tinggi dan biaya operasional yang membengkak. Penelitian ini akan membantu mengukur seberapa besar kesenjangan tersebut dan memberikan solusi yang tepat.

#### 4. Tujuan Akademis

Memilih gedung ini memungkinkan dilakukannya analisis kuantitatif untuk menunjukkan ketidaksesuaian nilai OTTV dengan standar yang ada. Hasil penelitian ini tidak hanya akan berkontribusi pada literatur akademis, tetapi juga dapat menjadi dasar bagi pihak universitas untuk mengambil keputusan strategis terkait renovasi atau intervensi desain. Rekomendasi yang spesifik, seperti modifikasi material bukaan, penyesuaian rasio jendela-dinding (*Window*

to Wall Ratio - WWR), atau penambahan peneduh, dapat membantu meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan termal secara berkelanjutan.

Perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) dalam penelitian ini dilakukan sebagai metode utama untuk mengkuantifikasi rata-rata beban panas eksternal yang masuk ke dalam bangunan per satuan luas selubung. Secara prinsip, analisis ini mengintegrasikan tiga komponen vital perolehan panas, yaitu perpindahan panas konduksi yang menembus dinding masif, perpindahan panas konduksi melalui bukaan transparan atau kaca, dan perolehan panas akibat radiasi matahari yang ditransmisikan melalui permukaan kaca. Ketepatan nilai OTTV sangat bergantung pada variabel desain arsitektural, meliputi orientasi fasad terhadap lintasan matahari, rasio luas jendela terhadap dinding (*Window to Wall Ratio*), serta efektivitas perangkat peneduh (*shading device*). Hasil kalkulasi numerik dari variabel-variabel tersebut kemudian akan dikomparasikan dengan ambang batas yang ditetapkan dalam SNI 6389:2020 untuk menentukan tingkat kepatuhan bangunan terhadap standar konservasi energi nasional.

Gedung FISIP Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) merupakan bangunan pendidikan dengan aktivitas operasional tinggi dan penggunaan ruang yang intensif setiap hari kerja. Secara arsitektural, bangunan ini mengadopsi pendekatan modern dengan dominasi bukaan kaca pada beberapa sisi fasad, terutama pada orientasi yang terpapar radiasi matahari langsung. Rasio bukaan terhadap dinding (*Window to Wall Ratio/WWR*) yang relatif besar serta minimnya elemen peneduh eksternal menyebabkan peningkatan perolehan panas (*heat gain*) ke dalam ruang. Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan numerik menggunakan metode OTTV sesuai standar nasional, perhitungan menunjukkan bahwa nilai OTTV Total Gedung Baru FISIP UNSOED berada pada angka 44,48 W/m<sup>2</sup>. Nilai ini melampaui ambang batas maksimum 35 W/m<sup>2</sup> yang dipersyaratkan oleh SNI 6389:2020, dengan deviasi sebesar 17,29 W/m<sup>2</sup>.

Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja termal selubung bangunan eksisting belum memenuhi standar konservasi energi nasional. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bangunan memiliki beban pendinginan yang tinggi, yang berimplikasi langsung pada meningkatnya konsumsi energi listrik untuk sistem tata udara (AC). Dengan demikian, secara aktual bangunan dapat dikategorikan belum efisien secara termal dan berpotensi mengalami pemborosan energi operasional dalam jangka panjang.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Kinerja termal selubung bangunan (*building envelope*) memegang peranan vital dalam arsitektur tropis sebagai pertahanan utama terhadap intensitas radiasi matahari yang tinggi. Pada kasus Gedung Baru FISIP Universitas Jenderal Soedirman, desain arsitektur yang diterapkan memiliki dominasi bukaan kaca pada beberapa sisi fasad tanpa disertai strategi pengendalian termal pasif yang memadai. Kondisi fisik ini berpotensi menghasilkan nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang tinggi, yang mengindikasikan ketidakefisienan selubung bangunan dalam membatasi laju perolehan panas (*heat gain*) dari lingkungan eksternal. Oleh karena itu, penurunan nilai OTTV menjadi urgensi utama dalam penelitian ini guna memastikan selubung bangunan berfungsi optimal sebagai filter termal yang memenuhi standar konservasi energi SNI, serta menjamin kualitas fisik bangunan yang responsif terhadap iklim.

### **1.2.1 Pertanyaan Penelitian**

1. Berapakah nilai OTTV eksisting Gedung Baru FISIP Universitas Jenderal Soedirman?
2. Bagaimana strategi redesain untuk perbaikan nilai OTTV pada Gedung Baru FISIP UNSOED sesuai dengan SNI?

### **1.2.2 Tujuan**

1. Mengetahui nilai OTTV eksisting Gedung Baru FISIP Universitas Jenderal Soedirman.
2. Mengetahui strategi redesain untuk perbaikan nilai OTTV pada Gedung Baru FISIP UNSOED sesuai dengan SNI.

### **1.2.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus pada tujuan utama, ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah Gedung Baru FISIP UNSOED dengan dilakukan perhitungan OTTV eksisting dengan pertimbangan material eksisting, rasio WWR, serta lokasi site melalui gambar DED rencana.

2. **Lingkup Analisis: Fokus penelitian adalah penurunan nilai OTTV untuk mencapai standar SNI 6389 : 2020.** Analisis difokuskan pada kinerja selubung bangunan (building envelope) yang meliputi:
  - a) Dinding luar
  - b) Bukaan kaca (fenestrasi)
  - c) Nilai WWR
  - d) Material fasad dan karakteristik termalnya
3. Penelitian tidak membahas secara detail sistem mekanikal–elektrikal (MEP) seperti efisiensi mesin AC, sistem distribusi udara, maupun manajemen operasional energi bangunan.
4. Strategi redesign yang diusulkan dibatasi pada pendekatan desain pasif dan modifikasi arsitektural fasad, tanpa melakukan perubahan struktur utama bangunan.
5. Analisis ekonomi dibatasi pada pendekatan efisiensi biaya (cost-effective retrofit) yang realistis untuk diterapkan pada bangunan pendidikan.

## 1.3 Ruang Lingkup

### 1.3.1 Objek Penelitian

Objek yang dikaji adalah Gedung Baru FISIP UNSOED. Fokus analisis dibatasi secara spesifik pada elemen selubung bangunan bagian luar (building envelope) yang memisahkan lingkungan eksternal dengan ruang dalam yang dikondisikan (ber-AC).

### 1.3.2 Lingkup Wilayah Analisis

Analisis perhitungan kinerja termal dilakukan pada empat orientasi utama fasad bangunan, yaitu sisi Utara, Timur, Selatan, dan Barat. Komponen selubung yang dihitung meliputi:

1. Dinding Opak (*Opaque Wall*): Bagian dinding masif yang terdiri dari pasangan bata merah dan lapisan *finishing*.
2. Fenestrasi (*Fenestration*): Bagian bukaan transparan yang terdiri dari jendela kaca dan *curtain wall*.

### 1.3.3 Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (Independent): Spesifikasi teknis material dinding (konduktivitas, absorbtansi), spesifikasi material kaca (*Shading Coefficient*, *U-Value*), rasio luas jendela (*Window to Wall Ratio*), dan dimensi peneduh (*shading device*).
2. Variabel Terikat (Dependent): Nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) dan persentase penurunan beban panas (*cooling load reduction*).

### 1.3.4 Metode dan Alat Analisis:

1. Pengumpulan Data: Menggunakan data sekunder dari dokumen *Detailed Engineering Design* (DED) tanpa melakukan pengukuran termal (*field measurement*) secara langsung di lokasi.
2. Simulasi Visual: Menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit dengan fitur *Solar Analysis* untuk memetakan intensitas radiasi matahari pada permukaan fasad.
3. Perhitungan Numerik: Menggunakan alat bantu hitung Kalkulator Excel dengan batasan teknis: input lapisan dinding maksimal 3 lapis, perhitungan  $U_f$  hanya pada material kaca (mengabaikan kusen), dan input WWR dilakukan secara manual tetapi tetap menggunakan rumus yang tertera di SNI 6389:2020.

### 1.3.5 Standar Acuan

Seluruh parameter perhitungan, konstanta faktor radiasi matahari (SF), dan kriteria kelayakan mengacu pada SNI 6389:2020 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung.

### 1.3.6 Luaran Penelitian

Hasil akhir penelitian berupa rekomendasi strategi redesain fasad berupa penggantian material kaca ( $U_f$ ), perubahan rasio WWR, penebalan dinding ( $U_w$ ), dan penambahan peneduh (SC) serta perhitungan seberapa besar persentase penurunan nilai OTTV eksisting dan redesain.