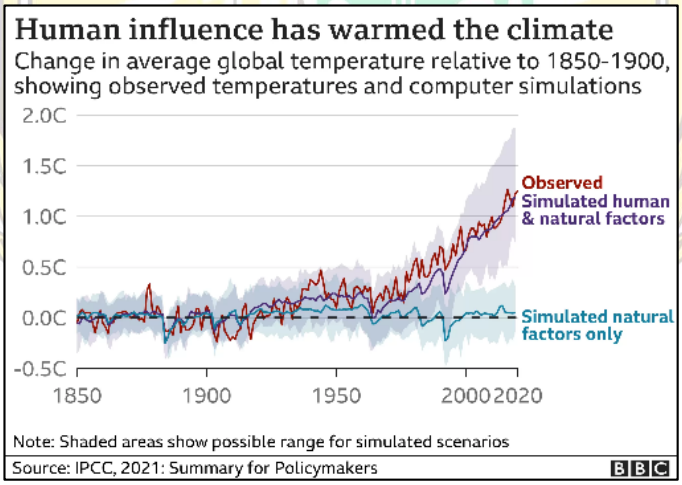
# BAB 1
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Peningkatan urbanisasi dan pertumbuhan ekonomi yang pesat dalam era modern telah memicu lonjakan kebutuhan energi listrik, terutama pada gedung-gedung publik dan perkantoran. Urbanisasi yang semakin berkembang menghasilkan lebih banyak kawasan perkotaan dengan bangunan-bangunan tinggi yang kompleks, yang sebagian besar bergantung pada sistem energi listrik untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Hal ini menyebabkan konsumsi energi meningkat secara signifikan[1]. Meskipun fenomena ini mendukung kemajuan sosial dan ekonomi, di sisi lain juga membawa dampak negatif yang serius. Kebutuhan energi yang terus meningkat berkontribusi pada konsumsi energi yang tidak efisien, yang pada gilirannya memperburuk dampak terhadap lingkungan dan mengancam keberlanjutan ekosistem global. Pada sektor bangunan, khususnya gedung perkantoran, pemborosan energi menjadi salah satu tantangan terbesar dalam upaya penghematan energi yang efektif.

Fenomena konsumsi energi yang tinggi pada gedung-gedung ini sering kali disebabkan oleh penggunaan perangkat listrik yang tidak efisien, seperti pendingin udara (AC), kipas angin, dan lampu yang tetap menyala meskipun tidak diperlukan. Selain itu, perilaku pengguna bangunan yang kurang mendukung efisiensi energi, seperti membiarkan perangkat elektronik dalam keadaan menyala atau tidak mengoptimalkan penggunaan cahaya alami, turut memperburuk situasi ini. Gedung-gedung perkantoran, terutama kantor pemerintah di Indonesia, tercatat memiliki tingkat pemborosan energi yang cukup signifikan, dengan rata-rata mencapai 30%[2]. Angka ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan sektor swasta maupun rumah tangga. Pemborosan energi ini tidak hanya berdampak pada peningkatan jejak karbon yang dihasilkan, tetapi juga menambah beban biaya operasional yang cukup besar, yang pada akhirnya mempengaruhi daya saing dan keberlanjutan finansial bangunan tersebut.

Tantangan dalam meningkatkan efisiensi energi pada bangunan perkantoran semakin kompleks seiring dengan fenomena perubahan iklim global yang mempengaruhi suhu permukaan bumi. Perubahan iklim yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir telah menyebabkan peningkatan temperatur global secara signifikan, yang tercatat mencapai 1,09°C dalam sepuluh tahun antara 2011-2020 jika dibandingkan dengan periode 1850-1900, berdasarkan data dari *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*[3]. Kenaikan suhu ini memiliki dampak langsung terhadap iklim dan cuaca di berbagai belahan dunia, termasuk peningkatan frekuensi dan intensitas gelombang panas. Hal ini semakin memperburuk kondisi bagi bangunan, yang harus menanggung beban pendinginan yang lebih tinggi. Gedung-gedung yang terletak di negara tropis, seperti Indonesia, menjadi lebih rentan terhadap dampak perubahan iklim ini karena negara tropis menerima radiasi matahari yang lebih intensif sepanjang tahun. Kondisi ini menyebabkan peningkatan beban pendinginan pada bangunan yang berpotensi merugikan baik dari segi efisiensi energi maupun kenyamanan termal pengguna bangunan.




Gambar 1. 1 Data peningkatan temperatur permukaan bumi

(Sumber: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021 )

Untuk mengatasi permasalahan ini, penghematan energi menjadi isu strategis yang mendesak. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi konsumsi energi pada gedung adalah dengan memperkenalkan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, seperti sistem pendinginan pasif. Sistem ini

memanfaatkan elemen alami seperti sirkulasi udara, orientasi bangunan, dan perlindungan dari sinar matahari untuk menciptakan kondisi termal yang nyaman tanpa bergantung pada energi listrik secara berlebihan. Di antara solusi yang paling menjanjikan adalah penambahan *secondary skin* pada fasad bangunan[4]. Konsep *secondary skin* atau kulit luar tambahan pada bangunan telah dikenal luas sebagai metode yang efektif dalam mengurangi beban pendinginan. *Secondary skin* terdiri dari dua lapis bidang yang membentuk rongga udara, yakni inner skin (kulit dalam) dan outer skin (kulit luar), yang berfungsi sebagai penghalang terhadap paparan langsung sinar matahari dan cuaca ekstrem lainnya[5] .

Fasad dengan *secondary skin* dirancang untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap paparan sinar matahari yang berlebihan, yang menjadi salah satu penyebab utama peningkatan suhu dalam ruangan. Konsep ini tidak hanya memanfaatkan material bangunan yang efisien dalam isolasi termal, tetapi juga menciptakan ruang terpisah antara bagian luar dan dalam bangunan, yang berfungsi sebagai lapisan pelindung terhadap suhu panas. Selain itu, penggunaan *secondary skin* dapat mengurangi pengaruh langsung angin kencang dan hujan deras, yang sering kali menjadi faktor eksternal yang mempengaruhi kenyamanan dan kestabilan suhu di dalam gedung. Dengan demikian, sistem ini berperan penting dalam meningkatkan efisiensi energi dengan cara mengurangi kebutuhan pendinginan aktif, seperti penggunaan AC, dan secara otomatis mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan.

Sebagai salah satu bentuk teknologi pendinginan pasif, penggunaan *secondary skin* juga dapat memberikan kontribusi besar dalam mengurangi jejak karbon dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Selain itu, penggunaan *secondary skin* pada bangunan memberikan dampak positif terhadap biaya operasional, karena dengan mengurangi ketergantungan pada sistem pendinginan aktif, biaya penggunaan listrik dapat ditekan secara signifikan. Namun demikian, untuk memastikan bahwa penggunaan *secondary skin* dapat memberikan hasil yang optimal, perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai pengaruh desain dan material *secondary skin* terhadap performa termal bangunan. Efisiensi energi dan kenyamanan termal pengguna perlu menjadi parameter utama dalam merancang dan mengimplementasikan konsep ini, agar dapat memperoleh hasil yang maksimal

dalam meningkatkan kenyamanan suhu ruangan sambil tetap meminimalkan penggunaan energi.

Salah satu bentuk desain *secondary skin* yang sedang berkembang adalah fasad dengan variasi kemiringan sudut, yaitu fasad yang dapat berubah atau beradaptasi secara fisik, baik dalam hal bentuk, posisi, maupun fungsi, sebagai respons terhadap faktor-faktor eksternal seperti cahaya matahari, suhu, dan angin. Fasad kinetik dirancang untuk berinteraksi dengan lingkungannya dan merespons perubahan kondisi secara manual, yang memungkinkan bangunan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan kenyamanan termal secara lebih efisien. Fasad ini dapat berfungsi untuk mengurangi penyerapan panas secara berlebihan dengan mengatur posisi elemen fasad yang dapat bergerak, seperti panel atau kisi-kisi, sesuai dengan arah dan intensitas sinar matahari. Dengan demikian, fasad memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi energi pada bangunan dan mendukung prinsip desain bangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Di samping manfaat dalam hal efisiensi energi, fasad dengan variasi kemiringan sudut juga dapat memperkaya pengalaman visual bagi pengguna dan pengamat. Perubahan bentuk dan posisi elemen fasad yang bisa dirubah dapat menciptakan efek visual yang menarik dan memberikan identitas arsitektural yang unik pada bangunan. Oleh karena itu, selain berfungsi sebagai solusi efisiensi energi, fasad dengan kemiringan sudut juga dapat meningkatkan nilai estetika bangunan dan menambah kenyamanan visual bagi pengguna. Dengan penerapan teknologi fasad dengan sudut kemiringan yang tepat, diharapkan dapat tercapai keseimbangan antara efisiensi energi, kenyamanan termal, dan nilai estetika bangunan.

Secara keseluruhan, penghematan energi pada gedung perkantoran menjadi isu yang semakin mendesak seiring dengan meningkatnya konsumsi energi global dan dampak perubahan iklim yang semakin nyata. Penambahan *secondary skin* pada fasad bangunan, khususnya melalui konsep fasad dengan variasi kemiringan sudut, menawarkan solusi yang berpotensi besar untuk mengurangi beban pendinginan dan meningkatkan efisiensi energi pada bangunan. Dengan penelitian dan penerapan teknologi yang tepat, diharapkan sektor bangunan dapat berkontribusi

pada pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan, sambil tetap mendukung kenyamanan dan kebutuhan energi yang lebih efisien.

## 1.2 Rumusan Masalah

a) Bagaimana pengaruh penggunaan *secondary skin*, khususnya fasad dengan variasi kemiringan sudut, terhadap efisiensi energi pada ruang perkuliahan di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas?
b) Bagaimana pengaruh penerapan fasad dengan variasi kemiringan sudut sebagai *secondary skin* terhadap kenyamanan termal penghuni gedung perkuliahan di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas?

## 1.3 Tujuan penelitian

a) Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan *secondary skin* berupa fasad dengan variasi kemiringan sudut dapat mengurangi konsumsi energi pada gedung perkuliahan, dengan fokus pada pengurangan penggunaan energi untuk pengkondisian udara dalam ruang perkuliahan di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas.
b) Mengetahui tingkat kenyamanan termal dengan dan tanpa penggunaan *secondary skin* dengan variasi kemiringan sudut pada ruangan.

## 1.4 Manfaat

Diharapkan bahwa penerapan *secondary skin* dengan variasi kemiringan sudut fasad sebagai strategi pendinginan pasif dapat menjadi salah satu alternatif efektif dalam mengurangi peningkatan suhu di dalam ruangan akibat paparan langsung sinar matahari. Selain berfungsi sebagai pelindung termal, fasad ini juga diharapkan mampu mengoptimalkan pencahayaan alami, meningkatkan sirkulasi udara, serta menurunkan konsumsi energi listrik yang digunakan untuk sistem pengkondisian udara dalam ruangan.

## 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diberikan, berikut adalah batasan masalah yang dapat fokus masalah yang telah dikemukakan dapat dikerjakan dengan baik.

1. Fokus penelitian pada analisis Pengaruh *secondary skin* dengan variasi kemiringan sudut fasad terhadap beban pendinginan yang ada di Ruang Kuliah Departemen Teknik Mesin Universitas Andalas.
2. Analisis pengaruh penggunaan *secondary skin* dengan dengan variasi kemiringan sudut fasad dilakukan dengan mengatur bukaan fasad, tingkat *shading*, serta penggunaan tanaman artifisial yang dipasang pada fasad kinetik
3. Beban pendinginan yang diperhitungkan mengasumsikan pengujian tanpa pengaruh aspek penghuni dalam ruangan.
4. Analisis perbandingan penggunaan *secondary skin* dengan variasi kemiringan sudut fasad dalam aspek kenyamanan termal dilakukan berdasarkan standar ASHRAE, yaitu melalui teori *predicted mean vote* (PMV).
5. Tingkat kenyamanan termal dianalisis berdasarkan insulasi pakaian dan aktivitas metabolisme tubuh yang telah diasumsikan.
6. Perpindahan panas dinding sisi *non-treatment* dianggap sama setiap waktu, serta perpindahan panas pada atap dan lantai diabaikan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini dimulai dari Bab I Pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, tujuan, manfaat serta batasan masalah dalam pelaksanaan tesis ini. Kemudian dilanjutkan Bab II Tinjauan Pustaka yang berisi tentang landasan Teori yang nantinya membantu dalam pembuatan tesis ini. Metode atau rancangan penelitian serta alat dan bahan penelitian akan disampaikan pada Bab III. Analisa dari data penelitian dan hasil penelitian akan dibahas pada Bab IV. Kemudian dilanjutkan dengan Bab V yang berisi tentang kesimpulan dan saran.