

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pesatnya pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi membawa dampak signifikan terhadap peningkatan konsumsi energi listrik. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan listrik untuk berbagai aktivitas, mulai dari rumah tangga hingga industri, terus meningkat dan menjadi semakin sulit dikendalikan (Suswitaningrum dkk., 2022). Selain itu, daerah dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi cenderung mengalami lonjakan konsumsi energi, karena berkembangnya sektor industri, komersial, serta infrastruktur yang membutuhkan pasokan energi besar (Kartika, 2018). Badan Energi Internasional melaporkan bahwa sektor bangunan menyumbang sekitar 35% dari total konsumsi energi dunia, menjadikannya salah satu penyumbang terbesar dalam penggunaan energi global sekaligus tantangan utama dalam upaya keberlanjutan (Jadhav & Minde, 2024). Jika tidak dikelola dengan baik, lonjakan konsumsi energi ini dapat menyebabkan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, peningkatan emisi karbon, serta tekanan besar pada sistem kelistrikan. Oleh karena itu, penerapan strategi efisiensi energi menjadi langkah yang paling tepat, baik melalui optimalisasi desain bangunan, penggunaan teknologi hemat energi, maupun transisi ke sumber energi terbarukan.

Dalam era modern yang menuntut keberlanjutan, konsumsi energi pada bangunan menjadi perhatian penting karena dampaknya yang signifikan terhadap lingkungan dan ketahanan energi. Tingginya konsumsi energi dalam bangunan sangat dipengaruhi oleh material fasad yang digunakan. Fasad berperan penting dalam mengontrol masuknya panas dan cahaya alami, sehingga pemilihan material yang tidak tepat dapat meningkatkan beban pendinginan dan pencahayaan buatan.

Kehadiran material kaca dalam dunia rancang bangun telah membawa pengaruh besar terhadap perkembangan desain arsitektur modern.

Kaca menjadi simbol keterbukaan dan kebebasan dalam desain karena tampilannya yang ringan dan transparan, serta kemampuannya menciptakan hubungan visual antara ruang dalam dan luar (Mediastika, 2018). Karakteristik kaca yang memperkuat kesan lapang dan elegan menjadikannya salah satu material favorit dalam bangunan-bangunan modern. Selain nilai estetika, kaca juga mampu meningkatkan kualitas ruang dengan memaksimalkan pencahayaan alami dan mengurangi kebutuhan energi untuk penerangan buatan, sehingga mendukung konsep bangunan hemat energi (Utama & Setyowati, 2022). Oleh karena itu, kaca tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi juga sebagai bagian dari strategi desain berkelanjutan dalam arsitektur masa kini.

Penggunaan kaca sebagai selubung bangunan, terutama pada elemen dinding, jendela, dan pintu, merupakan aplikasi paling dominan dalam konstruksi saat ini, dan terus berkembang seiring dengan tren desain yang mengutamakan transparansi dan efisiensi (Mediastika, 2018). Jenis material kaca untuk bangunan sangatlah bervariasi seperti *clear glass*, *Tinted glass*, *Reflective glass*, *Laminated glass*, *tempered glass*, dan masih banyak lainnya. Desain dan pemilihan jenis kaca sangat mempengaruhi performa bangunan terhadap iklim. Sifat termal seperti nilai konduktivitas panas (*U-value*), serta sifat optikal seperti *shading coefficient (SC)* dan *solar heat gain coefficient (SHGC)*, menjadi indikator penting dalam menentukan efisiensi energi bangunan (Utama & Setyowati, 2022). Selain itu, proporsi luas kaca terhadap dinding (*window-to-wall ratio/WWR*) juga berperan dalam menentukan seberapa besar panas matahari dan cahaya yang masuk ke dalam bangunan, yang pada akhirnya berdampak langsung terhadap beban pendinginan dan pencahayaan (Utama & Setyowati, 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan kaca sebagai fasad perlu dirancang dengan cermat agar dapat menunjang efisiensi energi sekaligus mempertahankan nilai estetika bangunan.

secara signifikan. Penggunaan material kaca dengan transmitansi panas yang tinggi atau dinding dengan isolasi termal yang buruk akan menyebabkan suhu dalam ruangan meningkat, sehingga sistem *HVAC* (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) harus bekerja lebih keras untuk

menjaga kenyamanan termal. Kesadaran pengguna yang rendah dalam mengoptimalkan pencahayaan alami dan ventilasi juga turut meningkatkan konsumsi energi secara tidak perlu. Oleh karena itu, pemilihan material fasad yang tepat, seperti kaca dengan performa termal tinggi dan material berdaya hantar panas rendah, menjadi langkah terbaik dalam mengurangi konsumsi energi bangunan serta mendukung keberlanjutan lingkungan (Andrian, 2024).

Dalam era digitalisasi konstruksi, *Building Information Modeling (BIM)* telah menjadi metode revolusioner dalam perencanaan, desain, dan pengelolaan bangunan. BIM bukan sekadar representasi digital dari elemen fisik dan fungsional bangunan, tetapi juga mencakup seluruh siklus hidup bangunan, mulai dari konsep hingga pembongkaran (PUPR, 2018). Teknologi ini memungkinkan integrasi informasi dari berbagai aspek ilmu dalam satu model yang dapat diakses dan diperbarui oleh semua pihak dalam proyek (Ferry, 2020). BIM berkembang dari dimensi 3D hingga 7D, di mana BIM 3D berfokus pada pemodelan parametrik berbasis objek, BIM 4D menambahkan aspek waktu dan penjadwalan proyek, sementara BIM 5D mencakup estimasi biaya dan analisis material. BIM 6D memperluas fungsinya dengan memasukkan aspek keberlanjutan, termasuk analisis energi dan dampak lingkungan, sedangkan BIM 7D berorientasi pada manajemen fasilitas serta pemantauan biaya siklus hidup bangunan (Yudi, 2020). Dengan berbagai dimensi ini, BIM tidak hanya meningkatkan efisiensi perencanaan dan eksekusi proyek tetapi juga mendukung penciptaan bangunan yang lebih berkelanjutan.

Salah satu pengembangan signifikan dalam BIM adalah BIM 6D, yang berfokus pada keberlanjutan dan efisiensi energi bangunan. BIM 6D memungkinkan analisis menyeluruh terhadap konsumsi energi, membantu perencanaan dalam mengevaluasi berbagai alternatif desain yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan. Dengan integrasi perangkat lunak seperti Autodesk Insight dalam Autodesk Revit, BIM 6D dapat mensimulasikan performa energi bangunan berdasarkan parameter yang telah dimasukkan, seperti material fasad, sistem pencahayaan, dan efisiensi HVAC (Yudi, 2020). Teknologi ini memberikan wawasan komprehensif dalam memutuskan

sebuah perencanaan, memungkinkan optimasi desain untuk mengurangi emisi karbon serta menekan biaya operasional dalam jangka panjang. Dengan demikian, BIM 6D tidak hanya menjadi alat analisis energi, tetapi juga pondasi bagi pengembangan bangunan hijau yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Reflective glass memiliki kemampuan memantulkan radiasi matahari sehingga dapat mengurangi beban pendinginan, namun sering kali menurunkan pencahayaan alami. Sebaliknya, *tinted glass* menyerap sebagian radiasi dan mengurangi silau tanpa banyak menghalangi cahaya alami, yang berpotensi menurunkan konsumsi energi untuk pencahayaan. Oleh karena itu, membandingkan keduanya menjadi relevan untuk mendapatkan informasi yang lebih komprehensif mengenai penggunaannya dalam efisiensi energi listrik. Selain itu, penerapan teknologi BIM 6D dalam analisis performa energi juga belum banyak dilakukan dalam studi sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis komparatif konsumsi energi bangunan yang menggunakan fasad *reflective glass* dan *tinted glass*, serta mengintegrasikan teknologi BIM 6D untuk kemudahan dan efisien dalam proses analisis.

Penelitian ini akan difokuskan pada Proyek gedung BRT *Electric Center*, bangunan komersial kantor dengan luas bangunan seluas $\pm 18.000 m^2$ dengan 6 lantai. Pemilihan objek penelitian ini didasarkan pada pertimbangan bahwa bangunan komersial memiliki potensi besar dalam penerapan strategi efisiensi energi melalui pemilihan material fasad yang tepat. Pada proyek ini belum menggunakan BIM 6D dalam proses perencanaannya sehingga penelitian ini tepat untuk membantu dalam perencanaan hingga tahap BIM 6D. Analisis akan dilakukan dengan membandingkan performa energi antara fasad yang menggunakan *reflective glass* dan *tinted glass*, sehingga dapat memberikan informasi terkait konsumsi energi listrik pada dua jenis fasad tersebut.

Berdasarkan paparan yang telah dikemukakan, adalah penting penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami

pengaruh pemilihan material kaca pada fasad terhadap konsumsi energi bangunan. Dengan memanfaatkan teknologi BIM 6D, analisis yang dilakukan diharapkan lebih akurat dan komprehensif, sehingga dapat menjadi referensi bagi para praktisi dan akademisi dalam merancang bangunan yang lebih efisien energi dan ramah lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat ditentukan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *Teknologi Building Information Modeling* (BIM) 6D dalam analisis konsumsi energi masih belum banyak diterapkan.
2. Belum banyak kajian yang membahas perbandingan jenis kaca fasad dengan simulasi penggunaan energi menggunakan BIM 6D.
3. Belum ada penelitian yang membandingkan secara langsung kinerja *tinted glass* dan *reflective glass* terhadap efisiensi energi bangunan.
4. Sektor bangunan menjadi salah satu penyumbang terbesar dalam konsumsi energi.
5. Material fasad, khususnya kaca, memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi energi.
6. Pemilihan jenis kaca yang kurang tepat bisa membuat sistem pendingin dan pencahayaan buatan bekerja lebih keras, sehingga konsumsi energi menjadi boros.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini menggunakan BIM 6D untuk menganalisis konsumsi energi bangunan dengan fokus pada peran material fasad dalam efisiensi energi. Hasilnya diharapkan dapat merekomendasikan kaca yang optimal guna mendukung desain bangunan hemat energi sejak tahap perencanaan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis konsumsi energi dilakukan menggunakan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 6D, dengan simulasi berbasis perangkat lunak.
2. Studi ini difokuskan pada Proyek Gedung BRT *Electric Center* (Citeureup, Kab. Bogor, Jawa Barat), di mana penggunaan pendingin udara dan pencahayaan buatan menjadi faktor utama dalam konsumsi energi listrik.
3. Penelitian ini berfokus pada analisis konsumsi energi Listrik bangunan yang dipengaruhi oleh penggunaan fasad kaca, khususnya perbandingan antara *reflective glass* dan *tinted glass*.
4. Dalam penelitian ini, material *reflective glass* yang digunakan secara spesifik merujuk pada jenis kaca Stopsol, sedangkan material *tinted glass* yang digunakan merujuk pada jenis kaca Panasap.

1.4 Perumusan Masalah

Bagaimana perbandingan konsumsi energi listrik pada fasad bangunan yang menggunakan material *reflective glass* (Stopsol) dan material *tinted glass* (Panasap), serta bagaimana penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 6D dapat membantu dalam menganalisis penggunaan energi?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan konsumsi energi listrik pada bangunan dengan fasad material *reflective glass* (Stopsol) dan material *tinted glass* (Panasap), dengan mengimplementasikan BIM 6D untuk mengevaluasi efisiensi energi pada tahap desain awal. Hasil penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi material fasad yang lebih baik dalam mengurangi beban pendinginan dan pencahayaan buatan, serta mendukung desain bangunan yang hemat energi dan berkelanjutan.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Bagi akademisi

Penelitian ini memberikan kontribusi bagi akademisi dalam memperkaya kajian mengenai efisiensi energi bangunan, khususnya peran fasad dalam mengoptimalkan konsumsi energi. Melalui penerapan BIM 6D, penelitian ini menawarkan perspektif baru dalam analisis energi sejak tahap desain awal, sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan kurikulum, penelitian lanjutan, serta inovasi dalam bidang konstruksi berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini mendukung pengembangan metode pembelajaran berbasis teknologi digital, yang semakin relevan dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa di era industri konstruksi modern.

2. Bagi Praktisi

Penelitian ini bermanfaat bagi praktisi dalam mengoptimalkan efisiensi energi bangunan melalui pemilihan material fasad yang tepat serta penerapan BIM 6D dalam analisis konsumsi energi sejak tahap desain awal. Dengan memahami karakteristik material *reflective glass* (Stopsol) dan material *tinted glass* (Panasap), praktisi dapat membuat keputusan yang lebih tepat dalam perancangan bangunan hemat energi,. Selain itu, penggunaan BIM 6D memberikan pendekatan yang lebih akurat dan terintegrasi dalam mengelola konsumsi energi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya operasional, serta mendukung pembangunan berkelanjutan di industri konstruksi.

3. Manfaat Untuk Pendidikan Teknik Bangunan (PTB)

Penelitian ini berfungsi sebagai referensi bagi PTB untuk memperkaya kurikulum, khususnya pada mata kuliah mengenai BIM. Melalui pembelajaran *Building Information Modeling* (BIM) hingga dimensi BIM 6D.

Dengan menjadikan BIM 6D sebagai praktik nyata, penelitian ini secara tidak langsung mendukung PTB dalam menyiapkan mahasiswa untuk mendapatkan sertifikasi kompetensi di bidang BIM, khususnya untuk 'jenjang level 6 (BIM Koordinator atau Analis Madya).

Tabel 1 Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Mengenai BIM

No	Kode unit	Judul Unit	Elemen Kompetensi
1	M.71BIM02.012.01	Merencanakan Produksi Data <i>Model Building Information Modelling</i> (BIM)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan kerangka rencana produksi 2. Melakukan penyusunan <i>Task Information Delivery Plan</i> (TIDP) 3. Merancang <i>Master Information Delivery Plan</i> (MIDP)
2	M.71BIM02.025.01	Mengembangkan Solusi Berbasis Rujukan Tepat Guna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan evaluasi kebutuhan informasi di level praktis 2. Membangun <i>value/nilai</i> dari solusi potensial yang sudah diberikan
3	M.71BIM02.029.01	Melakukan Proses Produksi Data <i>Model Building Information Modelling</i> (BIM)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat pemodelan sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan di dalam setiap fase proyek 2. Melaporkan hasil produksi data model BIM

Sumber : Kemenaker,