

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada skala global, sektor bangunan tercatat sebagai salah satu kontributor utama terhadap konsumsi energi primer dunia, dengan proporsi mencapai sekitar 30–40% dari total penggunaan energi dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan secara keseluruhan [IPCC, 2014]. Dalam konteks nasional, data yang tersedia mengindikasikan bahwa kebutuhan energi listrik pada kategori bangunan komersial yang mencakup gedung perkantoran, fasilitas pendidikan, serta sarana publik lainnya menunjukkan tren peningkatan yang signifikan, sejalan dengan akselerasi pertumbuhan ekonomi dan intensifikasi proses urbanisasi di Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam berbagai laporannya secara konsisten menyoroti lonjakan kebutuhan energi listrik yang dipicu oleh meningkatnya penggunaan sistem pendingin udara dan instalasi pencahayaan buatan pada bangunan-bangunan tersebut.

Ketergantungan yang tinggi terhadap sistem mekanikal tersebut tidak hanya berdampak pada peningkatan beban biaya operasional bangunan, tetapi juga menimbulkan implikasi serius terhadap keberlanjutan lingkungan dalam jangka panjang. Optimalisasi desain fasad bangunan melalui penerapan secondary skin merupakan strategi yang banyak dikaji untuk menekan konsumsi energi tersebut yang berfungsi untuk mengendalikan masuknya radiasi matahari langsung sehingga cahaya alami dapat terdistribusi lebih merata ke dalam ruangan (Kustiawan et al., 2023). Dengan meningkatnya kualitas pencahayaan alami, membuktikan keberhasilan penerapan secondary skin pada fasad bangunan iklim tropis tanpa mengorbankan kenyamanan visual (Rahadian et al., 2021).

Perancangan bangunan di kawasan beriklim tropis menuntut penerapan strategi desain yang secara spesifik bersifat responsif terhadap karakteristik iklim setempat. Pendekatan tersebut dikenal dengan nama arsitektur bioklimatik yang merupakan desain pada selubung bangunan yang turut menentukan tingkat perolehan panas (*heat gain*) dan pembuangan panas (*heat loss*), sehingga memengaruhi kenyamanan suhu atau termal di dalam suatu ruangan (Handoko et al., 2019). Dalam hal ini, penentuan posisi dan orientasi bukaan bangunan perlu mempertimbangkan arah sudut datang radiasi matahari, dengan tujuan agar cahaya alami yang memasuki ruang interior memiliki sifat difusi yakni tersebar secara merata sehingga tidak menimbulkan efek silau langsung (*direct glare*) yang dapat mengganggu kenyamanan visual penghuni (Thojib & Adhitama, 2013). Selain itu, pemanfaatan perangkat peneduh (*shading device*) seperti *overhang*, jalusi, dan kisi-kisi vertikal merupakan elemen arsitektural yang krusial dalam upaya mereduksi intensitas cahaya matahari langsung yang masuk ke dalam bangunan, sekaligus berfungsi sebagai pengendali kondisi termal ruang dalam rangka mempertahankan kenyamanan lingkungan interior secara keseluruhan (Lestari et al., 2022).

(Olgyay, n.d.) mengemukakan bahwa pencahayaan alami merupakan salah satu elemen fundamental dalam pendekatan desain arsitektur bioklimatik yang menyimpan potensi besar, tidak hanya dalam hal reduksi konsumsi energi bangunan, tetapi juga dalam peningkatan kualitas visual dan kondisi psikologis penghuni ruang. Meskipun demikian, potensi tersebut pada kenyataannya masih belum dimanfaatkan secara optimal dalam proses perancangan bangunan pendidikan. Kondisi ini tercermin dari masih banyaknya bangunan yang dirancang tanpa disertai kajian mendalam mengenai karakteristik cahaya alami, sehingga mengakibatkan munculnya dua permasalahan yang saling bertolak belakang yakni kondisi kesilauan (*glare*) akibat intensitas cahaya yang berlebihan, atau sebaliknya, defisiensi pencahayaan yang pada akhirnya memaksa penghuni untuk bergantung

pada sistem pencahayaan buatan secara berlebihan di siang hari (Li & Lam, 2001).

Contohnya Kondisi serupa dapat dijumpai pada bangunan Sekolah Menengah Umum Plus Al Wahid yang berlokasi di Kabupaten Tasikmalaya. Secara tampilan fisik, bangunan tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok dibandingkan dengan tipikal bangunan sekolah menengah pada umumnya di Indonesia. Namun demikian, ditinjau dari aspek kualitas fisik bangunan, fasilitas yang tersedia dinilai belum memadai untuk mendukung berlangsungnya proses kegiatan belajar mengajar secara optimal. Sejumlah permasalahan teridentifikasi pada bangunan tersebut, antara lain sistem ventilasi yang tidak berfungsi secara efektif, kondisi termal ruang kelas yang cenderung panas pada jam-jam tertentu, sirkulasi udara yang buruk pada ruang perpustakaan, sistem sanitasi yang tidak memenuhi standar kelayakan, serta minimnya elemen penghijauan di lingkungan sekitar bangunan. Berdasarkan temuan Pamungkas & Suryabrata (2020), ditemukan bahwa bangunan sekolah di Indonesia secara umum belum dirancang khusus untuk mempertimbangkan kenyamanan termal, hal tersebut diakibatkan karena kebanyakan desain bangunan cenderung berorientasi pada pemenuhan kebutuhan fungsional ruang belajar. Keseluruhan faktor tersebut secara kumulatif berkontribusi terhadap rendahnya tingkat kenyamanan pengguna bangunan (Susanti & Aulia, 2013).

Kondisi demikian menegaskan relevansi penerapan pendekatan arsitektur bioklimatik sebagai solusi perancangan yang tepat. Pendekatan ini menawarkan konsep desain yang menempatkan karakteristik iklim lokal sebagai basis utama dalam pembentukan massa dan fasad bangunan (Handoko et al., 2019). Dalam kerangka tersebut, integrasi pencahayaan alami (*daylighting*) melalui strategi bioklimatik tidak semata-mata merupakan upaya efisiensi energi, melainkan juga memiliki keterkaitan

yang erat dengan aspek kesehatan penglihatan dan peningkatan produktivitas penghuni. Distribusi cahaya dan pertimbangan kenyamanan termal terbukti berpengaruh dalam meningkatkan hasil pembelajaran akademik (Rahmayanti et al, 2020). Dalam konteks fasilitas pendidikan, ketersediaan cahaya alami yang memenuhi ketentuan (SNI 03- 2396-2001) tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung menjadi faktor yang sangat krusial guna menunjang konsentrasi belajar dan kenyamanan visual peserta didik selama berlangsungnya proses pembelajaran. Secara prinsipil, pendekatan arsitektur bioklimatik menekankan pada adaptasi rancangan bangunan terhadap kondisi iklim setempat sebagai upaya mencapai kenyamanan termal dan visual dengan konsumsi energi yang serendah mungkin.

Gedung perkuliahan gizi Universitas Diponegoro merupakan salah satu fasilitas kampus yang memegang peranan strategis dalam menunjang keberlangsungan aktivitas akademik maupun non-akademik bagi seluruh penggunanya. Seiring dengan berjalannya waktu, sejumlah permasalahan yang berkaitan dengan kinerja ruang interior gedung tersebut mulai teridentifikasi, khususnya yang berhubungan dengan kualitas kenyamanan lingkungan dalam ruang. Kecenderungan arsitektur modern yang bertumpu pada sistem mekanikal sebagai solusi utama dalam pencapaian kenyamanan termal dan visual secara tidak langsung berkontribusi pada meningkatnya konsumsi energi dan akumulasi jejak karbon bangunan. Fenomena ini umum terjadi di berbagai bangunan sektor pendidikan di daerah yang beriklim tropis, yang umumnya cenderung tetap mengandalkan pendingin mekanis meski tersedia potensi ventilasi alami (Iqbal et al., 2024). Kondisi ini semakin diperparah oleh karakteristik iklim tropis Indonesia yang ditandai oleh suhu udara tinggi dan intensitas radiasi matahari yang signifikan sepanjang tahun, sehingga menghasilkan beban pendinginan internal yang besar serta kebutuhan pencahayaan buatan yang kerap kali tidak efisien.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam evaluasi desain pencahayaan adalah pendekatan kuantitatif berbasis simulasi perangkat lunak DIALux Evo. Perangkat lunak simulasi ini memiliki kapabilitas untuk memvisualisasikan sekaligus menghitung distribusi pencahayaan alami di dalam ruang secara terperinci, termasuk dalam mengidentifikasi zona yang mengalami kondisi terlalu terang, kekurangan cahaya, maupun area yang berpotensi menimbulkan efek kesilauan (*glare*). Selain pada aspek pencahayaan alami, kesesuaian tingkat pencahayaan buatan juga mampu diverifikasi melali DIALux Evo yang berlaku dengan standar SNI untuk suatu ruangan (Rahmayanti et al., 2024).

Meskipun kajian mengenai evaluasi pencahayaan alami pada bangunan pendidikan telah cukup banyak dilakukan, beberapa penelitian terdahulu memberikan landasan komparasi yang relevan. Salah satunya adalah penelitian yang mengkaji pengaruh desain fasad terhadap kinerja pencahayaan alami pada Ace Hotel di Toronto, yang memanfaatkan simulasi DIALux pada setiap lantai bangunan. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa konfigurasi fasad yang diterapkan terbukti efektif dalam mengendalikan distribusi cahaya alami sekaligus menciptakan kualitas ambiantal ruang yang mendukung kenyamanan pengunjung. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Herjuno bertujuan untuk mengkaji penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan sebelum dan sesudah penerapan *shading device* yang direkomendasikan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa radiasi matahari dari arah barat dan timur dapat direduksi hingga mencapai 22,99% dari nilai awal.

Dalam konteks tersebut, redesain Gedung Gizi Universitas Diponegoro dengan menerapkan pendekatan arsitektur bioklimatik secara komprehensif di mana evaluasi pencahayaan alami melalui simulasi DIALux Evo menjadi instrumen analisis utama dipandang mendesak untuk dilaksanakan. Upaya ini tidak hanya merepresentasikan langkah konservasi energi pada skala

mikro bangunan, tetapi juga merupakan kontribusi nyata terhadap isu keberlanjutan yang lebih luas, baik dalam lingkup nasional maupun global. Melalui penerapan prinsip-prinsip bioklimatik yang ditopang oleh analisis performa berbasis simulasi, diharapkan dapat diidentifikasi solusi desain yang tidak hanya berwawasan lingkungan dan efisien secara energi, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas lingkungan interior bagi para penggunanya. Dengan demikian, penelitian ini diproyeksikan dapat mendemonstrasikan bagaimana prinsip-prinsip desain pasif dapat diimplementasikan dan diverifikasi secara kuantitatif, sehingga menghasilkan suatu model perancangan yang dapat diadaptasi pada bangunan-bangunan pendidikan sejenis di kawasan beriklim tropis.

Gedung Perkuliahan Gizi Universitas Diponegoro ditetapkan sebagai objek penelitian dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak DIALux guna menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kondisi termal ruang yang tidak nyaman, sekaligus merumuskan konsep perbaikan yang terukur. Fokus simulasi diarahkan pada tiga aspek utama, yaitu optimalisasi desain perangkat peneduh eksterior (*shading device*), penyesuaian rasio luas bukaan terhadap bidang dinding, serta penggantian material kaca pada fasad bangunan yang diidentifikasi sebagai elemen dengan kontribusi transfer panas terbesar ke dalam bangunan. Penentuan konfigurasi perangkat peneduh yang tepat, rasio luas jendela terhadap dinding (*window-to-wall ratio*), serta pemilihan jenis material kaca merupakan variabel-variabel kritis yang secara efektif dapat meminimalkan kehilangan efisiensi energi pada bangunan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi desain fasad yang mampu meningkatkan kualitas pencahayaan alami hingga mencapai rentang standar lux pada beberapa contoh ruang. Melalui proses redesain tersebut, diproyeksikan akan terjadi perubahan yang signifikan pada konsumsi energi listrik untuk kebutuhan pencahayaan buatan,

sekaligus terwujudnya kondisi kenyamanan visual yang optimal guna mendukung produktivitas akademik mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Universitas Diponegoro.

1.2. Rumusan Studi

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, penelitian ini merumuskan permasalahan studi sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat kinerja pencahayaan alami pada kondisi eksisting Gedung Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro berdasarkan hasil analisis simulasi perangkat lunak DIALux evo?
2. Seberapa jauh penerapan prinsip-prinsip pendekatan arsitektur bioklimatik dalam konsep redesain gedung dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pencahayaan alami yang memenuhi ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) ?
3. Bagaimanakah perbandingan kinerja pencahayaan alami antara kondisi eksisting bangunan dengan kondisi redesain berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan?

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja pencahayaan alami pada Gedung Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro melalui pendekatan arsitektur bioklimatik, dengan sasaran spesifik sebagai berikut :

1. Menganalisis kinerja pencahayaan alami Gedung Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro pada kondisi eksisting melalui simulasi perangkat lunak DIALux Evo 14.0 dan mengevaluasinya berdasarkan standar SNI.

2. Merumuskan rekomendasi desain fasad berbasis pendekatan arsitektur bioklimatik yang disesuaikan secara spesifik terhadap orientasi bangunan, melalui penerapan *secondary skin* dan *shading device*, guna menyaring radiasi panas berlebih sekaligus mengoptimalkan perolehan cahaya alami ke dalam ruang interior.
3. Memverifikasi efektivitas konsep redesain yang diusulkan melalui simulasi komparatif antara kondisi eksisting dan model rancangan baru, guna memastikan tercapainya standar kualitas pencahayaan alami.

1.4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang mencakup aspek teoritis maupun praktis, sebagaimana diuraikan berikut ini :

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan khasanah keilmuan di bidang arsitektur bioklimatik, khususnya dalam konteks penerapannya pada kawasan beriklim tropis. Temuan yang dihasilkan dapat dijadikan rujukan ilmiah bagi pengembangan teori maupun aplikasi desain yang mengintegrasikan optimasi pencahayaan alami dengan metode simulasi berbasis perangkat lunak DIALux Evo.

2. Bagi Akademisi dan Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat berfungsi sebagai landasan akademik bagi pelaksanaan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan evaluasi kinerja bangunan pasif serta pengembangan metode simulasi dalam kerangka desain arsitektur berkelanjutan.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Profesi Arsitektur dan Desainer Bangunan

Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan panduan praktis beserta contoh konkret penerapan prinsip-prinsip arsitektur bioklimatik yang berlandaskan pada data simulasi dan perhitungan kuantitatif. Hal ini diharapkan dapat membantu para praktisi dalam merancang bangunan yang lebih efisien secara energi sekaligus nyaman secara visual, khususnya pada konteks iklim tropis.

2. Bagi Masyarakat/ Pengguna Bangunan

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran kolektif mengenai pentingnya penerapan desain bangunan yang responsif terhadap karakteristik iklim lokal, sehingga mendorong terwujudnya bangunan yang lebih sehat, nyaman, dan berwawasan lingkungan bagi penggunanya, sekaligus berpotensi berkontribusi terhadap penurunan biaya operasional gedung dalam jangka panjang.

3. Bagi Kebijakan dan Pihak Terkait

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan yang konstruktif dalam proses perumusan standar maupun regulasi efisiensi energi bangunan, khususnya yang berkaitan dengan kriteria pencahayaan alami dan nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang optimal untuk bangunan di kawasan beriklim tropis. Di samping itu, penelitian ini diharapkan dapat mendorong para pengembang properti untuk mengadopsi prinsip-prinsip desain berkelanjutan dalam setiap tahap perancangan bangunan.

4. Bagi Manajemen Gedung

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi desain yang konkret dan terukur guna perbaikan kinerja termal dan visual Gedung Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro, yang pada akhirnya dapat berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi serta optimalisasi kualitas lingkungan interior dalam operasional gedung secara berkelanjutan.

1.5. Batasan Studi

Batasan studi yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Objek yang dievaluasi terbatas pada bangunan Gedung Departemen Ilmu Gizi Universitas Diponegoro sesuai dengan kondisi eksisting
2. Waktu simulasi terbatas yaitu pada pukul 06.00, 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, dan 16.00 dengan kondisi langit *Average Sky*
3. Shading device yang digunakan yaitu jenis shading device vertikal
4. Penelitian tidak mencakup pencahayaan buatan, performa termal, dan pengaruh psikologis pada pengguna ruang
5. SNI 03-2396-2001 Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung.
6. SNI 6197-2020 tentang Konservasi Energi pada sistem Pencahayaan di Bangunan Gedung.

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan bertujuan untuk mempermudah pemahaman dan penelaahan penelitian. Dalam laporan penelitian ini, sistematika penulisan terdiri atas lima bab, masing- masing uraian yang secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini merupakan pendahuluan yang materinya Sebagian besar menyempurnakan usulan penelitian yang berisikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan studi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menguraikan teori-teori yang mendasari pembahasan secara terperinci yang memuat tentang kualitas udara dan kesehatan, pengertian *Arsitektur Bioklimatik*, *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV), pencahayaan alami dan

Simulasi DIALux, karakteristik iklim tropis, prinsip arsitektur bioklimatik, *Shading Device*.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisikan pengembangan metodologi yang terdiri dari kerangka pemikiran, sumber data dan jenis data, serta pendekatan yang digunakan untuk menganalisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menguraikan gambaran umum dan kondisi bangunan, serta hasil pengujian pencahayaan dengan perhitungan OTTV dan simulasi dengan software DIALux.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan dari serangkaian analisis dan simulasi yang telah dilakukan, serta saran-saran dan rekomendasi desain pada bangunan.