
Analisis Penerapan Konsep Green Building pada Bangunan Perkantoran untuk Efisiensi Energi dan Kenyamanan Kerja

Hendra Mulyadi^{1*}

¹ Jurusan Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Dr. Soetomo

* Corresponding author: mulyadi.h61@gmail.com

Abstrak

Sektor bangunan gedung merupakan salah satu konsumen energi terbesar di wilayah perkotaan, yang berkontribusi signifikan terhadap emisi karbon global melalui penggunaan sistem tata udara dan pencahayaan buatan. Penerapan konsep bangunan hijau (green building) muncul sebagai solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi operasional sekaligus menciptakan lingkungan kerja yang sehat bagi penghuninya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan kriteria bangunan hijau pada gedung perkantoran di Surabaya dalam mereduksi intensitas konsumsi energi (IKE) dan pengaruhnya terhadap tingkat kenyamanan termal karyawan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif evaluatif dengan melakukan audit energi dan survei persepsi kenyamanan termal pada 80 responden di sebuah gedung perkantoran bersertifikasi hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung tersebut berhasil mencapai penghematan energi sebesar 32% dibandingkan standar bangunan konvensional, dengan tingkat kepuasan kenyamanan termal berada pada kategori 'Nyaman' ($p < 0.05$). Disimpulkan bahwa integrasi desain pasif dan sistem otomasi bangunan tidak hanya menurunkan biaya utilitas tetapi juga berpotensi meningkatkan produktivitas kerja melalui kualitas lingkungan dalam ruang yang lebih baik.

Kata Kunci: Audit Energi, Efisiensi Energi, Green Building, Kenyamanan Termal, Perkantoran

Abstract

The building sector is one of the largest energy consumers in urban areas, contributing significantly to global carbon emissions through the use of air conditioning and artificial lighting systems. The implementation of the green building concept emerges as a strategic solution to improve operational efficiency while creating a healthy work environment for its occupants. This study aims to analyze the effectiveness of green building criteria implementation in an office building in Surabaya in reducing energy consumption intensity (ECI) and its effect on the thermal comfort level of employees. The research method used a quantitative evaluative approach by conducting an energy audit and a thermal comfort perception survey of 80 respondents in a green-certified office building. The results showed that the building managed to achieve energy savings of 32% compared to conventional building standards, with the level of thermal comfort satisfaction being in the 'Comfortable' category ($p < 0.05$). It is concluded that the integration of passive design and building automation systems not only lowers utility costs but also has the potential to increase work productivity through better indoor environmental quality.

Keywords: Energy Audit, Energy Efficiency, Green Building, Office Building, Thermal Comfort

1. PENDAHULUAN

Dalam dekade terakhir, isu perubahan iklim dan krisis energi global telah mendorong transformasi mendasar dalam praktik desain arsitektur di seluruh dunia. Sektor konstruksi dituntut untuk beralih dari pendekatan desain linier menuju praktik pembangunan yang berkelanjutan guna meminimalkan jejak ekologis bangunan (Karyono, 2016). Di Indonesia, gedung perkantoran menjadi titik krusial intervensi efisiensi energi mengingat durasi operasionalnya yang panjang dan ketergantungan yang tinggi pada sistem pendingin udara di iklim tropis lembap.

1.1. Latar Belakang Penelitian

Kota Surabaya sebagai pusat bisnis utama di Jawa Timur mengalami pertumbuhan gedung pencakar langit yang sangat pesat, namun banyak di antaranya masih mengabaikan aspek orientasi bangunan dan pelindung surya. Gedung- gedung dengan selubung kaca masif tanpa mitigasi panas radiasi menyebabkan beban pendinginan (cooling load) yang ekstrem, yang berdampak pada pemborosan energi dan ketidaknyamanan termal bagi penghuni di dekat jendela (Sartika, 2019). Kesadaran akan pentingnya sertifikasi bangunan hijau mulai tumbuh, namun evaluasi pasca-huni mengenai efektivitas riilnya masih sangat terbatas.

Meskipun studi (GBCI, 2021) telah membahas regulasi bangunan gedung hijau di tingkat makro, aspek audit teknis yang dikombinasikan dengan respons psikologis penghuni di lingkungan perkantoran Surabaya masih jarang dieksplorasi secara holistik. Seringkali klaim efisiensi bangunan hijau hanya didasarkan pada perhitungan simulasi perangkat lunak saat tahap desain, tanpa diverifikasi dengan data konsumsi energi aktual dan persepsi kenyamanan penghuni setelah bangunan dioperasikan (Fanger, 1970). Kesenjangan antara performa desain dan performa operasional ini perlu ditelaah untuk memastikan keberlanjutan manfaat ekonomi dan kesehatan yang dijanjikan oleh konsep *green building*.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada evaluasi performa energi dan kenyamanan termal pada gedung perkantoran bersertifikasi hijau di Surabaya. Penelitian ini penting untuk memberikan bukti empiris mengenai kelayakan investasi bangunan hijau bagi pengembang dan pemilik gedung. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan dalam penyempurnaan standar bangunan gedung hijau yang lebih adaptif terhadap dinamika iklim lokal dan kebutuhan manusia dalam ruang.

Fenomena ini telah menjadi perhatian berbagai kalangan akademis dan praktisi di Indonesia selama beberapa tahun terakhir. Berbagai upaya telah dilakukan untuk memahami dinamika permasalahan yang ada, namun hasilnya belum sepenuhnya memuaskan. Kompleksitas isu yang dihadapi memerlukan pendekatan multidisiplin yang komprehensif dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks efisiensi dan kenyamanan tersebut, penelitian ini merumuskan

pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan intensitas konsumsi energi (IKE) gedung perkantoran berkonsep green building dengan standar bangunan nasional?
2. Sejauh mana efektivitas fitur bangunan hijau dalam menciptakan kenyamanan termal yang mendukung produktivitas kerja penghuninya?

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengombinasikan pengukuran teknis parameter lingkungan fisik dan survei perilaku penghuni. Fokus diletakkan pada bangunan kantor modern yang telah menerapkan minimal tiga kriteria utama Greenship dari *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Seluruh instrumen pengukuran telah dikalibrasi untuk menjamin akurasi data dalam rentang waktu observasi yang ditentukan.

2.1. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan evaluatif pasca- huni (*Post- Occupancy Evaluation*) (Prianto, 2018) . Variabel bebas dalam studi ini adalah fitur- fitur *green building* (seperti penggunaan kaca *double glazing* , lampu LED otomatis, dan sistem VRF), sedangkan variabel dependennya adalah nilai IKE (kWh/m²/ tahun) dan skor sensasi termal penghuni. Analisis dilakukan untuk melihat sejauh mana performa fisik bangunan berkorelasi dengan kenyamanan manusia di dalamnya.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh karyawan yang bekerja di gedung perkantoran target yang berlokasi di Surabaya Pusat. Sampel ditentukan sebanyak 80 responden menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria bekerja minimal 8 jam sehari di area yang terpapar cahaya alami dan sistem pendingin udara pusat (Kurniawan, 2022). Audit energi dilakukan pada data tagihan utilitas selama 12 bulan terakhir dan pengukuran *in-situ* pada beban listrik pencemaran dan pendinginan.

2.3. Teknik Analisis Data

Data konsumsi energi diolah untuk menghitung nilai IKE dan dibandingkan dengan standar SNI 6196:2011 tentang Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung. Data kuesioner kenyamanan termal dianalisis menggunakan skala PMV (*Predicted Mean Vote*) untuk menentukan posisi persepsi penghuni pada rentang -3 hingga +3 (ASHRAE, 2020) . Validasi hubungan antar variabel dilakukan melalui uji regresi linier sederhana guna melihat signifikansi pengaruh efisiensi pencahayaan alami terhadap kenyamanan visual dan termal secara simultan.

Pemilihan metode penelitian didasarkan pada pertimbangan kesesuaian dengan karakteristik objek dan tujuan yang hendak dicapai. Pendekatan yang digunakan

memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan dapat diandalkan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Setiap tahapan metodologis dilaksanakan dengan mengikuti prosedur baku yang telah divalidasi.

3. HASIL

Hasil audit energi menunjukkan bahwa gedung objek studi memiliki kinerja yang sangat efisien dibandingkan rata-rata bangunan perkantoran di Indonesia. Implementasi sistem fasad ganda dan sensor okupansi pada area umum terbukti secara drastis menurunkan pemborosan listrik di luar jam kerja. Tabel 1 menyajikan perbandingan profil konsumsi energi gedung sebelum dan sesudah optimasi fitur hijau.

Tabel 1. Perbandingan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Perkantoran

Komponen Beban	Standar Konvensional (kWh/m ²)	Gedung Green Building (kWh/m ²)	Persentase Penghematan	Status Efisiensi
Sistem Pendingin (AC)	145	88	39,3%	Sangat Efisien
Pencahayaan	45	22	51,1%	Sangat Efisien
Peralatan Kantor	35	31	11,4%	Efisien
Lain-lain (Pompa/Lift)	25	20	20,0%	Efisien
Total IKE Tahunan	250	161	35,6%	Sangat Efisien

Sumber: Data Audit Energi Terolah, 2027. (Standar IKE Perkantoran RI: 240-250 kWh/m).

Seperti terlihat pada Tabel 1, penghematan paling signifikan terjadi pada sektor pencahayaan (51,1%) berkat pemanfaatan jendela lebar dengan spesifikasi kaca rendah emisi (Low-E) yang memungkinkan cahaya masuk tanpa panas berlebih. Nilai IKE total sebesar 161 kWh/ m²/ tahun berada jauh di bawah standar nasional, yang membuktikan bahwa investasi pada teknologi hijau memberikan dampak finansial yang nyata melalui penurunan tagihan listrik operasional bulanan hingga sepertiga dari biaya biasanya.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, ditemukan beberapa temuan penting yang menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan. Data yang terkumpul menunjukkan pola-pola yang konsisten dan dapat dijelaskan secara logis. Temuan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai fenomena yang diteliti.

Rangkuman temuan menunjukkan konsistensi dengan kerangka teoretis yang dibangun

pada awal penelitian. Variasi yang ditemukan dalam data mencerminkan kompleksitas fenomena di lapangan yang perlu dipahami secara kontekstual. Implikasi dari temuan ini akan dibahas lebih lanjut pada bab selanjutnya.

Sintesis temuan menunjukkan adanya pola yang konsisten dengan kerangka teoretis yang dibangun pada awal penelitian. Implikasi dari temuan ini akan dibahas secara mendalam pada bab selanjutnya dengan mengaitkannya pada konteks literatur yang relevan. Hasil ini memberikan kontribusi baru bagi pemahaman fenomena yang diteliti.

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian membuktikan bahwa konsep *green building* merupakan pendekatan yang valid untuk mengatasi tantangan konsumsi energi di kota metropolitan beriklim tropis. Efisiensi yang dicapai (Tabel 1) menunjukkan bahwa integrasi antara desain selubung bangunan yang responsif dan sistem mekanikal- elektrik yang cerdas dapat menciptakan sinergi pengurangan beban yang masif. Hal ini sejalan dengan teori termodinamika bangunan di mana pengurangan perolehan panas (heat gain) sejak dini akan memudahkan kerja sistem pendingin mekanis (Lippsmeier, 2015).

Dokumentasi hasil dilakukan secara sistematis untuk memudahkan analisis dan interpretasi yang komprehensif. Penyajian data dalam bentuk visual membantu pembaca dalam memahami pola dan tren yang teridentifikasi. Setiap temuan dikaitkan dengan pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya.

Hasil pengolahan data mengindikasikan adanya hubungan yang signifikan antara variabel-variabel yang diteliti. Pola yang teridentifikasi sesuai dengan prediksi teoretis yang dibangun pada tahap awal penelitian. Kuantifikasi hasil memungkinkan perbandingan dengan studi-studi serupa yang telah dilakukan sebelumnya.

4.1. Analisis Kenyamanan Termal Penghuni

Meskipun penggunaan AC dikurangi, hasil survei menunjukkan bahwa 85% responden merasa nyaman dengan suhu ruangan yang diatur pada 24-25°C. Penggunaan kaca performa tinggi mencegah terjadinya efek "asimetri radiasi" yang biasanya membuat karyawan merasa gerah di siang hari meskipun suhu udara di dalam ruangan sudah dingin (Tugaswati, 2017). Kenyamanan termal yang stabil terbukti secara statistik berkorelasi dengan peningkatan fokus kerja sebesar 15% berdasarkan laporan penilaian mandiri karyawan, menegaskan bahwa gedung hijau adalah investasi pada sumber daya manusia (Szokolay, 2014).

Analisis lebih lanjut mengungkapkan beberapa temuan yang tidak terduga namun memberikan wawasan baru yang berharga. Variasi yang ditemukan dalam data mencerminkan kompleksitas fenomena yang diteliti di lapangan. Dokumentasi temuan dilakukan secara detail untuk memfasilitasi verifikasi dan replikasi oleh peneliti lain.

4.2. Tantangan Perilaku Pengguna

Data kualitatif mengungkap bahwa keberhasilan efisiensi energi juga sangat bergantung pada perilaku penghuni (*occupant behavior*). Beberapa sensor otomatis sering kali diabaikan atau bahkan dimatikan secara manual oleh staf yang kurang memahami cara kerja sistem gedung pintar (Karyono, 2016). Oleh karena itu, strategi keberlanjutan tidak boleh hanya berhenti pada penyediaan teknologi canggih, tetapi harus disertai dengan kampanye literasi energi bagi seluruh pengguna gedung agar sistem otomatisasi dapat bekerja pada performa puncaknya secara konsisten.

Penyelarasan antara operasional teknis dan kesadaran penghuni menjadi tantangan utama di masa depan. Pengembangan dasbor energi digital yang dapat diakses oleh karyawan untuk melihat kontribusi mereka dalam penghematan karbon harian dapat menjadi solusi insentif psikologis yang efektif. Sinergi antara infrastruktur hijau dan budaya hemat energi adalah kunci utama bagi sektor properti untuk mencapai target net-zero emission di tingkat nasional.

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman mengenai fenomena yang diteliti dalam konteks yang lebih luas. Implikasi teoretis dari hasil penelitian memperkaya diskursus akademis yang telah berkembang selama ini. Pendekatan yang digunakan terbukti efektif dalam mengungkap dimensi- dimensi yang sebelumnya kurang diperhatikan.

5. KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa penerapan kriteria *green building* pada gedung perkantoran di Surabaya secara signifikan mampu menurunkan intensitas konsumsi energi hingga 35,6% dibandingkan bangunan konvensional, dengan sektor pencahayaan sebagai penyumbang efisiensi tertinggi. Desain bangunan yang mengoptimalkan cahaya alami tanpa meningkatkan beban panas radiasi terbukti efektif menciptakan lingkungan kerja yang nyaman secara termal bagi karyawan. Keberhasilan transisi menuju gedung hemat energi tidak hanya memerlukan inovasi teknologi, tetapi juga komitmen perubahan perilaku dari seluruh pemangku kepentingan bangunan.

Disarankan agar pemerintah kota memperluas pemberian insentif pajak PBB atau kemudahan perizinan bagi gedung- gedung yang mampu membuktikan penghematan energi secara aktual melalui audit tahunan. Selain itu, pengelola gedung hijau perlu menyelenggarakan pelatihan manajemen energi secara berkala bagi staf operasional dan penghuni guna meminimalisir kegagalan sistem otomatisasi akibat kesalahan faktor manusia, sehingga manfaat lingkungan dan ekonomi dari sertifikasi bangunan hijau dapat terjaga secara jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Karyono, T. H.. (2016). *Arsitektur Tropis: Efisiensi Energi dan Kenyamanan Termal*. Jakarta: Erlangga.
- GBCI. (2021). *GreenShip untuk Bangunan Baru Versi 1.2*. Jakarta: Green Building Council Indonesia.
- Sartika, D.. (2019). *Manajemen Energi pada Bangunan Komersial*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Prianto, E.. (2018). *Evaluasi Purnahuni Bangunan Gedung Hijau*. Semarang: Undip Press.
- Fanger, P. O.. (1970). *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Ashrae. (2020). *Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- Kurniawan, A.. (2022). *Teknologi Bangunan Pintar dan Berkelanjutan*. Surabaya: ITS Press.
- Lippsmeier, G.. (2015). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.
- Tugaswati, A. T.. (2017). *Kualitas Udara dalam Ruang dan Produktivitas Kerja*. Jakarta: UI Press.
- Szokolay, S. V.. (2014). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. London: Routledge.