

Penilaian *Green Building* pada Aspek *Indoor Health Comfort, Energy Efficiency and Conservation* pada Bangunan Gedung (Studi Kasus: Gedung X di Bandar Lampung)

M Ridho Bagas Tri Amarta AN¹,
Putty Yunesti²,
Khoirun Naimah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan 35365.

^{1,2}Korespondensi penulis: mridho.119340058@student.itera.ac.id dan putty.yunesti@tse.itera.ac.id

Article Info: Received: July 14, 2025; Accepted: April 18, 2026; Available online: May 11, 2026

DOI: 10.30588/jeemm.v10i1.2350

Abstract: The concept of green building emerged and has been promoted as a solution to reduce the impact of carbon footprints. It has evolved into an integrated approach to environmentally friendly and sustainable building design, construction, and operation. The objective of this study is to evaluate the implementation of green building principles, assess the level of achievement in meeting green building criteria, and provide recommendations for improvements to help buildings meet the standards set by the Green Building Council Indonesia (GBCI) through its Greenship rating system. This research employed methods including observation, interviews, and measurements, with the results analyzed using a descriptive approach. The assessment of Building X in Bandar Lampung revealed that it scored only 10 out of a maximum of 20 points (equivalent to 45%) for the Indoor Health and Comfort category, and 16 out of a maximum of 36 points (equivalent to 44.4%) for the Energy Efficiency and Conservation category. To improve the green building performance scores, several measures can be undertaken. These include the installation of monitoring instruments for temperature, carbon dioxide, and carbon monoxide levels; indoor air quality assessments; optimization of lighting systems; formation of an energy cluster team; enhanced energy efficiency and conservation strategies; the use of renewable energy sources such as solar panels; and the provision of sub-metering (kWh meters) for ventilation, lighting, and other electrical systems.

Keywords: Green Building, Greenship, Energy Efficiency, Conservation

Abstrak: Konsep bangunan hijau lahir dan digalakkan sebagai solusi untuk mengurangi dampak jejak karbon, konsep ini berkembang sebagai pendekatan terpadu dalam perancangan, konstruksi dan operasional bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan penilaian terhadap penerapan *green building*, dan mengetahui tingkat keberhasilan dari poin penerapan *green building* serta dapat memberikan rekomendasi terkait upaya dalam perbaikan pada gedung demi tercapainya kriteria *green building* yang sesuai dengan standar *greenship* oleh *Green Building Council Indonesia*. Metode yang digunakan pada penelitian ini berupa observasi, wawancara serta pengukuran dengan hasil akhir berupa analisis deskriptif. Hasil poin yang didapatkan dari penelitian pada gedung X di Bandar Lampung hanya senilai 10 poin dari 20 poin maksimum dengan persentase sebesar 45% dari aspek *indoor health and comfort* dan 16 poin dari 36 poin maksimum dengan persentase 44.4% dari aspek *energy efficiency and conservation*. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan poin kriteria *green building* adalah dengan melakukan usaha perbaikan melalui pemasangan alat monitoring kontrol suhu, karbon dioksida dan karbon monoksida, pengukuran kualitas udara, optimalisasi pada sistem tata cahaya, pembentukan tim klaster energi, peningkatan efisiensi energi dan konservasi, penerapan energi terbarukan seperti panel surya serta perlu tersedianya kWh meter yang meliputi sistem pengudaraan, pencahayaan serta sistem kelistrikan lainnya.

Kata Kunci: Green Building, Greenship, Efisiensi Energi, Konservasi

I. Pendahuluan

Dalam dekade terakhir, fenomena perubahan iklim dan krisis energi global mendorongnya pembangunan yang berkelanjutan. UNEP dan Global ABC menyebutkan bahwa salah satu sektor penyumbang konsumsi energi terbesar adalah sektor bangunan sebesar 36% penggunaan energi akhir global dan menyumbangkan 39% emisi CO₂ (karbondioksida) (UNEP, Caribbean Community Climate Change Centre, CCCCC, & GEF, 2020). Sistem pengkondisian udara, pencahayaan dan *tools* dalam bangunan menjadi salah satu penyumbang utama, 40-50% dari total konsumsi energi bangunan dihasilkan dari HVAC dan pencahayaan (Gao, Li, & Wen, 2019; International Energy Agency, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan energi yang efisien dalam bangunan adalah salah satu kunci dalam upaya konservasi energi dan penurunan emisi.

Konsep bangunan hijau dikembangkan sebagai solusi untuk mengurangi dampak jejak karbon yang ditimbulkan oleh sektor bangunan. Seiring perkembangan pendekatan berkelanjutan, konsep ini kemudian berevolusi menjadi suatu strategi terpadu dalam perancangan, konstruksi, dan operasional bangunan yang ramah lingkungan. Pendekatan ini berfokus pada dua aspek utama, yaitu *Energy Efficiency and Conservation* (EEC), yang menekankan pentingnya efisiensi dan konservasi energi, serta *Indoor Health and Comfort* (IHC), yang berorientasi pada peningkatan kualitas lingkungan dalam ruang, mencakup kenyamanan termal, kualitas udara, pencahayaan, dan akustik (Jia et al., 2021). Kondisi termal dalam ruang memiliki pengaruh signifikan terhadap perilaku pengguna energi serta tingkat konsumsi energi bangunan, khususnya di wilayah beriklim tropis (Indraganti, Ooka, Rijal, & Brager, 2014). Ketika kenyamanan termal tidak tercapai, pengguna cenderung meningkatkan penggunaan sistem pengkondisian udara (HVAC), yang secara langsung berdampak pada meningkatnya konsumsi energi (Al Mindeel, Spentzou, & Eftekhari, 2024; Kajjoba et al., 2025). Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut, sistem kontrol termal yang mengintegrasikan aspek *Indoor Health Comfort* (IHC) dan *Energy Efficiency* secara dinamis terbukti dapat meningkatkan kinerja bangunan secara keseluruhan (Felgueiras, Mourão, Moreira, & Gabriel, 2023; Halhoul Merabet et al., 2021).

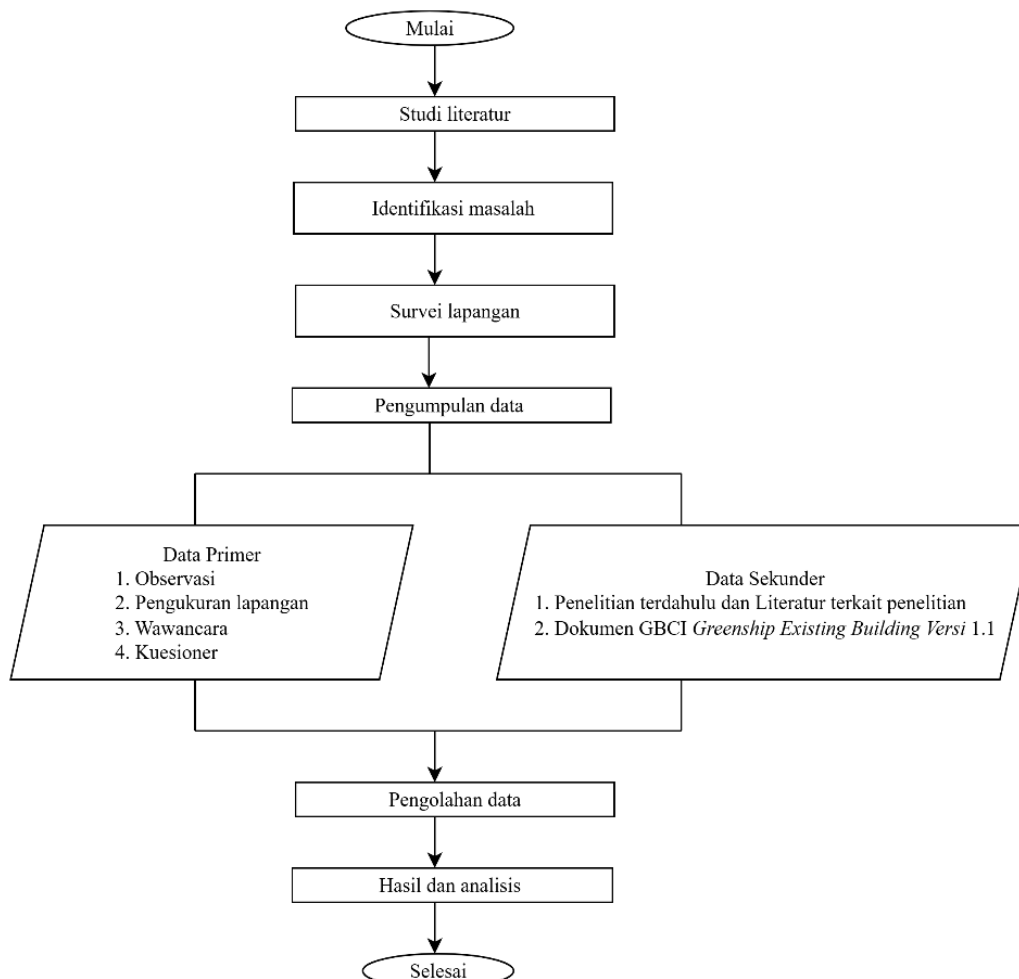
Green Building Council Indonesia merupakan lembaga yang merancang *greenship rating tools*, salah satunya adalah *greenship existing building* version 1.1. Sistem ini dirancang untuk mengevaluasi bangunan yang telah beroperasi minimal satu tahun terdapat enam aspek utama yaitu *Appropriate Site Development*, *Energy Efficiency and Conservation*, *Water Conservation*, *Material Resources and Cycle*, *Indoor Health Comfort*, dan *Building Environmental Management* (Green Building Council Indonesia, 2021). Efisiensi energi dan konservasi dalam bangunan meliputi pengoptimalan sistem energi, penerapan energi terbarukan hingga pemantauan konsumsi energi secara menyeluruh (Alyami & Rezgui, 2012; Bayasgalan, Park, Koh, & Son, 2024). Selain itu kenyamanan termal, kualitas udara dalam ruangan dan pencahayaan alami juga dapat membawa pengaruh signifikan terhadap kesehatan dan produktivitas pengguna bangunan (ASHRAE, 2023; Coelho, Rebelo, De Freitas, Henriques, & Sousa, 2023; Kafy et al., 2022).

Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa implementasi aspek EEC dan IHC dalam bangunan eksisting masih jauh dari optimal. Ziyad Fauzi Na'im (2023) memaparkan bahwa MI Al-Muhajiriah hanya meraih 2 dari 36 poin EEC dan 2 dari 20 poin IHC (Fauzi Na'im, 2023), sedangkan penelitian pada gedung perpustakaan universitas didapatkan skor yang rendah akibat sistem pendingin yang tidak efisien dan minimnya pengelolaan kenyamanan ruang (Agustianto et al., 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Buyang dan Sangadji (2023) di Universitas Pattimura juga menunjukkan kurangnya sistem monitoring energi dan ventilasi alami, sehingga EEC hanya mendapat 3 poin dan IHC sebesar 6 poin (Buyang & Sangadji, 2023). Rendahnya capaian ini tentu perlunya evaluasi mendalam terhadap tingkat keberhasilan penerapan bangunan hijau, evaluasi ini penting tidak hanya mengukur pencapaian tetap sebagai dasar dalam menyusun rekomendasi dan perbaikan bagi bangunan gedung agar dapat meningkatkan performa secara berkelanjutan dan memenuhi standar *green building*.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan yang mengintegrasikan metode kuantitatif dan kualitatif. Penggunaan kedua metode tersebut bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh terhadap fenomena yang diteliti, sekaligus meningkatkan validitas serta

kekuatan analisis hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan kegiatan pengukuran dan analisis terhadap berbagai aspek untuk menilai penerapan konsep *green building* pada Gedung X di Bandar Lampung, dengan fokus pada aspek kenyamanan dan kesehatan dalam ruangan (*indoor health comfort*) serta efisiensi dan konservasi energi (*energy efficiency and conservation*). Penentuan indeks penilaian mengacu pada sistem *rating* Greenship yang dikembangkan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI), berdasarkan dokumen Greenship Existing Building versi 1.1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan secara objektif fenomena aktual yang teridentifikasi selama proses pengumpulan data. Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada bangunan, pengukuran parameter fisik di lapangan, wawancara dengan pengelola Gedung X, serta survei terhadap pengguna bangunan. Data mentah yang diperoleh selanjutnya diolah berdasarkan kriteria kenyamanan ruang bangunan, kemudian dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan temuan yang representatif, yang selanjutnya dievaluasi guna mengidentifikasi kondisi eksisting dan potensi perbaikan.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi kuesioner dengan skala Likert untuk mengukur persepsi pengguna, panduan wawancara terstruktur, serta acuan standar Green Building Council Indonesia melalui dokumen *Greenship Existing Building Version 1.1*. Selain itu, pengukuran dilakukan menggunakan berbagai alat, antara lain roll meter, lux meter, sound level meter, dan air quality detector untuk memperoleh data kuantitatif terkait kondisi fisik lingkungan dalam bangunan.

Penelitian ini difokuskan pada aspek *Indoor Health and Comfort* (IHC) dan *Energy Efficiency and Conservation* (EEC), dengan cakupan pengamatan pada empat lantai bangunan. Analisis juga mencakup evaluasi data konsumsi energi listrik selama enam bulan terakhir untuk menilai kinerja energi bangunan secara komprehensif. Gambar 1 merupakan diagram alir dari penelitian.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Gedung

Gedung ini merupakan salah satu bangunan ikonik yang mengusung konsep *smart and green building*. Bangunan tersebut terdiri atas sembilan lantai dengan luas total sebesar 16.680 m² dan termasuk dalam kategori *existing building*, karena telah beroperasi lebih dari satu tahun sejak mulai digunakan pada tahun 2022. Dalam operasionalnya, gedung ini menggunakan sistem penyediaan tenaga listrik dengan tarif golongan S-3 tegangan menengah (S-3/TM), dengan kapasitas daya tersambung di atas 220 kVA. Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu Desember 2022 hingga Desember 2023, yang mencakup seluruh tahapan penelitian, mulai dari pengumpulan data, pengolahan, hingga analisis hasil.

3.2 Hasil dan Pembahasan Penilaian Aspek *Indoor Health Comfort*

Pada aspek *Indoor Health and Comfort* (IHC), data diperoleh melalui kombinasi observasi langsung, pengukuran parameter fisik lingkungan, serta survei persepsi pengguna bangunan. Pengukuran kuantitatif meliputi intensitas pencahayaan, tingkat kebisingan, dan kualitas udara dalam ruang yang dilakukan menggunakan lux meter, sound level meter, dan *air quality detector* pada beberapa titik pengamatan di setiap lantai. Selain itu, data kualitatif terkait tingkat kenyamanan pengguna dikumpulkan melalui kuesioner dengan skala Likert serta wawancara terstruktur dengan pengelola gedung. Seluruh data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis mengacu pada kriteria penilaian *Greenship Existing Building Version 1.1* untuk mengevaluasi tingkat kenyamanan dan kesehatan lingkungan dalam ruang.

Tabel 1. Hasil Penilaian Aspek IHC

Kode	Kriteria	Hasil poin
IHC P	<i>No Smoking Campaign</i>	P
IHC 1	<i>Outdoor Air Introduction</i>	2
IHC 2	<i>Environmental Tobacco Smoke Control</i>	2
IHC 3	<i>CO₂ and CO Monitoring</i>	0
IHC 4	<i>Physical, Chemical and Biological Pollutants</i>	1
IHC 5	<i>Thermal Comfort</i>	1
IHC 6	<i>Visual Comfort</i>	0
IHC 7	<i>Acoustic Level</i>	1
IHC 8	<i>Building Survey User</i>	3
Total Poin IHC		10

Aspek IHC bertujuan untuk meminimalkan potensi terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) serta meningkatkan kualitas kenyamanan dan kesehatan penghuni selama berada di dalam gedung. Berdasarkan hasil penilaian, gedung ini memperoleh skor sebesar 10 dari total maksimum 20 poin, dengan persentase capaian sebesar 50%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi kenyamanan dan kesehatan lingkungan dalam ruang masih berada pada tingkat sedang dan memerlukan peningkatan pada

beberapa parameter penilaian. *Sick Building Syndrome* (SBS) merupakan kondisi yang ditandai dengan munculnya keluhan kesehatan, seperti sakit kepala, iritasi mata dan tenggorokan, serta kelelahan, yang berkaitan dengan lamanya waktu berada di dalam bangunan tanpa penyebab medis yang jelas (Redlich, Sparer, & Cullen, 1997). Rincian hasil penilaian aspek IHC disajikan pada Tabel 1.

Kriteria penilaian:

- a. *No Smoking Campaign* (Prasyarat), gedung telah memenuhi prasyarat ini dengan adanya kampanye larangan merokok disetiap lantai, menunjukkan komitmen manajemen terhadap lingkungan bebas asap rokok.
- b. *Outdoor Air Introduction* (2 poin), ventilasi alami pada gedung telah dirancang dengan baik melalui bukaan permanen di setiap lantai yang mengarah ke area terbuka seperti teras, area parkir, dan taman hijau. Desain ini telah memenuhi ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-6572-2001 mengenai sistem ventilasi alami yang memadai.
- c. *Environmental Tobacco Smoke Control* (2 poin), tidak adanya area khusus untuk merokok didalam gedung dan penegakkan peraturan larangan merokok dilingkungan kampus, didukung oleh kampanye visual sehingga berkontribusi dalam peningkatan kualitas udara dalam ruang.
- d. *CO₂ and CO Monitoring*, gedung belum dilengkapi dengan sensor CO₂ diruangan berkapasitas tinggi (*ballroom*, ruang rapat, ruang kerja umum) yang dapat mengatur ventilasi udara luar untuk menjaga konsentrasi CO₂ dibawah ambang batas. Selain itu tidak adanya sensor CO diarea parkir tertutup karena gedung hanya memiliki area parkir terbuka.
- e. *Physical, Chemical and Biological Pollutants* (1 poin), gedung sudah melakukan pembersihan *fillter*, *coil* pendingin dan alat bantu *ventilation and air conditioning* sesuai dengan jadwal perawatan berkala dengan waktu 3-6 bulan.
- f. *Thermal Comfort* (1 poin), hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara berkisar antara 24–27°C dengan kelembaban relatif sebesar 60% ± 5%, sesuai dengan ketentuan SNI 6390:2011. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lingkungan termal dalam ruangan berada pada tingkat kenyamanan yang sesuai bagi penghuni.
- g. *Visual Comfort* (0 poin), hasil pengukuran pencahayaan menunjukkan bahwa sebagian besar ruangan, terutama ruang kerja, toilet tidak memenuhi standar SNI 03-6197-2000 350-500 lux untuk ruang kerja, 300 lux *meeting room* dan 200 lux untuk toilet dan *pantry*. Beberapa area terlalu terang sementara yang lain belum cukup terang, menunjukkan perlu adanya optimalisasi sistem pencahayaan.
- h. *Acoustic Level* (1 poin), tingkat kebisingan diseluruh are yang diukur berada dibawah 65 dB, memenuhi standar SNI 03-6386-2000, sehingga menciptakan lingkungan kerja yang kondusif.
- i. *Building Survey User* (3 poin), survei dilakukan terhadap 60 responden (30 % dari total pengguna tetap gedung) menunjukkan hasil 90.35% merasa sangat nyaman dengan kondisi gedung. Kondisi berupa kenyamanan suhu, pencahayaan, suara kebisingan, kebersihan, dan keberadaan hama menyatakan kepuasan bagi pengguna gedung.

3.3 Hasil dan Pembahasan Penilaian Aspek *Energy Efficiency Energy and Conservation*

Pada aspek *Energy Efficiency and Conservation* (EEC), data diperoleh melalui observasi sistem kelistrikan bangunan, dokumentasi penggunaan energi, serta wawancara dengan pengelola gedung. Data konsumsi energi listrik dianalisis berdasarkan catatan pemakaian energi selama enam bulan terakhir. Selain itu, dilakukan pengamatan langsung terhadap sistem pencahayaan dan peralatan listrik yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat efisiensi energi. Seluruh data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis mengacu pada kriteria *GreenShip Existing Building Version 1.1* untuk menilai kinerja efisiensi dan konservasi energi pada bangunan.

Berdasarkan hasil analisis, pada aspek EEC yang berfokus pada pemantauan dan upaya penghematan energi, gedung ini memperoleh skor sebesar 16 dari total maksimum 36 poin, dengan persentase capaian sebesar 44,4%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja efisiensi energi bangunan masih berada pada kategori belum optimal dan memerlukan peningkatan pada beberapa indikator penilaian. Rincian hasil penilaian aspek EEC disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Aspek EEC

Kode	Kriteria	Hasil poin
EEC P 1	<i>Policy and energy management plan</i>	P
EEC P 2	<i>Minimum building energy performance</i>	P
EEC 1	<i>Optimized efficiency building energy performance</i>	12
EEC 2	<i>Testing, re-commisioning or retro-commisioning</i>	2
EEC 3	<i>System energy performance</i>	2
EEC 4	<i>Energy monitoring and control</i>	0
EEC 5	<i>Operation and maintenance</i>	0
EEC 6	<i>On site renewable energy</i>	0
EEC 7	<i>Less energy emission</i>	0
Total Poin EEC		16

Kriteria penilaian:

- a. *Policy and energy management plan* (Prasyarat), gedung telah memenuhi prasyarat dengan adanya kampanye penghematan energi melalui pemasangan stiker pada peralatan kelistrikan disetiap lantai, namun belum adanya SOP penghematan energi yang rinci, menunjukkan perlu adanya perbaikan terkait manajemen energi.
- b. *Minimum building energy performance* (Prasyarat), nilai IKE listrik gedung selama enam bulan terakhir rata-rata 6.077 kWh/m² berada dibawah acuan 8.5 kWh/m² untuk bangunan ber-AC mengindikasikan efisiensi energi yang baik berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012.
- c. *Optimized efficiency building energyperformance* (12 poin), gedung memperoleh 9 poin karena nilai IKE lebih rendah dari standar acuan. Tambahan 3 poin diperoleh dari penurunan konsumsi energi listrik yang signifikan melebihi 3% pada periode Desember 2022- Maret 2023, menunjukkan upaya penghematan yang efektif.
- d. *Testing, re-commisioning or retro-commisioning* (2 poin), gedung secara rutin telah melakukan komisioning setiap enam bulan sekali, yang berkontribusi dalam pemeliharaan kinerja sistem *mechanical ventilation and air conditioning*.
- e. *System energy performance* (2 poin), penggunaan lampu LED diunit kerja telah mencapai lebih dari 80% sehingga didapatkan dua poi, akan tetapi efisiensi pada sistem AC tidak didapatkan karena pihak gedung belum melakukan *site performance test* yang aktual.
- f. *Energy monitoring and control* (0 poin), gedung bekum memiliki kWh meter yang mencakup sistem pengudaraan, pencahayaan dan beban listrik lainnya. Pencatatan rutin bulanan data kWh meter tidak dilakukan oleh pihak gedung melainkan oleh PLN. Tidak adanya *display energy* diarea publik. Menunjukkan kurangnya sistem pemantauan energi internal yang komprehensif.
- g. *Operation and maintenance* (0 poin), tidak adanya manual operasi dan perawatan yang terstruktur untuk seluruh sistem pengudaraan dan peralatan gedung lainnya.
- h. *On site renewable energy* (0 poin), gedung belum memanfaatkan sumber energi terbarukan dilokasi untuk menghasilkan *maximum power demand*.
- i. *Less energy emission* (0 poin), gedung tidak memiliki sumber energi terbarukan seperti solar panel, tenaga angin karena seluruh pasokan listriknya berasal dari PLN.

3.4 Rekomendasi dalam Peningkatan Poin

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap kinerja dan perolehan poin gedung X dalam aspek efisiensi energi dan kenyamanan ruang, terdapat beberapa area yang memerlukan perbaikan dan penguatan

sistem. Rekomendasi berikut disusun guna meningkatkan skor penilaian bangunan, mengurangi konsumsi energi, serta mendorong terciptanya lingkungan bangunan yang lebih sehat, efisien, dan ramah lingkungan. Rekomendasi ini juga mendukung penerapan prinsip bangunan hijau (*green building*) dan pemenuhan indikator dalam sistem penilaian Greenship. Langkah-langkah berikut dapat menjadi strategi teknis dan manajerial dalam upaya peningkatan kinerja gedung secara berkelanjutan.

- a. Gedung X wajib membentuk tim klaster energi, melakukan penyediaan kWh meter yang mencakup sistem pengudaraan, pencahayaan, dan sistem beban kelistrikan lainnya sebagai pemantau konsumsi energi pada bangunan gedung, sehingga dapat dijadikan dasar penentuan manajemen penghematan energi yang tepat.
- b. Perlu melakukan pencatatan hasil pemantauan dan pendataan kWh meter secara rutin setiap bulan. Survei dilakukan minimal enam bulan terakhir.
- c. Gedung memberikan apresiasi terhadap efisiensi energi melalui display energi yang ditempatkan di area publik, menampilkan informasi yang mudah dipahami mengenai perbandingan konsumsi energi bulanan pada tahun berjalan dengan data konsumsi energi total pada bulan yang sama di tahun sebelumnya. Selain itu, disarankan untuk menerapkan teknologi *Energy Management System* (EMS) guna memantau dan mengendalikan peralatan energi di gedung secara lebih efektif dan terintegrasi.
- d. Gedung telah menyusun dan melaksanakan panduan pengoperasian serta pemeliharaan untuk seluruh sistem AC (*chiller*, *air handling unit*, dan *cooling tower*), serta panduan pemeliharaan berkala bagi seluruh sistem peralatan lainnya, seperti sistem transportasi dalam gedung, sistem distribusi air bersih dan air kotor (pompa), dan pembangkit listrik cadangan. Selain itu, tersedia laporan bulanan kegiatan operasional dan pemeliharaan sistem gedung yang terdokumentasi dengan baik selama minimal enam bulan terakhir, sesuai dengan format yang tercantum dalam panduan pengoperasian dan pemeliharaan.
- e. Pihak gedung perlu berbenah agar dapat mengembangkan sumber energi terbarukan dengan memanfaatkan cahaya matahari agar pasokan listrik yang dihasilkan tidak hanya dari PLN saja sehingga dapat mengurangi emisi.

IV. Kesimpulan

Pada penelitian ini Gedung X di Bandar Lampung dalam pengimplementasian *green building* belum optimal dengan diperoleh poin maksimum untuk terpenuhi berdasarkan penilain dengan dokumen *existing building* versi 1.1 yang diterbitkan oleh GBCI. Hasil poin yang didapatkan dari penelitian berdasarkan penilaian *greenship* pada gedung ini hanya mendapatkan 10 poin dari 20 poin maksimum dengan persentase 50% untuk aspek *indoor health and comfort* dan 16 poin dari 36 poin maksimum dengan persentase 44.4% untuk aspek *energy efficiency & conservation*. Gedung X di Bandar Lampung untuk meningkatkan poin penilaian *green building*, rekomendasi yang dapat diperhatikan dan dilengkapi oleh gedung bangunan adalah dengan melakukan usaha perbaikan berupa pemasangan alat monitoring kontrol suhu, karbon dioksida dan karbon monoksida, melakukan pengukuran kualitas udara, pada pencahayaan agar dapat dioptimalkan, membentuk tim gugus energi, peningkatan efisiensi dan konservasi energi, mengembangkan energi terbarukan seperti panel surya serta perlu tersedianya kWh meter yang meliputi sistem pengudaraan, pencahayaan serta sistem kelistrikan lainnya.

Daftar Pustaka

- Agustianto, E., Universitas Internasional Batam, Gunawan, G. N. A., Suwarlan, S. A., Universitas Internasional Batam, & Universitas Internasional Batam. (2024). Analisis Efisiensi Bangunan pada Perpustakaan Universitas Internasional Batam dengan Pendekatan Arsitektur Hijau. *Journal of Architectural Design and Development*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.37253/jad.v5i1.8869>
- Al Mindeed, T., Spentzou, E., & Eftekhari, M. (2024). Energy, thermal comfort, and indoor air quality: Multi-objective optimization review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 202, 114682. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114682>
- Alyami, S. H., & Rezgui, Y. (2012). Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, 5, 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2012.05.004>

- ASHRAE. (2023). *ASHRAE Handbook – HVAC Applications* (SI ed.). Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Bayasgalan, A., Park, Y. S., Koh, S. B., & Son, S.-Y. (2024). Comprehensive Review of Building Energy Management Models: Grid-Interactive Efficient Building Perspective. *Energies*, 17(19), 4794. <https://doi.org/10.3390/en17194794>
- Buyang, C. G., & Sangadji, F. (2023). PENILAIAN KRITERIA GREEN BUILDING PADA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PATTIMURA. *JURNAL SIMETRIK*, 13(1), 677–682. <https://doi.org/10.31959/js.v13i1.1384>
- Coelho, G. B. A., Rebelo, H. B., De Freitas, V. P., Henriques, F. M. A., & Sousa, L. (2023). Current and future geographical distribution of the indoor conditions for high thermal inertia historic buildings across Portugal via hygrothermal simulation. *Building and Environment*, 245, 110877. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110877>
- Fauzi Na'im, Z. (2023). The KAJIAN GREENSHIP EXISTING BUILDING VER.1.1 PADA GEDUNG SEKOLAH LINGKUNGAN PADAT (STUDI KASUS: MI AL-MUHAJIRIAH): STUDY OF GREENSHIP EXISTING BUILDING VERSION.1.1 IN SOLID ENVIRONMENT SCHOOL BUILDINGS (CASE STUDY: MI AL-MUHAJIRIAH). *Jurnal TAMBORA*, 7(3), 20–34. <https://doi.org/10.36761/jt.v7i3.3434>
- Felgueiras, F., Mourão, Z., Moreira, A., & Gabriel, M. F. (2023). Indoor environmental quality in offices and risk of health and productivity complaints at work: A literature review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100314>
- Gao, G., Li, J., & Wen, Y. (2019, January 15). *Energy-Efficient Thermal Comfort Control in Smart Buildings via Deep Reinforcement Learning*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.04693>
- Green Building Council Indonesia. (2021). *GREENSHIP Existing Building Version 1.1*. Jakarta: Green Building Council Indonesia. Retrieved from Green Building Council Indonesia website: <https://www.gbcindonesia.org/greens/existing>
- Halhoul Merabet, G., Essaaidi, M., Ben Haddou, M., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., ... Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110969. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110969>
- Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H. B., & Brager, G. S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of India. *Building and Environment*, 74, 39–53. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.002>
- International Energy Agency. (2021). *Lighting – Analysis and forecast to 2030* (p. Paris). International Energy Agency (IEA). Retrieved from International Energy Agency (IEA) website: <https://www.iea.org/reports/lighting>
- Jia, L.-R., Han, J., Chen, X., Li, Q.-Y., Lee, C.-C., & Fung, Y.-H. (2021). Interaction between Thermal Comfort, Indoor Air Quality and Ventilation Energy Consumption of Educational Buildings: A Comprehensive Review. *Buildings*, 11(12), 591. <https://doi.org/10.3390/buildings11120591>
- Kafy, A.-A., Saha, M., Faisal, A.-A., Rahaman, Z. A., Rahman, M. T., Liu, D., ... Ahasan, M. A. K. (2022). Predicting the impacts of land use/land cover changes on seasonal urban thermal characteristics using machine learning algorithms. *Building and Environment*, 217, 109066. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109066>
- Kajjoba, D., Wesonga, R., Lwanyaga, J. D., Kasedde, H., Olupot, P. W., & Kirabira, J. B. (2025). Assessment of thermal comfort and its potential for energy efficiency in low-income tropical buildings: A review. *Sustainable Energy Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40807-025-00169-9>
- Redlich, C. A., Sparer, J., & Cullen, M. R. (1997). Sick-building syndrome. *The Lancet*, 349(9057), 1013–1016. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(96\)07220-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(96)07220-0)
- UNEP, Caribbean Community Climate Change Centre, CCCCC, & GEF. (2020). *Green Building Procurement Manual for Public Managers (Version 1.0)*. UNEP. Retrieved from UNEP website: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/37333>