

Kajian Implementasi Proses Pemeliharaan Bangunan *Green Building* Dan Potensi Keberlanjutan Sertifikasi *Green Building* : Perbandingan Antara Pengelolaan Gedung Secara *In-House* Dan *Outsourcing*

Sarah Atthiyah Zaqi^{1*}, Rani Gayatri Kusumawardhani Pradoto^{2,5},
Iris Mahani^{3,5} Eliza Puri^{4,5}

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Bandung
e-mail: sarahzaqi1503@gmail.com

² Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Bandung
e-mail: ranipradoto@itb.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Bandung
e-mail: irism@itb.ac.id³

⁴Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Bandung
e-mail: eliza.puri@itb.ac.id

⁵KK Konstruksi dan Manajemen Infrastruktur, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesa No.10, Bandung

ABSTRAK

Pertumbuhan populasi yang pesat meningkatkan kebutuhan akan pembangunan gedung yang berdampak pada tingginya emisi gas rumah kaca. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah melalui penerapan konsep *green building* yang menekankan efisiensi energi, air, serta penggunaan material ramah lingkungan. Keberhasilan penerapan konsep ini sangat bergantung pada efektivitas kegiatan pemeliharaan yang sering menghadapi berbagai kendala. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi pemeliharaan *green building* pada gedung yang pengelolaan secara *in-house* (Gedung X) dan gedung dengan pengelolaan *outsourcing* (Gedung Y) serta mengidentifikasi kendala potensial yang terjadi dalam proses pemeliharaan. Metode penelitian menggunakan pendekatan campuran kualitatif dan kuantitatif dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara dan kuesioner kepada pihak pengelola gedung serta penyebaran kuesioner yang diolah menggunakan analisis mean score dan evaluasi fuzzy untuk menentukan kriteria *green building* yang paling berpotensi terkendala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua sistem telah melaksanakan pemeliharaan secara relatif efektif, namun dengan perbedaan signifikan pada aspek dokumentasi dan respons terhadap pemeliharaan tak terencana. Kendala dominan pada gedung dengan sistem *in-house* meliputi pengelolaan air limbah, pengolahan sampah, dan efisiensi penggunaan air; sedangkan pada gedung dengan sistem *outsourcing* berkaitan dengan kualitas udara dalam ruang serta ketersediaan material ramah lingkungan. Selain itu, keputusan untuk tidak memperpanjang sertifikasi *green building* dipengaruhi oleh faktor waktu, biaya, dan perubahan kebijakan menuju skema sertifikasi nasional. Hasil studi ini menegaskan pentingnya sistem manajemen pemeliharaan yang adaptif dan berbasis data untuk mempertahankan kinerja keberlanjutan bangunan dalam jangka panjang.

Kata kunci: *green building*, pemeliharaan gedung, kendala pemeliharaan

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi yang pesat meningkatkan kebutuhan pembangunan gedung, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dan penurunan kualitas lingkungan. Berdasarkan data World Resource Institute, Indonesia menempati peringkat kesembilan sebagai penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia pada tahun 2011 (Putri et al., 2022). Selain itu, subsektor bangunan gedung menyumbang sekitar 33% dari total emisi GRK nasional selama periode 2011–2021 (Irawati et al., 2023). Oleh karena itu, sektor bangunan memiliki peran strategis dalam mitigasi perubahan iklim. Menurut Kementerian PUPR (2020), bangunan secara global mengonsumsi 40% energi dan 12% air tawar serta menghasilkan 30% emisi GRK, sehingga diperlukan upaya inovatif untuk menekan dampak lingkungan tersebut. Salah satu pendekatan yang relevan adalah penerapan konsep *green building*, yang menekankan efisiensi energi, air, dan material ramah lingkungan sepanjang siklus hidup bangunan (Widyawati, 2019). Lebih lanjut, Weerasinghe et al. (2021) menyatakan bahwa penerapan *green building* dapat menghemat biaya operasional sebesar 19%, mengurangi konsumsi energi hingga 25%, serta menekan emisi CO₂ hingga 36% dibandingkan bangunan konvensional.

Di Indonesia, konsep ini telah diatur melalui Permen PUPR No. 2 Tahun 2015 dan Permen PUPR No. 21 Tahun 2021, yang menetapkan efisiensi energi minimal 25% dan konservasi air sebesar 10% dibandingkan bangunan konvensional (Irawati et al., 2023). Meskipun demikian, keberhasilan *green building* tidak hanya bergantung pada desain dan konstruksi, melainkan juga pada efektivitas pemeliharaan selama masa operasional. Hal ini penting karena fase

pemeliharaan mencakup sekitar 80% dari umur bangunan, sehingga manajemen pemeliharaan menjadi faktor kunci keberlanjutan (Widiasanti et al., 2017). Namun, efektivitas tersebut sangat dipengaruhi oleh sistem pengelolaan dan keterlibatan pemangku kepentingan, baik yang bersifat *in-house* maupun *outsourcing* (Wen & Qiang, 2022). Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis implementasi metode pemeliharaan *green building* dan mengidentifikasi kendala potensial yang muncul, sehingga hasilnya dapat menjadi dasar pengembangan strategi pemeliharaan bangunan hijau yang lebih optimal di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

Kriteria Pemilihan Objek Penelitian

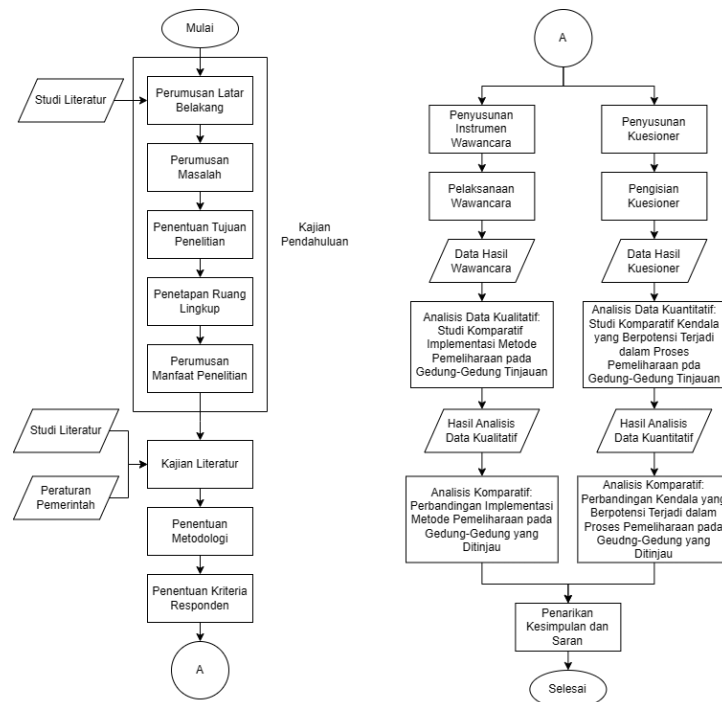
Pemilihan objek studi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan kesesuaian karakteristik gedung terhadap tujuan penelitian. Karena penelitian ini berfokus pada penerapan metode pemeliharaan pada bangunan *green building*, maka objek yang dipilih adalah gedung yang telah tersertifikasi oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) sebagai bukti pemenuhan standar keberlanjutan. Selain itu, pemilihan objek juga didasarkan pada perbedaan sistem pengelolaan, yaitu *in-house* dan *outsourcing*, guna memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai variasi pendekatan pemeliharaan serta potensi kendala yang muncul pada masing-masing sistem. Dengan kriteria tersebut, didapatkan Gedung X memiliki sistem tenaga pemeliharaan secara *inhouse* dan Gedung Y yang memiliki sistem tenaga pemeliharaan secara *outsourcing*.

Objek penelitian terdiri atas dua bangunan yang dibandingkan berdasarkan implementasi pemeliharaannya. Gedung pertama, yaitu Gedung X, merupakan salah satu gedung milik perusahaan BUMN, telah memperoleh sertifikasi *Green Building Level 2 EDGE Advanced Certified* dari GBCI dengan capaian efisiensi energi 42%, penghematan air 78%, dan pengurangan *embodied energy* material 24%, meskipun masa sertifikasinya berakhir pada Januari 2024. Gedung ini memiliki 11 lantai perkantoran, 2 lantai area komersial, dan 4 lantai basement parkir dengan desain yang mendukung efisiensi sumber daya.

Gedung kedua, yaitu Gedung Y, merupakan salah satu gedung kementerian yang telah menerapkan prinsip *green building* secara optimal dan meraih re-sertifikasi *Greenship Existing Building (EB)* dari GBCI dengan predikat Platinum pada tahun 2016, kategori tertinggi dalam sertifikasi *Green Building*. Selain itu, gedung ini juga memenangkan Juara I Subkategori Gedung Hijau pada Penghargaan Efisiensi Energi Nasional ke-4 Tahun 2015. Dirancang untuk efisiensi energi dan konservasi air, Gedung Y mampu menghemat listrik hingga 44% serta air hingga 81% pada musim hujan dan 63% pada musim kemarau.

Kerangka Alur Penelitian

Pada **Gambar 1** terdapat kerangka alur penelitian seperti melakukan kajian pendahuluan sebagai tahap awal dalam pengumpulan informasi dan gambaran umum terkait topik dan masalah. Tahap kedua melakukan kajian literatur untuk membantu peneliti dalam memahami dan mendalami konsep-konsep secara teoritis terkait pemeliharaan gedung berkonsep *green building*. Tahap ketiga, melakukan pengembangan instrumen penelitian seperti penyusunan instrumen wawancara dan kuesioner agar data yang nantinya diperoleh dapat lebih akurat. Tahap keempat, melakukan pengumpulan data primer dan sekunder dari instrumen yang telah disiapkan. Terakhir, dari data yang telah terhimpun dilakukan proses analisis data menggunakan metode analisis dan interpretasi data, *Mean Score (MS)*, dan sistem indeks pendekatan *fuzzy*.



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

Metode Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan oleh orang lain dan sudah melalui tahapan statistik. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari publikasi pemerintahan, publikasi pemerintah atau lembaga internasional, jurnal teknis, buku, laporan dan publikasi lembaga pemeliharaan gedung.

2. Pengumpulan Data Primer

• Wawancara

Menurut McNamara (2001), wawancara dilakukan untuk mendapatkan gambaran dibalik pengalaman orang yang diwawancarai (partisipan), sehingga peneliti dapat mengetahui lebih dalam informasi terkait topik penelitian. Dalam penelitian ini akan dilakukan wawancara dengan narasumber yang memiliki posisi vital dalam pemeliharaan gedung seperti Building Manager, Chief Engineer Manager, dan Supervisor Pemeliharaan. Daftar pertanyaan wawancara akan didasari dari hasil studi literatur terkait tahapan dalam setiap metode pemeliharaan. Instrumen pertanyaan wawancara akan terdiri dari beberapa bagian seperti Tahapan pemeliharaan terencana, tak terencana, preventif, korektif, dan darurat.

• Kuesioner

Kuesioner digunakan sebagai instrumen penelitian untuk memperoleh data terkait kendala pemeliharaan *green building* berdasarkan kriteria standar *green building*. Penyusunan pernyataannya didasarkan pada hasil studi literatur yang relevan, kemudian disesuaikan oleh penulis melalui komparasi tiap item kriteria pemeliharaan dengan kendala yang telah diidentifikasi dalam penelitian sebelumnya. Pengukuran jawaban dari responden akan menggunakan skala likert dengan rentang nilai 1-5. Berikut merupakan rincian dari skala yang ditentukan dalam kuesioner.

1 = Sangat Tidak Setuju/ STS

2 = Tidak Setuju/ TS

3 = Netral/ N

4 = Setuju/ S

5 = Sangat Setuju/ SS

Metode Analisis Data

1. Analisis Data Kualitatif

Berdasarkan Siyoto & Sodik (2015), teknik analisis data untuk metode kualitatif, dilakukan proses analisis dan interpretasi data dengan melakukan tahapan sebagai berikut.

- **Pemilahan Data:** Data yang diperoleh dari wawancara akan difokuskan pada sebagian data saja yang masuk ke dalam poin pembahasan dan mengabaikan poin yang tidak masuk ke dalam poin pembahasan. Karena wawancara bersifat semi-struktur, terdapat kemungkinan munculnya informasi di luar konteks pembahasan, sehingga pemilahan ini diperlukan untuk memastikan hanya data yang sesuai yang dianalisis.

- Penggabungan dan Penyajian Data: Pada tahap ini, data dari wawancara akan dikelompokkan berdasarkan topik pembahasan agar lebih terstruktur dan mudah dianalisis. Mengingat data yang diperoleh bersifat naratif, diperlukan penyederhanaan tanpa menghilangkan maknanya.
- Penarikan Kesimpulan: Tahapan terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan untuk menghasilkan sebuah data yang dapat menjawab tujuan dari penelitian.

2. Analisis Data Kuantitatif

Dalam penelitian ini, data kuantitatif diolah menggunakan metode *Mean Score* (MS) yang dikembangkan oleh Wuni dan Shen (2020). Metode ini digunakan untuk mengukur kecenderungan sentral dalam data berdasarkan skala penilaian, dalam hal ini Skala Likert 5 poin. Skala tersebut mengukur tingkat kesetujuan responden terhadap potensi terjadinya kendala dalam pemeliharaan *green building* pada lokasi studi. Semakin tinggi skor yang diberikan, semakin besar persepsi responden terhadap potensi terjadinya kendala pemeliharaan tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Mean Score* (MS) adalah sebagai berikut:

$$MS(\mu) = \frac{\sum(f \times s)}{N}, 1 \leq \mu \leq 5 \quad (1)$$

Dimana, μ = skor rata-rata dari kendala, f = jumlah responden yang memilih setiap nilai pada skala likert, s = nilai pada skala likert, N = jumlah total responden.

Namun, penilaian potensi kendala mengandung unsur subjektivitas dan ketidakpastian karena responden menggunakan persepsi linguistik seperti “berpotensi terjadi” atau “sangat berpotensi terjadi”. Oleh sebab itu, digunakan pendekatan himpunan *fuzzy* untuk mengatasi sifat kabur dari penilaian tersebut melalui empat tahap analisis yang terstruktur. Tahapan pendekatan *fuzzy* pada penelitian ini sebagai berikut.

- Pengembangan sistem indeks evaluasi pendekatan *fuzzy*.
Tujuh kriteria *green building* meliputi pengelolaan tapak, efisiensi energi dan air, kualitas udara dalam ruang, penggunaan material ramah lingkungan, pengelolaan sampah, serta pengelolaan air limbah—digunakan sebagai struktur indeks tingkat pertama dalam pendekatan *fuzzy*. Masing-masing kriteria mencakup sejumlah kendala pemeliharaan yang membentuk struktur indeks tingkat kedua.
- Penentuan bobot kriteria dan kendala.
- Bobot kriteria dan kendala dihitung menggunakan pendekatan rata-rata ternormalisasi menurut Lo (1999), berdasarkan skor rata-rata yang telah diperoleh sebelumnya. Rumus berikut digunakan untuk menentukan bobot setiap kendala (w_i).

$$w_i = \frac{MS_i}{\sum_{i=1}^n MS_i}, 0 \leq w_i \leq 1, \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Dengan: w_i = bobot kendala ke- i , iMS_i = skor rata-rata dari kendala ke- i , n = jumlah total kendala dalam satu kriteria.

Selanjutnya, untuk menghitung bobot setiap kriteria *green building*, nilai bobot ditentukan berdasarkan hasil kumulatif dari bobot kendala-kendala yang membentuk kriteria tersebut. Rumus untuk menghitung bobot kriteria ke- j adalah sebagai berikut.

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MS_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} MS_{ij}} \quad (3)$$

Dengan, W_j = bobot untuk kriteria ke- j , MS_{ij} = skor rata-rata dari kendala ke- i pada kriteria ke- j , n_j = jumlah kendala dalam kriteria ke- j , m = total jumlah kriteria.

Nilai bobot ini kemudian digunakan dalam perhitungan fungsi keanggotaan.

- Perhitungan fungsi keanggotaan (*membership functions*)
Fungsi keanggotaan (MF) digunakan untuk menggambarkan derajat keikutsertaan suatu kendala dalam lima kategori skala *fuzzy*, dari “sangat tidak berpotensi” hingga “sangat berpotensi terjadi”. Perhitungan mengikuti pendekatan *fuzzy synthetic evaluation* oleh Xu et al. (2010) dalam Wuni dan Shen (2020), dengan MF dibentuk sebagai vektor proporsi tiap kategori.

$$MF_{ji} = (X_{1ji}, X_{2ji}, X_{3ji}, X_{4ji}, X_{5ji}) \quad (4)$$

Dengan,

$$X_{kji} = \frac{f_{kji}}{\sum_{k=1}^5 f_{kji}} \quad (5)$$

Dimana, MF_{ji} = fungsi keanggotaan kendala ke- i dalam kriteria ke- j , f_{kji} = frekuensi responden yang memilih tingkat penilaian ke- k (1 - 5) pada kendala ke- i , X_{kji} = proporsi dari f_{kji} terhadap jumlah responden kendala tersebut. Vektor MF_{ji} selalu memiliki total jumlah 1, dan tiap komponennya menunjukkan derajat keanggotaan kendala terhadap masing-masing kategori pendekatan fuzzy.

Setelah fungsi keanggotaan tiap kendala diperoleh, fungsi keanggotaan untuk setiap kriteria *green building* dihitung dengan mengalikan bobot kendala dengan vektor fungsi keanggotaannya, sehingga menghasilkan *fuzzy evaluation vector* untuk masing-masing kriteria.

$$D_j = W_j \cdot R_j \quad (6)$$

Dengan pendekatan *fuzzy matrix* R_j untuk kriteria ke- j , yang berisi vektor MF_{ji} dari masing-masing kendala.

$$R_j = \begin{bmatrix} MF_{j1} \\ MF_{j2} \\ MF_{j3} \\ \dots \\ MF_{jn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{1j1} & X_{2j1} & X_{3j1} & X_{4j1} & X_{5j1} \\ X_{1j2} & X_{2j2} & X_{3j2} & X_{4j2} & X_{5j2} \\ X_{1j3} & X_{2j3} & X_{3j3} & X_{4j3} & X_{5j3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1jn} & X_{2jn} & X_{3jn} & X_{4jn} & X_{5jn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Maka,

$$D_j = W_j \cdot R_j \quad (8)$$

$$D_j = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_{nj}] \cdot \begin{bmatrix} X_{1j1} & X_{2j1} & X_{3j1} & X_{4j1} & X_{5j1} \\ X_{1j2} & X_{2j2} & X_{3j2} & X_{4j2} & X_{5j2} \\ X_{1j3} & X_{2j3} & X_{3j3} & X_{4j3} & X_{5j3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1jn} & X_{2jn} & X_{3jn} & X_{4jn} & X_{5jn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$D_j = [d_{j1} \quad d_{j2} \quad \dots \quad d_{jn}] \quad (10)$$

- Kuantifikasi potensi kendala pemeliharaan pada kriteria *green building*
Dengan memanfaatkan fungsi keanggotaan tiap kriteria dan skala penilaian, tingkat potensi kendala setiap kriteria dapat dihitung secara lebih objektif. Hasil perhitungan ini menunjukkan kriteria yang paling berpotensi mengalami kendala, sebagaimana ditentukan melalui rumus Indeks Dampak (*Impact Index*) berikut.

$$Impact Index (II_j) = D_j \cdot E_k \quad (11)$$

Dimana, E_k = nilai pada skala likert (1-5)

Maka,

$$II_j = [d_{j1} \quad d_{j2} \quad \dots \quad d_{jn}] \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix} \quad (12)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Implementasi Metode Pemeliharaan Bangunan *Green Building*

Berdasarkan hasil pengolahan data wawancara yang telah dilakukan pada kedua gedung, langkah selanjutnya dilakukan analisis perbandingan dalam implementasi setiap metode pemeliharaan sebagaimana akan didetailkan setiap jenis pemeliharaannya seperti pemeliharaan terencana preventif dan korektif, pemeliharaan preventif terjadwal dan berbasis kondisi, pemeliharaan tak terencana korektif dan darurat.

Untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai penerapan metode pemeliharaan green building pada kedua gedung, berikut disajikan tabel rekapitulasi hasil perbandingan implementasi metode pemeliharaan di Gedung X dan Gedung Y. Tanda centang (✓) pada tabel ini mencerminkan kesesuaian dengan pendekatan yang dijelaskan dalam jurnal, serta mempertimbangkan faktor lain seperti perbedaan sistem pengelolaan yang diterapkan dan hasil konfirmasi dari building manager masing-masing gedung. Jika kedua gedung mencentang tanda yang sama (✓), berarti keduanya menerapkan pendekatan yang serupa dan sesuai dengan acuan yang dijelaskan dalam jurnal. Jika hanya satu gedung yang mencentang (✓), maka gedung tersebut lebih optimal dalam menerapkan pendekatan-pendekatan tersebut. Berikut rekapitulasi perbandingan implementasi tahapan pemeliharaan di gedung X dan gedung Y.

Tabel 1. Rekapitulasi Perbandingan Implementasi Tahapan Pemeliharaan di Gedung X dan Gedung Y

Variabel (Jenis Metode)	Tahapan Pemeliharaan	Apakah tahapan optimal atau sesuai dengan pendekatan jurnal?	
		Gedung X	Gedung Y
Pemeliharaan terencana	Perencanaan	✓	✓
	Penyediaan Sumber Daya		✓
	Pelaksanaan	✓	✓
	Pemantauan dan Evaluasi	✓	✓
	Tindakan Korektif dan Peningkatan		✓
Pemeliharaan Terencana: Preventif	Pemeliharaan Preventif : Terjadwal	Inspeksi Rutin	✓
		Pembersihan dan Pelumasan	✓
		Kalibrasi dan Pengujian	
	Pemeliharaan Berbasis Kondisi	Penggantian Komponen	✓
		Pemantauan Kondisi	✓
		Analisis Data	✓
		Diagnosis	✓
		Prognosis	✓
		Keputusan Pemeliharaan	✓
		Pencatatan dan Evaluasi	✓
Pemeliharaan Terencana: Korektif		Identifikasi Masalah	✓
		Evaluasi Kerusakan	✓
		Perbaikan atau Penggantian	✓
		Pengujian Kembali	✓
		Pencatatan dan Analisis	✓
Pemeliharaan Tidak Terencana: Korektif		Identifikasi Kegagalan	✓
		Penugasan Tim Teknis	✓
		Penyediaan Sumber Daya	✓
		Pelaksanaan Perbaikan	✓
		Evaluasi dan Dokumentasi	✓
Pemeliharaan Tidak Terencana: Darurat		Penerimaan Permintaan Darurat	✓
		Verifikasi dan Klasifikasi	✓
		Penugasan dan Mobilisasi	✓
		Pelaksanaan Perbaikan	✓
		Evaluasi dan Pelaporan	✓

Berdasarkan hasil rekapitulasi dalam tabel di atas, kedua gedung telah menunjukkan implementasi pemeliharaan yang cukup optimal. Namun, untuk Gedung X, terdapat tahap yang kurang optimal pada implementasi metode pemeliharaan terencana, seperti tahap pelaksanaan dan tindakan korektif serta peningkatan. Pada implementasi metode pemeliharaan terencana korektif, terdapat tahapan yang kurang optimal, seperti tahap identifikasi masalah, pencatatan

dan analisis. Pada pemeliharaan tak terencana korektif mengalami ketidakoptimalan pada tahapan evaluasi dan dokumentasi. Sedangkan untuk implementasi pemeliharaan pada Gedung Y, terdapat tahapan yang kurang optimal pada metode pemeliharaan tak terencana korektif pada tahapan evaluasi dan dokumentasi.

Ketidak optimalan yang telah disebutkan tentunya terdapat latar belakang penyebab yang menjadikan implementasi metode pemeliharaan yang diterapkan kurang optimal. Latar belakang tersebut berupa perbedaan sistem in-house yang diadopsi oleh *Building Management* Gedung X dan outsourcing yang diadopsi oleh *Building Management* Gedung Y. Berdasarkan hasil analisis tersebut, berikut merupakan rekapitulasi perbedaan *in-house* dan *outsourcing* dalam pemeliharaan *green building*.

Tabel 2. Perbandingan Sistem *In-house* dan *Outsourcing* dalam pemeliharaan *Green Building*

Parameter	Gedung X - Inhouse	Gedung Y - Outsourcing
Fleksibilitas operasional	Tinggi – keputusan bisa diambil langsung oleh manajemen internal.	Rendah – terikat kontrak layanan dan SOP standar.
Kualitas SDM	Bisa disesuaikan dan ditingkatkan melalui pelatihan maupun metode khusus <i>green building</i> .	Umumnya generik dan minim pelatihan, namun dalam proses hiruk pikuk sudah memiliki spesialisasi yang cukup mendalam untuk setiap item <i>green building</i> .
Biaya jangka panjang	Lebih efisien untuk <i>green building</i> karena tindakan preventif.	Bisa membengkak jika layanan tambahan diperlukan di luar kontrak.
Kualitas Pemeliharaan	Lebih fleksibel sesuai dengan kebutuhan dan prioritas owner atau perusahaan, karena berasal dari satu perusahaan yang sama.	Selalu menjaga kualitas dan kesesuaian dengan apa yang sudah direncanakan agar pemeliharaan tetap memiliki kualitas yang optimal sesuai dengan standarisasi dan prosedur umum dan keterbatasan dalam fleksibilitas kontrak.
Hubungan kepada pemilik gedung	Cenderung lebih dekat, karena berasal dari integral organisasi yang sama.	Sangat formal dan sangat terikat dengan kontrak.
Pengawasan pemeliharaan	Pengawasan oleh pemilik gedung yang lebih mudah dan kontinu yang dapat dilakukan secara langsung secara internal, sehingga pemeliharaan dapat disesuaikan secara langsung dan berkelanjutan.	Memiliki kontrak yang lebih ketat yang mengatur lingkup pekerjaan secara detail.

Analisis Faktor Kendala pada Pemeliharaan Kriteria *Green Building*

Dari hasil pengolahan data, didapatkan kriteria-kriteria *green building* yang berpotensi menimbulkan kendala. Dengan *assesment impact indeks* didapatkan tiga prioritas kriteria *green building* yang sangat berpotensi mengalami kendala dalam proses pemeliharaannya, sebagaimana yang telah disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi 3 Kriteria yang Paling Berpotensi Terkendala Berdasarkan *Impact Index* dari Kedua Gedung

Rank	Kriteria Green Building pada Gedung X	Impact Index	Kriteria Green Building pada Gedung Y	Impact Index
1	Pengelolaan Air Limbah	3.403	Pengelolaan Air Limbah	3.285
2	Pengelolaan Sampah	3.347	Kualitas Udara Dalam Ruang	3.164
3	Efisiensi Penggunaan Air	3.284	Penggunaan Material Ramah Lingkungan	3.123

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kriteria pengelolaan air limbah untuk menjadi air daur ulang menjadi potensi dengan peringkat pertama terjadinya kendala di kedua gedung. Hal ini dapat disebabkan oleh sulitnya dalam memenuhi standar baku mutu air daur ulang yang memiliki parameter yang cukup ketat. Di Gedung X,

berdasarkan konfirmasi dari *Building Manager*, instalasi belum sepenuhnya memenuhi standar *reuse water* karena belum ada keputusan dari pemilik gedung untuk melanjutkan proses pemanfaatan ulang.

Pada Gedung X, kriteria kedua yang berpotensi terkendala adalah pengelolaan sampah. Hal ini disebabkan oleh pengelolaan sampah yang dilakukan secara mandiri oleh tim building management yang belum dapat menangani pengolahan secara langsung, sehingga pengangkutan ke tempat pengolahan sampah terdekat diserahkan kepada pihak ketiga. Sedangkan untuk efisiensi penggunaan air yang menjadi kriteria ketiga dengan potensi kendala, masalah ini terjadi karena beberapa faktor, seperti yang dikonfirmasi oleh *Building Manager* Gedung X. Pihaknya mengonfirmasi bahwa kendala tersebut dapat menghambat pemeliharaan kriteria efisiensi air. Namun, jika pemeliharaan tersebut melebihi kapasitas teknis, tenaga tambahan dari perusahaan penyedia jasa akan direkrut.

Di Gedung Y, kriteria yang berpotensi terkendala dengan peringkat kedua adalah kualitas udara dalam ruang, yang disebabkan oleh banyaknya titik spot perokok di kawasan Kementerian Y. Kendala ini, sebagaimana dikonfirmasi oleh pihak *Building Manager* Gedung X, nyata terjadi dan dapat menghambat beban kerja tim pemeliharaan. Meningkatkan pemahaman dan wawasan pengguna tentang hal ini cukup sulit, meskipun pihaknya telah berupaya untuk melaporkan hal ini kepada pemilik gedung, dengan langkah teguran ditentukan oleh pemilik. Untuk kriteria ketiga yang berpotensi terkendala, penggunaan material ramah lingkungan, pihak *Building Manager* Gedung Y mengonfirmasi bahwa teknis pemelihara item *green building* masih memiliki pemahaman yang kurang terkait panduan pemeliharaan item tersebut, ditambah dengan standar per-item yang masih belum jelas. Namun, seiring berjalannya waktu, masalah ini diharapkan dapat diatasi. Selain itu, keterbatasan material untuk penggantian komponen yang masih belum tersedia di pasaran membuat pengadaan terhambat, yang berdampak pada waktu pemesanan.

Analisis Keberlanjutan Sertifikasi *Green Building* pada Gedung X dan Gedung Y

Berdasarkan perbedaan optimalisasi implementasi metode pemeliharaan dan kriteria yang berpotensi terkendala, akan dianalisis mengapa proses sertifikasi *green building* belum kembali dilanjutkan. Meskipun kedua gedung, Gedung X dan Gedung Y, pernah tersertifikasi, keduanya hingga saat ini belum mengambil langkah untuk memperpanjangnya. Hal ini tentunya dilatar belakangi oleh kepentingan yang berbeda. Berikut adalah latar belakang mengapa Gedung X belum melakukan perpanjangan sertifikasi *green building*, berdasarkan konfirmasi dari Building Manager Gedung X.

Tabel 4. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keberlanjutan Sertifikasi *Green Building* pada Gedung X

Alasan yang Melatarbelakangi Belum Dilanjutkannya Sertifikasi <i>Green Building</i>	
Durasi Sertifikasi	Durasi sertifikasi mulai dari persiapan, penilaian, hingga peninjauan yang dirasa memakan waktu yang cukup panjang. Sehingga pemilik gedung belum memutuskan untuk memulai proses tersebut.
Kebutuhan Sumber Daya yang Besar	Kebutuhan sumber daya manusia hingga finansial yang cukup besar, hal ini tentunya harus dipertimbangkan dengan kondisi keuangan pemilik gedung, yakni Adhi Karya.
Kebutuhan Marketing	Seluruh ruang di dalam gedung telah terisi penuh oleh unit-unit internal perusahaan → Okupansi 100% → Sertifikasi tidak lagi menjadi kebutuhan strategis pemasaran.
Potensi Motivasi untuk Melanjutkan Sertifikasi	
Tuntutan Non-Formal	Gedung X yang notabennya merupakan kantor utama Adhi Karya yang bergerak dibidang konstruksi, mengharuskan secara tidak formal sebagai percontohan bangunan yang mengadopsi konsep <i>green building</i> .

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa keputusan mengenai keberlanjutan sertifikasi *green building* di Gedung X menghadapi kendala pada durasi sertifikasi yang cukup lama, kebutuhan sumber daya yang besar, dan belum adanya dorongan dari kebutuhan marketing gedung. Meskipun demikian, terdapat potensi motivasi non-formal untuk melanjutkan sertifikasi, seperti kepentingan menjadikan gedung sebagai percontohan *green building* bagi klien. Hal ini tentunya tidak sesuai dengan urgensi dan tujuan utama diterapkannya konsep *green building*, yang seharusnya dapat mengoptimalkan penggunaan air, energi, material ramah lingkungan, serta mengurangi emisi gas rumah kaca.

Selanjutnya, dapat dilihat latar belakang mengapa Gedung Y masih belum melakukan perpanjangan sertifikasi *green building* berdasarkan konfirmasi kepada *Building Manager* Gedung Y pada tabel berikut.

Tabel 5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penundaan Sertifikasi *Green Building* pada Gedung Y

Alasan yang Melatarbelakangi Belum Dilanjutkannya Sertifikasi <i>Green Building</i>
--

Kewenangan untuk penentuan keberlanjutan sertifikasi	Pihak <i>building management</i> yang mengadopsi sistem <i>outsourcing</i> tidak memiliki kewenangan langsung dalam pengambilan keputusan strategis, dan belum mengetahui secara pasti pertimbangan yang harus dilakukan untuk melanjutkan sertifikasi.
Potensi beralih kepada sertifikasi bangunan hijau	Sertifikasi melalui <i>Green Building Council</i> kemungkinan besar tidak akan dilanjutkan. Gedung Y akan menerapkan sertifikasi bangunan hijau berbasis Permen PUPR.
Relevansi dengan visi Kementerian terkait	Pihaknya mengkonfirmasi bahwa sertifikasi bangunan hijau yang akan dikeluarkan oleh PUPR ini sejalan dengan visi kementerian yang mengutamakan bangunan hijau nasional.
Potensi Motivasi untuk Melanjutkan Sertifikasi	
Tuntutan Formal	Kementerian PUPR yang mengeluarkan regulasi untuk bangunan Gedung Hijau, menjadi kewajiban bagi Gedung Kementerian untuk memberikan contoh penerapan bangunan <i>green building</i> .
Tuntutan Informal	PUPR memiliki tanggung jawab moral untuk memberi contoh penerapan konsep <i>green building</i> .

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa penyebab belum dilanjutkannya sertifikasi adalah adanya rencana peralihan dari sertifikasi green building yang dikeluarkan oleh lembaga *GreenShip* ke sertifikasi bangunan hijau yang dikeluarkan oleh PUPR itu sendiri.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan hasil penelitian, kedua gedung menunjukkan implementasi metode pemeliharaan *green building* yang cukup optimal melalui penerapan pemeliharaan terencana dan tidak terencana, baik preventif, korektif, maupun darurat. Namun, Gedung X masih kurang optimal pada tahap identifikasi, pencatatan, dan analisis dalam pemeliharaan terencana, serta evaluasi dan dokumentasi dalam pemeliharaan tak terencana korektif; sedangkan Gedung Y menghadapi kendala serupa pada tahap evaluasi dan dokumentasi. Perbedaan sistem pengelolaan *in-house* dan *outsourcing* turut memengaruhi perbedaan performa keduanya.
2. Dari sisi potensi kendala, tiga kriteria dengan *impact index* tertinggi pada Gedung X adalah pengelolaan air limbah (3,403), pengelolaan sampah (3,347), dan efisiensi penggunaan air (3,284), sedangkan pada Gedung Y meliputi pengelolaan air limbah (3,285), kualitas udara dalam ruang (3,164), dan penggunaan material ramah lingkungan (3,123). Kendala utama berkaitan dengan keterbatasan fasilitas teknis, tenaga kerja kompeten, serta disiplin dan kesadaran pengguna. Adapun Gedung X belum memperpanjang sertifikasi karena pertimbangan sumber daya dan urgensi, sementara Gedung Y menundanya seiring rencana peralihan ke skema sertifikasi internal Kementerian terkait.
3. Berdasarkan hasil analisis, keputusan untuk tidak melanjutkan sertifikasi *green building* di Gedung X disebabkan oleh lamanya proses sertifikasi, kebutuhan sumber daya yang besar, serta rendahnya urgensi promosi gedung, meskipun terdapat motivasi non-formal untuk menjadikannya proyek percontohan. Sementara itu, pada Gedung Y, penghentian proses sertifikasi disebabkan oleh rencana peralihan dari skema sertifikasi *GreenShip* menuju sertifikasi bangunan hijau yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR.
4. Penelitian ini menegaskan bahwa efektivitas pemeliharaan merupakan komponen krusial dalam mempertahankan kinerja green building pasca-sertifikasi. Kedua gedung studi kasus menunjukkan tingkat penerapan pemeliharaan yang cukup baik, meskipun sistem *in-house* lebih fleksibel dalam pengambilan keputusan, sedangkan sistem *outsourcing* lebih terstandarisasi namun kurang adaptif terhadap perubahan kondisi operasional. Kriteria dengan potensi kendala tertinggi pada kedua gedung adalah pengelolaan air limbah, diikuti oleh pengelolaan sampah dan kualitas udara dalam ruang. Perbedaan ini mencerminkan perlunya kebijakan teknis yang mempertimbangkan karakteristik sistem pengelolaan untuk menjaga keberlanjutan sertifikasi.
5. Dari sisi kebijakan, diperlukan panduan nasional mengenai manajemen pemeliharaan bangunan hijau yang mengintegrasikan standar teknis, efisiensi energi, dan strategi mitigasi emisi karbon dalam siklus hidup bangunan. Secara akademik, hasil ini berkontribusi pada pengembangan model evaluasi berbasis fuzzy logic untuk penilaian performa pemeliharaan green building di wilayah tropis. Secara praktis, studi ini dapat menjadi rekomendasi awal bagi pengelola gedung pemerintah dan BUMN dalam menyusun strategi pemeliharaan yang selaras dengan regulasi Kementerian PUPR dan skema sertifikasi bangunan hijau nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). A review of condition-based maintenance decision-making. *European Journal of Industrial Engineering*, 6(5), 519–541. <https://doi.org/10.1504/EJIE.2012.048854>
- Angelopoulos, J., & Mourtzis, D. (2022). An Intelligent Product Service System for Adaptive Maintenance of Engineered-to-Order Manufacturing Equipment Assisted by Augmented Reality. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/app12115349>
- Apriani, R., & Ari Angreni, I. A. (2021). Analisis Biaya Pemeliharaan Bangunan Gedung Dengan Konsep Green building Dan Bangunan Gedung Dengan Konsep Non Green building. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 283–293. <https://doi.org/10.35334/be.v5i3.2056>
- Ariansyah, D., Rosa, F., & Colombo, G. (2020). Smart maintenance: A wearable augmented reality application integrated with CMMS to minimize unscheduled downtime. *Computer-Aided Design and Applications*, 17(4), 740–751. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.740-751>
- Asuza, D., Diang’a, S., & Mugwima, B. (2022). A Maintenance Framework for Sustainability of Green Buildings: A Case of Nairobi County, Kenya. *East African Journal of Environment and Natural Resources*, 5(1), 127–133. <https://doi.org/10.37284/eajenr.5.1.607>
- Asuzah, Capt. (Arch.). D., Diang’a, Prof. S., & Mugwima, Dr. B. (2020). The Impact of Maintenance Factors on Sustainability of Green Buildings in Nairobi County, Kenya. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 10(1), 51–55. <https://doi.org/10.35940/ijscce.a3456.0710120>
- Besiktepe, D., Ozbek, M. E., & Atadero, R. A. (2021). Condition assessment framework for facility management based on fuzzy sets theory. *Buildings*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/buildings11040156>
- Bouabdallaoui, Y., Lafhaj, Z., Yim, P., Ducoulombier, L., & Bennadji, B. (2021). Predictive maintenance in building facilities: A machine learning-based approach. *Sensors (Switzerland)*, 21(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/s21041044>
- Bungau, C. C., Bungau, T., Prada, I. F., & Prada, M. F. (2022). Green Buildings as a Necessity for Sustainable Environment Development: Dilemmas and Challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20), 1–34. <https://doi.org/10.3390/su142013121>
- Cristino, T. M., Lotufo, F. A., Delinchant, B., Wurtz, F., & Faria Neto, A. (2021). A comprehensive review of obstacles and drivers to building energy-saving technologies and their association with research themes, types of buildings, and geographic regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135(July 2020), 110191. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110191>
- Desbalo, M. T., Woldesenbet, A. K., Bargstädt, H. J., & Yehualaw, M. D. (2024). Critical factors that influence the effectiveness of facility maintenance management practice in public university buildings in Ethiopia: an exploratory factor analysis. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2307150>
- Dzulkifli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Nik Azizan, N. Z. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. *Journal of Building Engineering*, 44(June). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102985>
- Fawaz, B. (2013). *University of Nairobi Maintenance Management of Green Buildings in Nairobi County. a Project Report Submitted in Partial Fulfillment for the Award of Masters Degree in Construction Management At the Department of Real Estates and Construction Management*, . June.
- Hauashdh, A., Jailani, J., Abdul Rahman, I., & AL-fadhali, N. (2020). Building maintenance practices in Malaysia: a systematic review of issues, effects and the way forward. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 38(5), 653–672. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-10-2019-0093>
- Hauashdh, A., Nagapan, S., Jailani, J., & Gamil, Y. (2024). An integrated framework for sustainable and efficient building maintenance operations aligning with climate change, SDGs, and emerging technology. *Results in Engineering*, 21(November 2023), 101822. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101822>