Vol. 11, No. 2, 2026, pp. 430-452
DOI: https://doi.org/10.29210/30037019000

Contents lists available at Journal ELORA

JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)
ISSN: 2502-079X (Print) ISSN: 2503-1619 (Electronic)

Journal homepage: https://jrti.eloracenter.org/jrti



Evaluasi tingkat penerapan *green construction* pada proyek pembangunan gedung kuliah fakultas teknik (b, c, dan d) menggunakan *model assessment green construction* (MAGC)

Lidya Yusandi Harahap*), Ari Syaiful Rahman Arifin
Universitas Negeri Padang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Sep 01th, 2026
Revised Sep 26th, 2026
Accepted Oct 27th, 2026

Keyword:

Green construction,
Model assessment green construction,
Analytical hierarchy process,
Triangulasi data,
Normalisasi bobot

ABSTRAK

Sektor bangunan dan konstruksi menyumbang sekitar 37% emisi karbon global, sehingga evaluasi *green construction* penting untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi capaian indikator *green construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D) Universitas Negeri Padang menggunakan *Model Assessment Green Construction* (MAGC) yang diintegrasikan dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik *purposive sampling* terhadap lima personel kontraktor yang dipilih berdasarkan keterlibatan langsung dan pengetahuan tentang pengelolaan proyek, yaitu *Project Manager, Site Manager, Site Engineer, Site Procurement*, dan *Quantity Surveyor*. Data dikumpulkan melalui kuesioner Skalogram Guttman terhadap 142 indikator, pembobotan AHP, serta triangulasi dokumen Rencana Kerja dan Syarat (RKS), gambar kerja, dan foto lapangan. Hasil pengujian menunjukkan Koefisien Reprodusibilitas 0,9099, Koefisien Skalabilitas 0,8197, dan reliabilitas KR-20 sebesar 0,8998. Sebanyak 139 indikator (97,9%) memperoleh nilai lebih dari nol, dengan nilai akhir *Green Construction* (NGC) sebesar 0,8540 atau 85,4% dari nilai ideal instrumen. Skor ini merepresentasikan hasil penilaian berbobot berdasarkan jawaban responden, bukan tingkat implementasi yang seluruhnya terverifikasi. Aspek Sumber Daya dan Siklus Material memiliki nilai tertinggi (NAGC 0,2373), sedangkan Tepat Guna Lahan terendah (0,0872). Triangulasi menunjukkan 30,3% nilai NGC terkonfirmasi melalui dokumentasi, sementara 52,1% indikator belum dapat diverifikasi karena keterbatasan bukti. Dari tiga indikator bernilai nol, satu teridentifikasi sebagai kegagalan implementasi. Kebaruan metodologis penelitian terletak pada integrasi normalisasi bobot indikator per faktor dan triangulasi dokumenter untuk membedakan skor penilaian dari implementasi terverifikasi. Temuan ini menegaskan perlunya memperkuat dokumentasi dan mengintegrasikan persyaratan *green construction* ke dalam dokumen kontrak.

© 2026The Authors.
This is an open access article under the CC BY-NC-SA license
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Corresponding Author:

Lidya Yusandi Harahap,
Universitas Negeri Padang,
Email: lidyay21@gmail.com

Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan tantangan global yang mendorong perlunya pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO_2), berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan sistem iklim. Dalam sektor konstruksi, prinsip keberlanjutan diwujudkan melalui *green building* yang berorientasi pada kinerja bangunan selama operasional

dan *green construction* yang menekankan efisiensi sumber daya, pengelolaan limbah, pengendalian pencemaran, serta perlindungan lingkungan selama pelaksanaan konstruksi. Urgensi penerapan *green construction* semakin tinggi mengingat sektor bangunan dan konstruksi menyumbang sekitar 37% emisi karbon global (United Nations Environment Programme [UNEP], 2024). Oleh karena itu, konstruksi ramah lingkungan menjadi salah satu pendekatan penting dalam mendukung pembangunan rendah karbon dan pencapaian *Net Zero Emission* (NZE).

Di Indonesia, penerapan konstruksi berkelanjutan didukung oleh Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi, Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2021, dan Peraturan Menteri PUPR Nomor 9 Tahun 2021. Kerangka regulasi tersebut menunjukkan bahwa aspek keberlanjutan telah menjadi bagian dari arah penyelenggaraan jasa konstruksi. Namun, keberadaan regulasi belum serta-merta menjamin konsistensi penerapannya dalam pelaksanaan proyek. Kesenjangan antara kondisi yang diharapkan (*das sollen*) dan kondisi aktual (*das sein*) terlihat dari masih kuatnya orientasi proyek pada biaya dan waktu, sementara aspek lingkungan belum selalu menjadi prioritas (Susilo dan Jin, 2022). Ichsan (2023) mengidentifikasi kendala dalam pengelolaan limbah, efisiensi material, dan evaluasi indikator konstruksi hijau. Temuan tersebut berkaitan dengan hambatan yang lebih luas, seperti keterbatasan pengetahuan teknis, persepsi terhadap biaya awal, ketersediaan material ramah lingkungan, dan akses informasi teknis (Darko dan Chan, 2018; Shi dkk., 2013). Sementara itu, Gu dkk. (2023) menekankan pentingnya kapasitas kontraktor dalam mendukung keberhasilan implementasi. Secara keseluruhan, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tantangan konstruksi hijau tidak hanya berkaitan dengan komitmen terhadap keberlanjutan, tetapi juga dengan kapasitas pelaksana dan mekanisme evaluasi. Dengan demikian, diperlukan penilaian terukur yang dapat menggambarkan capaian indikator sekaligus menelusuri bukti penerapannya di lapangan.

Kebutuhan evaluasi tersebut relevan dengan Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D) Universitas Negeri Padang (UNP), yang berkaitan dengan pengembangan fasilitas pendidikan dan upaya mewujudkan *Green Campus* berdasarkan kriteria *UI GreenMetric* (2024). Ervianto (2012) menjelaskan bahwa proses konstruksi berpotensi menimbulkan dampak lingkungan sehingga diperlukan pengelolaan untuk meminimalkan limbah dan pencemaran. Proyek ini dilaksanakan oleh PT Nusa Konstruksi Enjiniring Tbk (NKE), yang menyatakan komitmen terhadap prinsip *Environmental, Social, and Governance* (ESG). Meskipun demikian, komitmen perusahaan tidak dengan sendirinya membuktikan capaian penerapan *green construction* pada proyek tertentu. Berdasarkan observasi awal dan informasi para pihak yang terlibat sebagaimana tercantum pada Lampiran G, terdapat perbedaan informasi mengenai penerapan dan mekanisme evaluasi *green construction*. Penelusuran dokumen yang tersedia juga belum menemukan dokumentasi evaluasi yang terstruktur. Kondisi ini memperlihatkan kesenjangan antara kebutuhan untuk menilai kinerja lingkungan proyek dan ketersediaan bukti yang dapat digunakan untuk memverifikasinya. Keterbatasan dokumentasi tersebut tidak serta-merta menunjukkan bahwa praktik konstruksi hijau tidak dilaksanakan, tetapi membatasi kepastian dalam menilai tingkat penerapannya.

Penelitian mengenai evaluasi *green construction* telah dilakukan pada berbagai konteks proyek, antara lain oleh Winarsih dkk. (2022) pada gedung UIN Raden Intan Lampung, Arman dkk. (2022) pada Hotel Santika Premiere Padang, serta Peginusa dkk. (2025) pada proyek IKN Nusantara. Di sisi lain, Ichsan (2023) menyoroti kendala penerapan konstruksi hijau di Indonesia, sedangkan Gu dkk. (2023) menekankan peran kapasitas kontraktor. Temuan-temuan tersebut saling melengkapi dengan menunjukkan bahwa evaluasi konstruksi hijau perlu mempertimbangkan indikator kinerja, hambatan implementasi, dan kemampuan pelaksana. Namun, berdasarkan telaah penelitian yang digunakan dalam studi ini, masih terdapat ruang untuk memperkuat hubungan antara penilaian indikator dan verifikasi bukti pelaksanaan pada tingkat proyek. Selain itu, proporsionalitas pembobotan perlu diperhatikan agar perbedaan jumlah indikator antarfaktor tidak menyebabkan kontribusi setiap faktor terhadap nilai akhir menjadi tidak seimbang. Bukti empiris mengenai evaluasi terintegrasi tersebut pada proyek gedung pendidikan pemerintah dalam konteks *green campus* juga masih terbatas dalam cakupan telaah ini. Dengan demikian, kesenjangan penelitian terletak pada kebutuhan akan metode evaluasi yang tidak hanya menghasilkan skor indikator, tetapi juga memperhitungkan proporsionalitas bobot dan membedakan capaian berdasarkan penilaian responden dari penerapan yang dapat diverifikasi melalui dokumentasi.

Untuk menjawab kesenjangan tersebut, penelitian ini menggunakan *Model Assessment Green Construction* (MAGC) yang dikembangkan Ervianto (2015), dengan cakupan enam aspek, 16 faktor, dan 142 indikator, serta mengintegrasikannya dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penelitian ini menerapkan normalisasi bobot indikator pada tingkat faktor dan triangulasi empat sumber data, yaitu kuesioner, Rencana Kerja dan Syarat (RKS), gambar kerja (*shop drawing*), serta dokumentasi foto lapangan. Integrasi tersebut digunakan untuk menjaga proporsionalitas pembobotan dan menelusuri dukungan bukti bagi hasil penilaian, sekaligus membedakan indikator yang menunjukkan kegagalan implementasi, tidak sesuai dengan konteks proyek, atau

belum dapat diverifikasi karena keterbatasan dokumentasi. Kontribusi empiris-metodologis penelitian ini adalah penerapan evaluasi MAGC–AHP yang menggabungkan normalisasi bobot indikator per faktor dan triangulasi dokumenter untuk membedakan skor penilaian berbobot dari capaian implementasi yang terverifikasi pada proyek gedung pendidikan pemerintah**.** Secara operasional, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC), menganalisis Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC) dan Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC), serta mengevaluasi Nilai *Green Construction* (NGC) pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D) UNP berdasarkan penilaian responden dan verifikasi dokumenter. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar untuk mengidentifikasi aspek yang perlu diperbaiki dan merumuskan rekomendasi peningkatan kinerja lingkungan proyek.

Metode

Desain Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode evaluasi untuk menilai capaian indikator *green construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D) Universitas Negeri Padang (UNP). Penelitian dilaksanakan pada 14 April–30 Mei 2026. Evaluasi menggunakan *Model Assessment Green Construction* (MAGC) yang dikembangkan oleh Ervianto (2015), yang mencakup enam aspek, 16 faktor, dan 142 indikator. MAGC digunakan sebagai kerangka penilaian, sedangkan integrasi dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dilakukan untuk menentukan bobot prioritas dalam perhitungan nilai evaluasi. Penilaian kuesioner dilengkapi dengan pemeriksaan dokumen proyek untuk menilai sejauh mana jawaban responden didukung oleh bukti yang tersedia.

Responden dan Teknik Pengambilan Sampel

Responden dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan informan secara sengaja berdasarkan relevansi pengalaman, pengetahuan, dan keterlibatannya dengan objek penelitian. Sebanyak lima personel dari kontraktor pelaksana, PT Nusa Konstruksi Enjiniring Tbk, dilibatkan, yang terdiri atas *Project Manager, Site Manager, Site Engineer, Site Procurement*, dan *Quantity Surveyor*. Pemilihan responden didasarkan pada keterlibatan langsung dalam fungsi manajerial, teknis, pengadaan, dan pengendalian kuantitas pekerjaan, serta pengetahuan mereka mengenai pelaksanaan proyek dan dokumen yang berkaitan dengan pekerjaannya.

Jumlah lima responden tidak dimaksudkan untuk mewakili populasi secara statistik atau memenuhi kebutuhan analisis inferensial. Responden diposisikan sebagai informan kunci yang memberikan penilaian berdasarkan fungsi dan kompetensi masing-masing dalam satu studi kasus proyek. Dengan demikian, kecukupan responden didasarkan pada relevansi pengetahuan terhadap objek evaluasi, bukan pada perhitungan *statistical power*. Pendekatan ini memungkinkan pengumpulan informasi dari beberapa fungsi utama kontraktor yang terlibat dalam proyek. Namun, karena penilaian hanya melibatkan personel kontraktor, hasilnya merepresentasikan perspektif pelaksana dan tidak secara langsung mewakili perspektif pemilik proyek, konsultan pengawas, maupun pengguna bangunan. Batasan tersebut diperhatikan dalam interpretasi hasil penelitian.

Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan menggunakan dua jenis kuesioner. Kuesioner pertama menggunakan metode AHP dengan skala perbandingan berpasangan 1–9 untuk menentukan bobot prioritas aspek dan faktor. Kuesioner kedua menggunakan skala Guttman dengan pilihan jawaban ya (skor 1) dan tidak (skor 0) untuk menilai indikator *green construction* berdasarkan pengetahuan responden terhadap pelaksanaan proyek.

Data sekunder diperoleh dari dokumen Rencana Kerja dan Syarat (RKS), gambar kerja (*shop drawing*), dan dokumentasi foto lapangan. Ketiga sumber tersebut digunakan sebagai bukti pendukung untuk memeriksa kesesuaian jawaban responden dengan informasi yang tersedia dalam dokumen proyek. Dokumen tidak diperlakukan sebagai bukti otomatis bahwa suatu praktik telah dilaksanakan; kekuatan verifikasi bergantung pada relevansi, kejelasan, dan kecukupan bukti untuk indikator yang diperiksa.

Pengujian Instrumen dan Konsistensi Penilaian

Kualitas instrumen skala Guttman dievaluasi melalui Koefisien Reprodusibilitas (*Coefficient of Reproducibility*, CR-Guttman) dan Koefisien Skalabilitas (*Coefficient of Scalability*, CS), dengan kriteria masing-masing ≥ 0,90 dan ≥ 0,60 (Guttman, 1944). Reliabilitas instrumen diuji menggunakan Kuder–Richardson 20 (KR-20), dengan nilai ≥ 0,70 sebagai kriteria reliabilitas yang dapat diterima. Hasil pengujian menunjukkan CR-Guttman sebesar 0,9099, CS sebesar 0,8197, dan KR-20 sebesar 0,8998. Nilai tersebut memenuhi kriteria yang digunakan dalam penelitian ini.

Pengujian tersebut memberikan informasi mengenai konsistensi dan reliabilitas respons pada instrumen skala Guttman. Namun, hasilnya tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa seluruh indikator MAGC telah

sesuai dengan konteks proyek atau bahwa semua jawaban responden menggambarkan implementasi aktual. Kesesuaian indikator dengan kondisi proyek ditelaah lebih lanjut melalui pemeriksaan dokumen yang tersedia.

Konsistensi penilaian AHP diperiksa menggunakan *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR-AHP) berdasarkan prosedur Saaty (2008). Nilai CI dan CR-AHP digunakan untuk menilai konsistensi pertimbangan dalam perbandingan berpasangan. Hasil pengujian konsistensi AHP perlu dilaporkan secara terpisah dari koefisien skala Guttman karena keduanya mengukur aspek yang berbeda.

Analisis Data

Analisis dilakukan secara bertahap dengan mengintegrasikan MAGC dan AHP. Pertama, jawaban responden pada kuesioner AHP diagregasikan menggunakan *geometric mean*. Selanjutnya, matriks perbandingan berpasangan disusun dan dinormalisasi untuk memperoleh bobot prioritas aspek dan faktor. Konsistensi pembobotan diperiksa melalui CI dan CR-AHP.

Kedua, Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC) dihitung berdasarkan status penilaian indikator dan bobot prioritas yang digunakan dalam MAGC, yaitu 0,56 untuk Prioritas I dan 0,44 untuk Prioritas II (Ervianto, 2015). Nilai indikator kemudian diagregasikan untuk memperoleh Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC), Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC), dan Nilai *Green Construction* (NGC) sebagai nilai akhir evaluasi.

Normalisasi bobot indikator dilakukan pada tingkat faktor untuk mengurangi pengaruh perbedaan jumlah indikator terhadap kontribusi faktor dalam penilaian. Bobot awal setiap indikator dibagi dengan jumlah bobot seluruh indikator dalam faktor yang sama sehingga total bobot indikator pada setiap faktor menjadi 1,00. Nilai NGC disajikan pada skala 0–1 dan dikonversi menjadi persentase terhadap nilai ideal instrumen. Nilai ini ditafsirkan sebagai skor penilaian berbobot, bukan sebagai persentase implementasi aktual yang seluruhnya telah terverifikasi. Analisis selanjutnya mengidentifikasi indikator, faktor, dan aspek dengan nilai tertinggi maupun terendah sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan.

Verifikasi Dokumenter dan Triangulasi Data

Verifikasi dokumenter dilakukan dengan membandingkan hasil penilaian kuesioner dengan informasi yang terdapat dalam RKS, gambar kerja, dan dokumentasi foto lapangan. Pemeriksaan diarahkan pada kesesuaian antara indikator, persyaratan atau informasi yang tercantum dalam dokumen, serta bukti pelaksanaan yang tersedia. Hasil pemeriksaan dicatat berdasarkan status dukungan bukti untuk setiap indikator agar skor kuesioner dapat dibedakan dari capaian yang terkonfirmasi secara dokumenter.

Hasil verifikasi diklasifikasikan menjadi indikator yang didukung bukti penerapan, indikator yang tidak sesuai dengan bukti yang tersedia, indikator yang tidak relevan dengan konteks atau ketentuan kontraktual proyek, serta indikator yang belum dapat diverifikasi karena bukti tidak tersedia atau tidak memadai. Ketiadaan dokumentasi tidak langsung ditafsirkan sebagai kegagalan implementasi. Sebaliknya, status tersebut menunjukkan keterbatasan bukti untuk memastikan penerapan indikator. Demikian pula, perbedaan antara jawaban responden dan dokumen ditelaah berdasarkan konteks indikator sebelum ditetapkan sebagai ketidaksesuaian.

Hasil penilaian kuantitatif dan pemeriksaan dokumenter kemudian diintegrasikan untuk memberikan gambaran mengenai skor evaluasi serta tingkat dukungan bukti yang tersedia. Dengan demikian, triangulasi berfungsi sebagai prosedur pemeriksaan dan penguatan interpretasi hasil kuesioner, bukan sebagai pengganti penilaian indikator atau sebagai audit independen yang berdiri sendiri.

Hasil dan Pembahasan

Temuan Utama Evaluasi Green Construction

Evaluasi terhadap 142 indikator *green construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D), Universitas Negeri Padang, menghasilkan nilai akhir *Green Construction* (NGC) sebesar 0,8540 atau 85,40% dari nilai ideal berdasarkan pembobotan MAGC–AHP. Dari keseluruhan indikator, 139 indikator (97,9%) memperoleh nilai indikator lebih dari nol, sedangkan tiga indikator memperoleh nilai nol. Pada tingkat aspek, Sumber Daya dan Siklus Material memberikan kontribusi terbesar terhadap NGC, yaitu 0,2373, sedangkan Tepat Guna Lahan memberikan kontribusi terkecil, yaitu 0,0872. Pada tingkat faktor, Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11) menghasilkan nilai kontribusi tertinggi sebesar 0,6231, sedangkan Limbah Padat (F6) menghasilkan kontribusi terendah sebesar 0,1062.

Meskipun nilai NGC menunjukkan capaian penilaian yang relatif tinggi, interpretasinya perlu mempertimbangkan hasil triangulasi. Sebanyak 30 indikator (21,1%) terkonfirmasi, 13 indikator (9,2%) terkonfirmasi sebagian, 74 indikator (52,1%) tidak terverifikasi, dan 11 indikator (7,7%) bertentangan dengan ketentuan RKS. Dengan demikian, nilai 85,40% merepresentasikan skor penilaian berbobot berdasarkan

jawaban responden, sedangkan keterverifikasian praktik di lapangan masih dibatasi oleh ketersediaan bukti. Perbedaan antara skor penilaian dan bukti implementasi ini menjadi dasar untuk menafsirkan capaian setiap aspek, mengidentifikasi indikator kritis, dan merumuskan rekomendasi perbaikan sesuai konteks proyek.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Evaluasi Green Construction

Aspek/faktor	Skor	Peringkat	Interpretasi utama
Sumber Daya dan Siklus Material (A4)	NAGC = 0,2373	Aspek 1	Kontributor terbesar terhadap NGC; didukung capaian tinggi pada faktor penyimpanan dan perlindungan material.
Keselamatan dan Kesehatan Kerja (A1)	NAGC = 0,1588	Aspek 2	Kontributor terbesar kedua, tetapi indikator penghindaran asbes masih menunjukkan capaian rendah.
Konservasi Air dan Energi (A6)	NAGC = 0,1446	Aspek 3	Terdapat kesenjangan antara capaian konservasi energi dan konservasi air.
Kualitas Udara dan Kenyamanan (A2)	NAGC = 0,1299	Aspek 4	Beberapa praktik belum didukung bukti yang cukup atau belum menjadi kewajiban eksplisit dalam RKS.
Manajemen Lingkungan Bangunan (A3)	NAGC = 0,0960	Aspek 5	Proporsi indikator yang tidak memiliki ketentuan eksplisit dalam RKS relatif tinggi.
Tepat Guna Lahan (A5)	NAGC = 0,0872	Aspek 6	Kontributor terkecil; faktor Penggunaan Lahan memiliki capaian relatif lebih rendah dibandingkan faktor penyusun A5 lainnya.
Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11)	NFGC = 0,6231	Faktor 1	Kontribusi faktor tertinggi, dengan total NIGC sebesar 0,9621.
Limbah Padat (F6)	NFGC = 0,1062	Faktor 16	Kontribusi faktor terendah, terutama karena bobot faktor yang kecil, bukan karena total NIGC yang rendah.
Nilai akhir Green Construction	NGC = 0,8540	—	Skor penilaian berbobot sebesar 85,40%; tidak identik dengan persentase implementasi yang telah terverifikasi.

Ringkasan hasil menunjukkan bahwa capaian *green construction* tidak tersebar secara merata pada seluruh aspek. Sumber Daya dan Siklus Material menjadi kontributor terbesar terhadap nilai akhir, sedangkan Tepat Guna Lahan menjadi kontributor terkecil. Pada tingkat faktor, tingginya kontribusi Penyimpanan dan Perlindungan Material terbentuk dari kombinasi bobot kepentingan yang besar dan capaian indikator yang tinggi. Sebaliknya, rendahnya kontribusi Limbah Padat terutama dipengaruhi oleh bobot faktornya yang relatif kecil, meskipun total nilai indikator pada faktor tersebut tergolong tinggi. Pola ini menegaskan bahwa nilai kontribusi berbobot tidak dapat ditafsirkan sebagai ukuran tunggal keberhasilan atau kegagalan implementasi. Oleh sebab itu, skor agregat perlu dibaca bersama capaian indikator dan hasil verifikasi dokumen serta bukti lapangan

Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian

Evaluasi penerapan *green construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D), Universitas Negeri Padang (UNP), menggunakan Model Assessment Green Construction (MAGC) dari Ervianto (2015), yang mencakup enam aspek, 16 faktor, dan 142 indikator. MAGC diintegrasikan dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan bobot prioritas, sedangkan penilaian indikator menggunakan kuesioner Guttman yang ditriangulasi dengan Rencana Kerja dan Syarat (RKS), gambar kerja, serta dokumentasi lapangan

Data diperoleh dari lima responden yang dipilih secara purposif, yaitu Project Manager, Site Manager, Site Engineer, Site Procurement, dan Quantity Surveyor, berdasarkan keterlibatan dan pengetahuan mereka terhadap proyek. Pengujian instrumen Guttman menghasilkan nilai *Coefficient of Reproducibility* (CR) sebesar 0,9099, *Coefficient of Scalability* (CS) sebesar 0,8197, dan reliabilitas KR-20 sebesar 0,8998. Seluruh nilai tersebut memenuhi kriteria yang digunakan dalam penelitian.

Pada AHP, nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,098 pada tingkat aspek dan tidak melebihi 0,10 pada tingkat faktor, sehingga bobot prioritas memenuhi kriteria konsistensi yang ditetapkan (Saaty, 2008). Namun, konsistensi dan reliabilitas instrumen tidak serta-merta membuktikan implementasi aktual. Oleh karena itu,

triangulasi dokumen dan bukti lapangan dilakukan untuk menilai keterverifikasian penerapan indikator *green construction*.

Bobot Prioritas Aspek dan Faktor Green Construction

Hasil AHP menunjukkan bahwa aspek Sumber Daya dan Siklus Material (A4) memperoleh bobot prioritas tertinggi sebesar 0,2551, diikuti Konservasi Air dan Energi (A6) sebesar 0,1994, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3/A1) sebesar 0,1875, Kualitas Udara dan Kenyamanan (A2) sebesar 0,1438, Tepat Guna Lahan (A5) sebesar 0,1073, serta Manajemen Lingkungan Bangunan (A3) sebesar 0,1069. Jumlah bobot keenam aspek adalah 1,0000.

Tabel 2. Bobot Prioritas Aspek *Green Construction* (BAGC)

Aspek (BAGC)	Nama Aspek	Bobot (BAGC)
A1	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	0.1875
A2	Kualitas Udara dan Kenyamanan	0.1438
A3	Manajemen Lingkungan Bangunan	0.1069
A4	Sumber Daya dan Siklus Material	0.2551
A5	Tepat Guna Lahan	0.1073
A6	Konservasi Air dan Energi	0.1994
	Total	**1**

Dominannya bobot A4 menunjukkan bahwa responden menempatkan pengelolaan sumber daya dan siklus material sebagai pertimbangan utama dalam penerapan green construction pada proyek ini. Penilaian tersebut sejalan dengan karakteristik pekerjaan konstruksi gedung yang melibatkan pengadaan, penyimpanan, perlindungan, dan pemanfaatan berbagai jenis material. Keputusan mengenai material tidak hanya memengaruhi penggunaan sumber daya, tetapi juga berkaitan dengan pengendalian limbah, kualitas pekerjaan, dan efisiensi pelaksanaan.

Aspek A6 menempati urutan kedua. Posisi ini menunjukkan pentingnya konservasi air dan energi dalam penilaian responden, meskipun tingkat penerapannya kemudian memperlihatkan perbedaan antara kedua faktor penyusunnya. Sementara itu, bobot A3 dan A5 relatif lebih rendah. Kondisi tersebut perlu ditafsirkan sebagai hasil penilaian kepentingan relatif oleh responden pada konteks proyek yang diteliti, bukan sebagai bukti bahwa pengelolaan lingkungan dan penggunaan lahan tidak penting secara umum.

Pada tingkat faktor, bobot menunjukkan variasi prioritas yang lebih terperinci. Pada A4, Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11) memperoleh bobot 0,6477, lebih tinggi daripada Faktor Sumber dan Siklus Material (F10) sebesar 0,3523. Pada A6, Faktor Konservasi Energi (F16) memperoleh bobot 0,5798, sedangkan Faktor Konservasi Air (F15) sebesar 0,4202. Pada A5, Faktor Penggunaan Lahan (F12) memiliki bobot 0,5101, diikuti Faktor Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan (F14) sebesar 0,2977 dan Faktor Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi (F13) sebesar 0,1922.

Tabel 3. Bobot Prioritas Faktor *Green Construction* (BFGC).

Aspek	Kode Faktor	Nama Faktor	Bobot (BFGC)	Keterangan
A1	**F1**	Keselamatan Kerja	0.4039	Bobot terkecil dalam A1
	F2	Kesehatan Kerja	0.5961	Bobot terbesar dalam A1
A2	**F3**	Kualitas Udara	0.2502	Bobot terkecil dalam A2
	F4	Kualitas Termal	0.3096	Bobot menengah dalam A2
	F5	Kebisingan dan Getaran	0.4402	Bobot terbesar dalam A2
A3	**F6**	Limbah Padat	0.1196	Bobot terkecil dalam A3
	F7	Limbah Cair	0.3910	Bobot terbesar dalam A3
	F8	Polusi Udara	0.1919	Bobot menengah dalam A3
	F9	Manajemen Ling-kungan	0.2975	Bobot menengah dalam A3
A4	**F10**	Sumber dan Siklus Material	0.3523	Bobot terkecil dalam A4
	F11	Penyimpanan dan Perlindungan Material	0.6477	Bobot terbesar dalam A4
A5	**F12**	Penggunaan Lahan	0.5101	Bobot terbesar dalam A5
	F13	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	0.1922	Bobot terkecil dalam A5
	F14	Rencana Perlin-dungan Lokasi Peker-jaan	0.2977	Bobot menengah dalam A5
A6	**F15**	Konservasi Air	0.4202	Bobot terkecil dalam A6
	F16	Konservasi Energi	0.5798	Bobot terbesar dalam A6

Bobot AHP menunjukkan tingkat kepentingan relatif faktor, sedangkan nilai penerapan menunjukkan sejauh mana indikator pada faktor tersebut telah dilaksanakan. Kedua komponen ini tidak dapat dipertukarkan. Faktor dengan tingkat penerapan tinggi belum tentu memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai akhir apabila bobot kepentingannya kecil. Sebaliknya, kekurangan pada faktor berbobot besar dapat memberikan pengaruh lebih kuat terhadap nilai akhir. Oleh karena itu, interpretasi hasil dalam penelitian ini mempertimbangkan bobot dan tingkat penerapan secara bersamaan.

Tingkat Penerapan Berdasarkan Indikator dan Faktor

Hasil pengukuran terhadap 142 indikator menunjukkan bahwa 139 indikator atau 97,9% memperoleh nilai NIGC lebih besar dari nol, sedangkan tiga indikator atau 2,1% memperoleh NIGC sebesar nol. Secara umum, temuan tersebut menunjukkan bahwa praktik green construction telah diterapkan pada sebagian besar indikator yang dinilai. Namun, keberadaan nilai positif pada suatu indikator hanya menunjukkan bahwa terdapat responden yang menyatakan praktik tersebut diterapkan; nilai tersebut tidak selalu berarti penerapannya telah dilakukan secara menyeluruh atau dapat dibuktikan melalui dokumentasi.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Indikator *Green Construction* (NIGC) Seluruh Aspek dan Faktor.

Aspek	Faktor	Nomor Indikator	Prioritas	Σ Jawaban Ya (R1-R5)	NIGC	Total NIGC per Faktor
A1	**F1**	1	0.56	5	0.3590	0.8000
		2	0.44	4	0.2256	-
		3	0.56	3	0.2154	-
	F2	1	0.56	5	0.0628	0.8771
		2	0.56	3	0.0377	-
		3	0.56	5	0.0628	-
		4	0.56	4	0.0502	-
		5	0.56	5	0.0628	-
		6	0.56	3	0.0377	-
		7	0.56	5	0.0628	-
		8	0.44	5	0.0493	-
		9	0.44	5	0.0493	-
		10	0.44	5	0.0493	-
		11	0.44	5	0.0493	-
		12	0.56	2	0.0251	-
		13	0.56	4	0.0502	-
		14	0.44	4	0.0395	-
		15	0.56	5	0.0628	-
		16	0.56	5	0.0628	-
		17	0.56	5	0.0628	-
A2	**F3**	1	0.56	5	0.1867	0.8827
		2	0.56	5	0.1867	-
		3	0.44	3	0.0880	-
		4	0.44	3	0.0880	-
		5	0.56	5	0.1867	-
		6	0.44	5	0.1467	-
	F4	1	0.44	5	0.1897	0.7345
		2	0.44	4	0.1517	-
		3	0.56	5	0.2414	-
		4	0.44	2	0.0759	-
		5	0.44	2	0.0759	-
	F5	1	0.56	4	0.1672	0.9582
		2	0.56	5	0.2090	-
		3	0.56	5	0.2090	-
		4	0.44	5	0.1642	-
		5	0.56	5	0.2090	-
A3	**F6**	1	0.56	5	0.1400	0.8880
		2	0.44	5	0.1100	-
		3	0.44	5	0.1100	-
		4	0.44	5	0.1100	-

Aspek	Faktor	Nomor Indikator	Prioritas	Σ Jawaban Ya (R1-R5)	NIGC	Total NIGC per Faktor
		5	0.56	1	0.0280	-
		6	0.44	5	0.1100	-
		7	0.56	5	0.1400	-
		8	0.56	5	0.1400	-
	F7	1	0.56	5	0.0718	0.8359
		2	0.56	5	0.0718	-
		3	0.56	5	0.0718	-
		4	0.56	5	0.0718	-
		5	0.56	3	0.0431	-
		6	0.56	5	0.0718	-
		7	0.44	0	0.0000	-
		8	0.44	2	0.0226	-
		9	0.44	5	0.0564	-
		10	0.44	1	0.0113	-
		11	0.44	5	0.0564	-
		12	0.56	5	0.0718	-
		13	0.56	5	0.0718	-
		14	0.56	5	0.0718	-
		15	0.56	5	0.0718	-
	F8	1	0.56	5	0.2642	0.9170
		2	0.56	5	0.2642	-
		3	0.56	5	0.2642	-
		4	0.44	3	0.1245	-
	F9	1	0.56	5	0.0915	0.7935
		2	0.56	2	0.0366	-
		3	0.56	5	0.0915	-
		4	0.56	5	0.0915	-
		5	0.56	3	0.0549	-
		6	0.56	5	0.0915	-
		7	0.56	5	0.0915	-
		8	0.44	5	0.0719	-
		9	0.44	3	0.0431	-
		10	0.44	3	0.0431	-
		11	0.44	3	0.0431	-
		12	0.44	3	0.0431	-
A4	**F10**	1	0.56	5	0.1094	0.9141
		2	0.56	5	0.1094	-
		3	0.56	5	0.1094	-
		4	0.56	5	0.1094	-
		5	0.56	5	0.1094	-
		6	0.44	0	0.0000	-
		7	0.44	5	0.0859	-
		8	0.44	5	0.0859	-
		9	0.44	5	0.0859	-
		10	0.56	5	0.1094	-
	F11	1	0.56	5	0.2414	0.9621
		2	0.44	5	0.1897	-
		3	0.44	5	0.1897	-
		4	0.44	5	0.1897	-
		5	0.44	4	0.1517	-
A5	**F12**	1	0.56	2	0.1000	0.7000
		2	0.56	5	0.2500	-
		3	0.56	4	0.2000	-
		4	0.56	3	0.1500	-

Aspek	Faktor	Nomor Indikator	Prioritas	Σ Jawaban Ya (R1-R5)	NIGC	Total NIGC per Faktor
	F13	1	0.44	5	0.1467	0.9707
		2	0.44	5	0.1467	-
		3	0.56	5	0.1867	-
		4	0.56	5	0.1867	-
		5	0.44	4	0.1173	-
		6	0.56	5	0.1867	-
	F14	1	0.56	5	0.0864	0.9481
		2	0.56	3	0.0519	-
		3	0.56	4	0.0691	-
		4	0.56	5	0.0864	-
		5	0.56	5	0.0864	-
		6	0.44	5	0.0679	-
		7	0.56	5	0.0864	-
		8	0.56	5	0.0864	-
		9	0.44	5	0.0679	-
		10	0.56	5	0.0864	-
		11	0.56	5	0.0864	-
		12	0.56	5	0.0864	-
A6	**F15**	1	0.56	1	0.0214	0.6305
		2	0.56	2	0.0427	-
		3	0.56	3	0.0641	-
		4	0.44	2	0.0336	-
		5	0.44	5	0.0840	-
		6	0.44	0	0.0000	-
		7	0.56	5	0.1069	-
		8	0.56	5	0.1069	-
		9	0.56	3	0.0641	-
		10	0.56	5	0.1069	-
	F16	1	0.56	5	0.0541	0.8386
		2	0.56	5	0.0541	-
		3	0.56	5	0.0541	-
		4	0.56	5	0.0541	-
		5	0.56	3	0.0324	-
		6	0.56	3	0.0324	-
		7	0.56	5	0.0541	-
		8	0.44	5	0.0425	-
		9	0.44	5	0.0425	-
		10	0.44	5	0.0425	-
		11	0.44	2	0.0170	-
		12	0.44	5	0.0425	-
		13	0.44	5	0.0425	-
		14	0.44	3	0.0255	-
		15	0.56	5	0.0541	-
		16	0.56	3	0.0324	-
		17	0.56	5	0.0541	-
		18	0.56	3	0.0324	-
		19	0.56	5	0.0541	-
		20	0.56	2	0.0216	-

Pada tingkat faktor, nilai NFGC tertinggi terdapat pada Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11), yaitu 0,6231. Nilai tersebut terbentuk dari bobot faktor sebesar 0,6477 dan total NIGC sebesar 0,9621. Kombinasi bobot yang relatif tinggi dan tingkat penerapan yang tinggi menjadikan F11 sebagai kontributor faktor terbesar dalam penilaian. Hasil triangulasi juga menunjukkan bahwa beberapa praktik dalam faktor ini didukung oleh ketentuan RKS mengenai perlindungan material, sehingga capaian tinggi tidak hanya muncul dari penilaian responden, tetapi juga memiliki dukungan kontraktual.

Sebaliknya, nilai NFGC terendah terdapat pada Faktor Limbah Padat (F6), sebesar 0,1062. Nilai ini tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai bukti bahwa penerapan pengelolaan limbah padat sangat buruk, karena total NIGC F6 mencapai 0,8880. Rendahnya NFGC terutama berkaitan dengan bobot faktor yang relatif kecil, yaitu 0,1196. Dengan demikian, perbedaan nilai NFGC antarfaktor merupakan hasil gabungan bobot kepentingan dan capaian implementasi, bukan semata-mata perbedaan tingkat pelaksanaan.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Faktor *Green Construction* (NFGC).

Aspek	Faktor	Nama Faktor	BFGC	Total NIGC	NFGC
A1	**F1**	Keselamatan Kerja	0.4039	0.8000	0.3231
	F2	Kesehatan Kerja	0.5961	0.8771	0.5228
A2	**F3**	Kualitas Udara	0.2502	0.8827	0.2208
	F4	Kualitas Termal	0.3096	0.7345	0.2274
	F5	Kebisingan dan Getaran	0.4402	0.9582	0.4218
A3	**F6**	Limbah Padat	0.1196	0.8880	0.1062
	F7	Limbah Cair	0.3910	0.8359	0.3269
	F8	Polusi Udara	0.1919	0.9170	0.1760
	F9	Manajemen Lingkungan	0.2975	0.7935	0.2360
A4	**F10**	Sumber dan Siklus Material	0.3523	0.9141	0.3220
	F11	Penyimpanan dan Perlindungan Material	0.6477	0.9621	0.6231
A5	**F12**	Penggunaan Lahan	0.5101	0.7000	0.3571
	F13	Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	0.1922	0.9707	0.1866
	F14	Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan	0.2977	0.9481	0.2823
A6	**F15**	Konservasi Air	0.4202	0.6305	0.2650
	F16	Konservasi Energi	0.5798	0.8386	0.4862

Temuan ini menegaskan pentingnya membaca nilai indikator, faktor, dan aspek secara berjenjang. Nilai NIGC digunakan untuk menilai capaian indikator, NFGC menunjukkan kontribusi faktor setelah mempertimbangkan bobotnya, sedangkan NAGC menunjukkan kontribusi aspek terhadap nilai keseluruhan. Pembacaan berjenjang tersebut membantu menghindari kesimpulan yang keliru, misalnya menganggap faktor dengan kontribusi akhir rendah selalu memiliki pelaksanaan terburuk.

Nilai Akhir dan Tingkat Penerapan Green Construction

Berdasarkan penggabungan bobot prioritas dan nilai penerapan, penelitian memperoleh nilai akhir Green Construction (NGC) sebesar 0,8540 atau 85,40% dari nilai ideal. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan green construction pada proyek yang diteliti berada pada tingkat tinggi atau baik menurut klasifikasi yang digunakan dalam penelitian. Meskipun demikian, masih terdapat kesenjangan sebesar 14,60% dari nilai ideal yang dapat menjadi dasar penentuan prioritas perbaikan.

Tabel 6. Nilai Aspek *Green Construction* (NAGC) dan NGC Keseluruhan.

Aspek	Nama Aspek	BAGC	Total NFGC	NAGC
A1	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	0.1875	0.8460	0.1588
A2	Kualitas Udara dan Kenyamanan	0.1438	0.8700	0.1299
A3	Manajemen Lingkungan Bangunan	0.1069	0.8451	0.0960
A4	Sumber Daya dan Siklus Material	0.2551	0.9452	0.2373
A5	Tepat Guna Lahan	0.1073	0.8259	0.0872
A6	Konservasi Air dan Energi	0.1994	0.7512	0.1446
	NGC (Σ NAGC)			**0.8540**

Kontribusi aspek terhadap nilai akhir memperlihatkan urutan A4 sebesar 0,2373, A1 sebesar 0,1588, A6 sebesar 0,1446, A2 sebesar 0,1299, A3 sebesar 0,0960, dan A5 sebesar 0,0872. Dengan demikian, A4 menjadi kontributor terbesar terhadap NGC, sedangkan A5 menjadi kontributor terkecil. Perbedaan ini tidak hanya mencerminkan tingkat penerapan indikator, tetapi juga dipengaruhi oleh bobot prioritas masing-masing aspek.

Nilai NGC sebesar 85,40% perlu diinterpretasikan secara proporsional. Angka tersebut merupakan hasil pengukuran berbobot berdasarkan jawaban responden, bukan pernyataan bahwa 85,40% dari seluruh praktik di lapangan telah terverifikasi secara dokumenter. Perbedaan antara nilai pengukuran dan tingkat keterverifikasian ini menjadi penting karena evaluasi keberlanjutan tidak cukup hanya mengidentifikasi praktik yang diklaim telah dilakukan, tetapi juga perlu menilai dukungan bukti yang tersedia.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, nilai NGC penelitian ini lebih tinggi daripada capaian 74,11% yang dilaporkan Winarsih dkk. (2022) dan 80,70% yang dilaporkan Peginusa dkk. (2025). Sementara itu, Arman dkk. (2022) melaporkan capaian sebesar 93,77% pada proyek Hotel Santika Premiere Padang. Perbandingan tersebut memberikan konteks terhadap posisi hasil penelitian, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyatakan keunggulan mutlak karena konteks proyek dan prosedur penghitungan dapat berbeda. Penelitian ini menerapkan normalisasi bobot indikator pada tingkat faktor serta triangulasi terhadap tiga sumber bukti, sehingga perbandingan langsung harus dilakukan secara hati-hati.

Perbedaan hasil antarp proyek juga menunjukkan bahwa nilai agregat tidak cukup untuk menjelaskan penyebab keberhasilan atau kekurangan implementasi. Nilai NGC yang relatif tinggi masih dapat disertai kelemahan pada indikator tertentu, terutama indikator yang berkaitan dengan konservasi air, penggunaan lahan, dan praktik lingkungan yang belum menjadi kewajiban kontraktual. Karena itu, evaluasi perlu dilanjutkan dengan analisis kontribusi setiap aspek dan identifikasi indikator kritis.

Pembahasan Berdasarkan Kontribusi Setiap Aspek

Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (A1)

Aspek K3 memiliki bobot prioritas sebesar 0,1875 dan menghasilkan kontribusi NAGC sebesar 0,1588. Nilai ini menempatkan A1 sebagai kontributor terbesar kedua setelah A4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aspek keselamatan dan kesehatan kerja memiliki posisi penting dalam penilaian green construction pada proyek yang diteliti.

Meskipun kontribusi aspek ini relatif tinggi, hasil pada indikator tertentu menunjukkan bahwa masih terdapat praktik yang perlu mendapat perhatian. Salah satunya adalah indikator F2.12 mengenai penghindaran penggunaan asbes, yang hanya dinyatakan diterapkan oleh dua dari lima responden. Nilai NIGC indikator tersebut sebesar 0,0251 menunjukkan capaian yang rendah dibandingkan indikator lain yang dievaluasi. Temuan ini penting karena penggunaan material yang mengandung asbes berkaitan dengan perlindungan kesehatan pekerja dan lingkungan kerja.

Hasil triangulasi menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara persepsi responden dan ketentuan RKS pada indikator terkait material tersebut. Namun, status ini perlu dibaca berdasarkan terminologi indikator dan bukti yang tersedia, bukan langsung dianggap sebagai bukti pelanggaran yang disengaja. Temuan tersebut mengindikasikan perlunya penyamaan pemahaman mengenai istilah teknis, disertai sosialisasi ketentuan material kepada personel yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.

Implikasinya, penguatan aspek K3 tidak cukup dilakukan melalui penyediaan prosedur keselamatan secara umum. Ketentuan mengenai material yang diperbolehkan atau dilarang perlu dirumuskan secara jelas, disosialisasikan kepada pelaksana, dan diperiksa secara berkala. Dengan cara ini, penilaian K3 dapat terhubung dengan pengendalian material dan dokumentasi pelaksanaan di lapangan.

Aspek Kualitas Udara dan Kenyamanan (A2)

Aspek Kualitas Udara dan Kenyamanan memiliki bobot prioritas sebesar 0,1438 dan menghasilkan NAGC sebesar 0,1299. Kontribusi tersebut menunjukkan bahwa penerapan pada aspek ini relatif mendukung nilai akhir, tetapi masih terdapat ruang perbaikan pada sejumlah praktik yang memerlukan perencanaan dan pengendalian secara konsisten.

Salah satu temuan dalam evaluasi indikator kritis adalah rendahnya penerapan praktik yang berkaitan dengan pemanfaatan energi alternatif dan penggunaan transportasi umum oleh pekerja. Indikator F4.4 mengenai energi alternatif dan F4.5 mengenai transportasi umum pekerja tidak memiliki kewajiban eksplisit dalam RKS berdasarkan hasil pemeriksaan dokumen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa praktik yang tidak secara tegas dimasukkan ke dalam dokumen kontrak berpotensi bergantung pada inisiatif sukarela kontraktor.

Hasil triangulasi pada indikator pengendalian debu juga menunjukkan adanya perbedaan antara jawaban responden dan bukti visual. Seluruh responden menyatakan bahwa pengendalian telah dilakukan, tetapi dokumentasi foto yang tersedia belum dapat mengonfirmasi pelaksanaan penyiraman area proyek secara aktif dan terencana. Selain itu, RKS tidak secara eksplisit mewajibkan penyiraman rutin untuk seluruh area proyek. Kondisi basah akibat musim hujan mungkin memengaruhi persepsi responden mengenai keberhasilan pengendalian debu.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa indikator kualitas udara perlu diukur berdasarkan praktik pengendalian yang berlangsung secara konsisten, bukan hanya berdasarkan kondisi lapangan pada saat tertentu. Pengendalian debu, misalnya, sebaiknya didukung oleh prosedur operasional, jadwal pelaksanaan, dan dokumentasi yang memungkinkan konsultan pengawas menilai apakah tindakan pengendalian dilakukan sesuai kebutuhan. Dengan demikian, nilai kuesioner dapat diperkuat oleh bukti yang lebih representatif terhadap pelaksanaan proyek.

Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan (A3)
Aspek Manajemen Lingkungan Bangunan memiliki bobot prioritas sebesar 0,1069 dan NAGC sebesar 0,0960. Kontribusinya relatif rendah dibandingkan aspek lain, tetapi hasil ini perlu dipahami dengan mempertimbangkan dua hal, yaitu bobot prioritas aspek dan tingkat ketercakupan praktik lingkungan dalam dokumen kontrak.

Hasil triangulasi memperlihatkan bahwa A3 memiliki proporsi dukungan RKS paling rendah. Dari 39 indikator pada aspek ini, sebanyak 33 indikator atau 84,6% tidak ditemukan ketentuan eksplisitnya dalam RKS. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar praktik lingkungan yang dinilai melalui kuesioner tidak memiliki dasar kewajiban kontraktual yang jelas. Praktik tersebut dapat saja dilakukan sebagai inisiatif lapangan, tetapi keberlanjutan pelaksanaannya lebih sulit dijamin apabila tidak disertai prosedur tertulis dan mekanisme pengawasan.

Salah satu indikator yang memperoleh NIGC sebesar nol adalah F7.7 mengenai penggunaan layanan katering dalam penyajian konsumsi pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proyek masih menggunakan kemasan sekali pakai dan belum menerapkan sistem penyajian konsumsi yang mengurangi sampah kemasan. Temuan ini memperlihatkan bahwa pengelolaan lingkungan tidak hanya berkaitan dengan pekerjaan konstruksi utama, tetapi juga dengan kegiatan pendukung operasional proyek.

Namun, status indikator F7.7 perlu dibedakan dari indikator yang memang tidak relevan dengan persyaratan proyek. Tidak ditemukannya kewajiban eksplisit dalam RKS tidak secara otomatis berarti suatu praktik tidak relevan atau boleh diabaikan. Sebaliknya, kondisi tersebut menunjukkan bahwa praktik itu belum dijadikan persyaratan kontraktual, sehingga perlu dipertimbangkan apakah akan dimasukkan ke dalam ketentuan proyek mendatang.

Temuan ini sejalan dengan pembahasan Shi dkk. (2013) mengenai hambatan penerapan green construction, termasuk biaya tambahan, waktu, serta keterbatasan ketersediaan pemasok dan informasi. Dalam konteks penelitian ini, hambatan tersebut perlu dilihat bersama dengan struktur kewajiban proyek: ketika suatu praktik tidak diwajibkan dan tidak disertai sistem pengawasan, pelaksanaannya lebih bergantung pada keputusan internal kontraktor. Gu dkk. (2023) juga menempatkan kemampuan kontraktor sebagai unsur penting dalam pelaksanaan konstruksi hijau. Hasil penelitian ini memperluas pembacaan tersebut dengan menunjukkan bahwa kemampuan pelaksana perlu ditopang oleh ketentuan dan mekanisme pengendalian yang jelas.

Aspek Sumber Daya dan Siklus Material (A4)
Aspek Sumber Daya dan Siklus Material memperoleh bobot prioritas tertinggi, yaitu 0,2551, dan menghasilkan NAGC sebesar 0,2373. Capaian tersebut menjadikannya kontributor terbesar terhadap nilai akhir NGC. Hasil ini berkaitan dengan tingkat penerapan faktor penyusunnya, terutama penyimpanan dan perlindungan material, yang memiliki NFGC sebesar 0,6231 dan total NIGC sebesar 0,9621.

Tabel 7. Faktor Penyusun A4.

Faktor	BFGC	Total NIGC	NFGC
F10 — Sumber dan Siklus Material	0,3523	0,9141	0,3220
F11 — Penyimpanan dan Perlindungan Ma-terial	0,6477	0,9621	0,6231
Total NFGC A4			**0,9452**

Faktor Sumber dan Siklus Material (F10) memiliki bobot 0,3523, sedangkan Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11) memiliki bobot 0,6477. Tingginya capaian F11 menunjukkan bahwa praktik penyimpanan dan perlindungan material merupakan bagian yang relatif kuat dalam penerapan green construction pada proyek ini. Hasil triangulasi mengindikasikan bahwa beberapa praktik dalam aspek tersebut memperoleh dukungan eksplisit RKS, seperti ketentuan material non-asbes dan berekolabel, larangan penggunaan bahan bekas bongkaran, perlindungan ujung pipa menggunakan caps/plugs, serta penggunaan material lokal.

Dari 15 indikator A4, sebanyak tujuh indikator atau 46,7% memiliki dukungan RKS, yang merupakan proporsi tertinggi di antara keenam aspek. Pola ini menunjukkan hubungan yang patut diperhatikan antara kejelasan ketentuan kontrak dan tingkat penerapan praktik material. Ketika suatu praktik dicantumkan secara jelas dalam spesifikasi atau persyaratan teknis, pelaksana memiliki acuan yang lebih konkret untuk melakukan pengadaan, penyimpanan, dan pengendalian material.

Temuan ini dapat dibandingkan dengan Arman dkk. (2022), yang melaporkan bahwa aspek Sumber Daya dan Siklus Material pada proyek Hotel Santika Premiere Padang menjadi aspek dengan capaian relatif rendah. Perbedaan hasil tersebut mungkin berkaitan dengan konteks proyek, bobot prioritas, serta perbedaan ketentuan

kontraktual. Namun, dugaan bahwa perbedaan itu disebabkan oleh kekuatan klausul RKS perlu diperlakukan sebagai interpretasi yang masih harus diuji pada lebih banyak proyek, bukan sebagai hubungan sebab-akibat yang telah dibuktikan secara statistik.

Satu indikator pada aspek A4, yaitu F10.6 mengenai pemanfaatan kontainer sebagai ruang kantor, memperoleh NIGC sebesar nol. Hasil triangulasi menunjukkan bahwa RKS proyek secara eksplisit mengatur pembangunan kantor proyek semi-permanen atau Direksi Kit. Dalam konteks tersebut, nilai nol pada indikator pemanfaatan kontainer tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai kegagalan pelaksanaan. Penerapan indikator generik berupa pemanfaatan kontainer justru berpotensi bertentangan dengan persyaratan spesifik proyek. Kasus ini menunjukkan pentingnya memeriksa relevansi indikator MAGC terhadap dokumen kontrak sebelum merumuskan rekomendasi perbaikan.

Dengan demikian, capaian tinggi pada A4 tidak hanya menunjukkan keberhasilan penerapan praktik material, tetapi juga menyoroti peran persyaratan teknis sebagai acuan implementasi. Pada saat yang sama, hasil F10.6 menunjukkan bahwa instrumen evaluasi perlu dibaca secara kontekstual agar rekomendasi yang dihasilkan tidak mendorong tindakan yang bertentangan dengan ketentuan proyek.

Aspek Tepat Guna Lahan (A5)

Aspek Tepat Guna Lahan memiliki bobot prioritas 0,1073 dan menghasilkan NAGC sebesar 0,0872, sehingga menjadi kontributor terendah terhadap NGC. Tabel faktor penyusun A5 menunjukkan bahwa total NFGC aspek ini sebesar 0,8259. Dengan demikian, rendahnya kontribusi A5 tidak semata-mata menunjukkan tingkat penerapan yang rendah pada semua faktornya, tetapi juga dipengaruhi oleh bobot aspek yang relatif kecil.

Tabel 8. Faktor Penyusun A5

Faktor	BFGC	Total NIGC	NFGC
F12 — Penggunaan Lahan	0,5101	0,7000	0,3571
F13 — Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi	0,1922	0,9707	0,1866
F14 — Rencana Perlindungan Lokasi Peker-jaan	0,2977	0,9481	0,2823
Total NFGC A5			0,8259

Faktor Penggunaan Lahan (F12) memiliki NFGC sebesar 0,3571 dan total NIGC sebesar 0,7000, lebih rendah daripada Faktor Pengurangan Jejak Ekologis Tahap Konstruksi (F13) sebesar 0,9707 dan Faktor Rencana Perlindungan Lokasi Pekerjaan (F14) sebesar 0,9481. Hasil ini menunjukkan bahwa capaian A5 terutama perlu ditingkatkan melalui praktik penggunaan lahan yang lebih baik.

Tiga indikator yang menjadi perhatian adalah F12.1 mengenai penanaman pohon di sekitar kantor direksi, F12.4 mengenai penyaringan air sebelum dialirkan ke sistem drainase kota, serta F12.3 mengenai pembangunan sumur resapan untuk menampung air limbah dan air limpasan. Observasi lapangan menunjukkan bahwa area sekitar kantor proyek masih relatif gersang dan terdapat genangan air ketika hujan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pengelolaan vegetasi, air limpasan, dan kondisi lahan masih memerlukan perhatian.

Ketiga indikator kritis tersebut tidak ditemukan sebagai kewajiban eksplisit dalam RKS berdasarkan hasil triangulasi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa praktik tepat guna lahan berpotensi kurang mendapat perhatian ketika tidak diterjemahkan menjadi persyaratan yang dapat diperiksa selama pelaksanaan. Temuan ini berbeda dari penelitian Maulidianti dkk. (2021) pada Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura, yang melaporkan aspek Tepat Guna Lahan sebagai aspek dengan capaian tertinggi sebesar 86,3%. Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan konteks lokasi, karakteristik proyek, tahap penilaian, dan metode penghitungan yang digunakan.

Hasil ini menunjukkan bahwa pengelolaan lahan perlu direncanakan sejak awal, termasuk perlindungan vegetasi, pengendalian limpasan, dan pengelolaan drainase. Dalam konteks proyek kampus, perencanaan tersebut juga perlu memperhatikan kondisi lingkungan sekitar dan keterkaitan proyek dengan prinsip green campus. Agar praktik tersebut tidak bergantung pada inisiatif sukarela, persyaratan yang relevan perlu dimasukkan ke dalam dokumen teknis dan diikuti dengan pemantauan berkala.

Aspek Konservasi Air dan Energi (A6)

Aspek Konservasi Air dan Energi memiliki bobot prioritas sebesar 0,1994 dan menghasilkan NAGC sebesar 0,1446, menempati urutan ketiga dalam kontribusi terhadap nilai akhir. Hasil ini memperlihatkan perbedaan tingkat penerapan yang cukup besar antara konservasi air dan konservasi energi.

Tabel 9. Faktor Penyusun A6.

Faktor	BFGC	Total NIGC	NFGC
F15 — Konservasi Air	0,4202	0,6305	0,2650
F16 — Konservasi Energi	0,5798	0,8386	0,4862
Total NFGC A6			**0,7512**

Faktor Konservasi Air (F15) memperoleh total NIGC sebesar 0,6305 dan NFGC sebesar 0,2650, sedangkan Faktor Konservasi Energi (F16) memperoleh total NIGC sebesar 0,8386 dan NFGC sebesar 0,4862. Selisih total NIGC sebesar 0,2081 menunjukkan bahwa konservasi energi memiliki capaian lebih tinggi daripada konservasi air dalam proyek yang diteliti. F15 bahkan merupakan faktor dengan total NIGC terendah di antara 16 faktor MAGC.

Perbedaan tersebut dapat dijelaskan melalui dua kondisi yang ditemukan dalam penelitian. Pertama, penghematan energi relatif mudah dikaitkan dengan konsumsi listrik dan biaya operasional, misalnya melalui penggunaan lampu hemat energi, pengaturan suhu AC, dan pemantauan pemakaian listrik. Sebaliknya, konsumsi air di lokasi proyek tidak didukung oleh meteran pada titik-titik sumber air berdasarkan observasi lapangan. Tanpa pengukuran pemakaian, pengendalian konsumsi air menjadi lebih sulit dilakukan secara terukur.

Kedua, hasil triangulasi menunjukkan bahwa sebagian praktik konservasi energi memiliki rujukan parsial dalam spesifikasi teknis RKS, sedangkan ketentuan eksplisit mengenai indikator konservasi air tidak ditemukan. Artinya, konservasi energi memperoleh dukungan dari hubungan dengan pengeluaran listrik dan sebagian ketentuan teknis, sementara konservasi air lebih bergantung pada inisiatif pelaksana. Temuan ini mendukung perlunya memperlakukan hambatan penerapan green construction secara berbeda antaraspek, bukan hanya menjelaskannya melalui keterbatasan biaya secara umum.

Shi dkk. (2013) mengidentifikasi biaya tambahan, waktu pelaksanaan, serta keterbatasan pemasok dan informasi sebagai hambatan penting penerapan green construction. Darko dan Chan (2018) juga membahas hambatan adopsi praktik bangunan hijau, termasuk persoalan biaya, insentif, informasi, dan regulasi. Dalam penelitian ini, temuan tersebut diperdalam dengan menunjukkan bahwa dorongan ekonomi dan dukungan kontraktual dapat berbeda antarfaktor dalam satu aspek. Konservasi air yang tidak terukur dan tidak memiliki kewajiban kontraktual eksplisit cenderung memperoleh capaian lebih rendah daripada konservasi energi.

Indikator F15.1 mengenai pengumpulan air hujan dan F15.2 mengenai pemasangan meteran air termasuk indikator dengan tingkat penerapan rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa praktik konservasi air belum didukung oleh sistem pemantauan konsumsi dan pemanfaatan sumber air alternatif yang memadai. Selain itu, F15.6 mengenai penyediaan fasilitas shower untuk pekerja memperoleh NIGC sebesar nol. Berbeda dari indikator kontainer kantor, hasil triangulasi menunjukkan bahwa RKS mewajibkan fasilitas shower dan gambar kerja toilet telah merencanakan bilik shower, tetapi bukti realisasi tidak ditemukan dalam jawaban responden maupun dokumentasi foto. Karena terdapat dasar kontraktual dan rencana teknis, indikator ini lebih kuat dikategorikan sebagai kesenjangan implementasi yang perlu ditindaklanjuti.

Temuan pada A6 menunjukkan bahwa penguatan konservasi air perlu dimulai dari langkah yang dapat dipantau, seperti pemasangan meteran pada sumber air, pencatatan konsumsi, pemanfaatan air hujan untuk kebutuhan nonpotabel yang sesuai, serta pemeriksaan fasilitas yang diwajibkan dalam dokumen proyek. Sementara itu, konservasi energi perlu dipertahankan dan ditingkatkan melalui pengaturan operasional serta pengawasan penggunaan peralatan. Dengan pendekatan tersebut, rekomendasi tidak hanya berorientasi pada penambahan fasilitas, tetapi juga pada pembentukan mekanisme pemantauan yang terukur.

Analisis Indikator Kritis dan Akar Permasalahan

Nilai NGC sebesar 85,40% menunjukkan bahwa tingkat penerapan green construction secara keseluruhan tergolong tinggi, tetapi masih terdapat kesenjangan sebesar 14,60% dari nilai ideal. Oleh karena itu, evaluasi tidak cukup berhenti pada nilai agregat. Identifikasi indikator kritis diperlukan untuk menentukan praktik yang perlu diperbaiki berdasarkan tingkat penerapan, bobot prioritas, kondisi lapangan, dan relevansi terhadap persyaratan kontraktual.

Indikator dengan NIGC = 0

Dari 142 indikator yang dievaluasi, terdapat tiga indikator dengan NIGC sebesar nol, yaitu F7.7 mengenai layanan katering, F10.6 mengenai pemanfaatan kontainer sebagai ruang kantor, dan F15.6 mengenai penyediaan fasilitas shower untuk pekerja.

Tabel 10. Indikator dengan NIGC = 0.

Aspek	Faktor	Indikator	Prioritas
A3	F7 — Manajemen Lingkungan Proyek	F7.7 — Menggunakan layanan katering dalam penyajian konsumsi	II
A4	F10 — Sumber dan Siklus Material	F10.6 — Memanfaatkan kon-tainer sebagai ruang kantor	II
A6	F15 — Konservasi Air	F15.6 — Menyediakan fasili-tas *shower* untuk mandi pekerja	II

Ketiga indikator tersebut memperlihatkan bahwa nilai nol tidak selalu memiliki arti yang sama. Indikator F7.7 menunjukkan bahwa proyek belum menerapkan layanan konsumsi yang mengurangi penggunaan kemasan sekali pakai. F10.6 memperoleh nilai nol karena pemanfaatan kontainer sebagai kantor tidak sesuai dengan ketentuan pembangunan kantor proyek semi-permanen dalam RKS. Sementara itu, F15.6 menunjukkan kesenjangan implementasi karena fasilitas shower tercantum dalam persyaratan dan gambar kerja, tetapi realisasinya tidak dapat dikonfirmasi.

Pembedaan tersebut penting bagi evaluasi berbasis MAGC. Apabila nilai nol langsung ditafsirkan sebagai kegagalan kontraktor, rekomendasi yang dihasilkan berpotensi tidak tepat. Pada F10.6, misalnya, rekomendasi untuk menyediakan kontainer justru dapat bertentangan dengan persyaratan proyek. Sebaliknya, pada F15.6, tindakan perbaikan dapat dirumuskan secara langsung karena telah terdapat dasar kontraktual dan rencana teknis. Dengan demikian, indikator yang sama-sama bernilai nol dapat memerlukan tindak lanjut yang berbeda berdasarkan hasil verifikasi.

Indikator dengan Tingkat Penerapan Rendah

Selain indikator bernilai nol, penelitian mengidentifikasi indikator dengan NIGC rendah yang memerlukan perhatian, yaitu F15.1 mengenai pengumpulan air hujan, F15.2 mengenai pemasangan meteran air, F15.4 mengenai penggunaan kran otomatis pada wastafel, F2.12 mengenai penghindaran asbes, dan F16.11 mengenai pengaturan suhu AC pada 25°C.

Tabel 11. Indikator dengan Tingkat Penerapan Rendah.

Indikator	NIGC	Σ Ya	Prioritas
F15.1 — Mengumpulkan air hujan	0,0214	1	I
F15.2 — Memasang meteran air	0,0427	2	I
F15.4 — Kran otomatis wastafel	0,0336	2	II
F2.12 — Menghindari asbes	0,0251	2	I
F16.11 — Suhu AC 25°C	0,0170	2	II

Indikator konservasi air, terutama pengumpulan air hujan dan pemasangan meteran air, menunjukkan bahwa pengelolaan konsumsi air belum didukung oleh sistem pemantauan yang memadai. Kondisi ini menyulitkan pengukuran penggunaan air dan evaluasi efektivitas tindakan penghematan. Pemasangan meteran dapat menjadi langkah awal untuk menghasilkan data konsumsi yang dapat digunakan dalam pengendalian operasional proyek.

Indikator F2.12 dan F16.11 memperlihatkan persoalan yang berbeda. Penghindaran asbes berkaitan dengan pemilihan dan pengendalian material, sedangkan pengaturan suhu AC berkaitan dengan kedisiplinan operasional. Artinya, indikator kritis tidak selalu membutuhkan jenis intervensi yang sama. Sebagian memerlukan fasilitas atau sistem pengukuran, sedangkan sebagian lainnya memerlukan kejelasan prosedur, komunikasi, dan pengawasan pelaksanaan.

Hasil ini juga menunjukkan pentingnya mempertimbangkan bobot prioritas. Indikator dengan tingkat penerapan rendah yang berada pada faktor berbobot dominan perlu memperoleh perhatian lebih besar karena dapat memberikan pengaruh lebih kuat terhadap nilai akhir. Namun, prioritas penanganan sebaiknya tidak ditentukan oleh skor saja. Kewajiban kontraktual, risiko lingkungan, keselamatan, biaya, dan kemudahan implementasi tetap perlu menjadi pertimbangan.

Akar Permasalahan Berdasarkan Triangulasi

Berdasarkan hasil kuesioner, observasi lapangan, RKS, gambar kerja, dan dokumentasi foto, terdapat beberapa akar permasalahan yang dapat menjelaskan kesenjangan penerapan.

Pertama, belum memadainya kebijakan green construction yang terdokumentasi. Sejumlah praktik dinyatakan telah dilakukan oleh responden, tetapi bukti tertulis yang mendukung penerapannya belum tersedia atau belum dapat diakses. Kondisi ini menyulitkan evaluasi berulang karena praktik yang dilakukan belum seluruhnya tercatat dalam sistem dokumentasi formal.

Kedua, belum optimalnya sistem pemantauan dan evaluasi. Informasi mengenai penggunaan daftar periksa atau evaluasi green construction belum sepenuhnya didukung bukti dokumen dan belum diketahui secara merata oleh personel proyek. Hal ini mengindikasikan perlunya mekanisme pemantauan yang memiliki penanggung jawab, jadwal, dan bukti pelaksanaan yang jelas.

Ketiga, pertimbangan biaya dan prioritas pelaksanaan. Indikator yang memerlukan fasilitas tambahan, seperti sistem pemanenan air hujan dan meteran air, masih menunjukkan capaian rendah. Akan tetapi, data penelitian ini belum cukup untuk menyimpulkan bahwa biaya merupakan penyebab tunggal rendahnya penerapan seluruh indikator. Ketiadaan ketentuan kontraktual, belum tersedianya sistem pemantauan, dan kebiasaan operasional juga perlu dipertimbangkan.

Keempat, kebiasaan kerja konvensional. Penggunaan kemasan sekali pakai, pengaturan suhu AC yang belum konsisten, dan belum optimalnya konservasi air menunjukkan bahwa sebagian praktik keberlanjutan belum terintegrasi secara sistematis ke dalam rutinitas proyek. Perbaikan perlu diarahkan pada pembentukan prosedur kerja dan pengawasan, bukan hanya sosialisasi konsep.

Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan green construction memerlukan kombinasi antara kebijakan tertulis, persyaratan kontrak, fasilitas pendukung, dan mekanisme pengawasan. Penambahan pengetahuan melalui pelatihan tetap diperlukan, tetapi tidak cukup apabila tidak disertai penerjemahan praktik ke dalam prosedur dan persyaratan yang dapat diperiksa.

Hasil Triangulasi dan Keterverifikasian Penerapan

Triangulasi dilakukan dengan membandingkan jawaban kuesioner terhadap tiga sumber bukti, yaitu RKS, gambar kerja (shop drawing), dan foto dokumentasi lapangan. Dari 142 indikator, sebanyak 27 indikator (19,0%) memiliki ketentuan eksplisit dalam RKS, 16 indikator (11,3%) memperoleh dukungan sebagian, dan 99 indikator (69,7%) tidak ditemukan dasar ketentuannya secara eksplisit dalam RKS.

Aspek Sumber Daya dan Siklus Material (A4) memiliki proporsi indikator yang didukung RKS tertinggi, yaitu tujuh dari 15 indikator atau 46,7%. Dukungan tersebut terutama berkaitan dengan persyaratan material non-asbes dan berekolabel, larangan penggunaan bahan bekas bongkaran, perlindungan ujung pipa menggunakan caps/plugs, serta penggunaan material lokal. Sebaliknya, A3 memiliki proporsi dukungan RKS terendah; sebanyak 33 dari 39 indikator atau 84,6% tidak ditemukan ketentuan eksplisitnya. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa setiap aspek memiliki tingkat keterikatan yang berbeda terhadap persyaratan kontrak.

Hasil triangulasi juga mengungkapkan adanya perbedaan antara jawaban responden dan bukti yang tersedia. Pada indikator pengendalian debu, seluruh responden menyatakan penerapan telah dilakukan, tetapi foto dokumentasi belum dapat mengonfirmasi penyiraman aktif yang terencana. Pada indikator penebangan pohon dan penggunaan kembali bahan bekas bongkaran, terdapat jawaban responden yang tidak selaras dengan ketentuan RKS. Sementara itu, pada indikator rambu larangan merokok, tidak tersedia bukti foto yang memadai, meskipun informasi lisan dari mahasiswa praktik kerja lapangan mendukung keterangan responden mengenai keberadaan rambu dan area merokok khusus.

Untuk memperjelas interpretasi hasil, triangulasi mengelompokkan indikator ke dalam empat status: terkonfirmasi, terkonfirmasi sebagian, tidak terverifikasi, dan bertentangan dengan dokumen. Sebanyak 30 indikator (21,1%) terkonfirmasi, 13 indikator (9,2%) terkonfirmasi sebagian, 74 indikator (52,1%) tidak terverifikasi, dan 11 indikator (7,7%) bertentangan dengan ketentuan RKS.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa hanya sebagian dari penerapan yang dinilai melalui kuesioner dapat dikonfirmasi secara langsung melalui dokumen atau bukti visual yang tersedia. Berdasarkan perhitungan penelitian, kontribusi indikator yang terkonfirmasi dan terkonfirmasi sebagian mencapai 30,3% dari nilai ideal. Sebaliknya, 52,1% indikator berstatus tidak terverifikasi karena bukti yang tersedia belum cukup untuk mengonfirmasi maupun membantah jawaban responden.

Status tidak terverifikasi tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai tidak diterapkan. Ketiadaan bukti yang dapat diakses dalam penelitian ini berbeda dari bukti bahwa suatu praktik tidak pernah dilakukan. Sebagian praktik mungkin telah dilaksanakan, tetapi tidak terdokumentasi secara formal atau tidak tercakup dalam arsip yang dapat diakses. Karena itu, nilai NGC sebesar 85,40% lebih tepat dipahami sebagai capaian penilaian berbasis respons responden yang kemudian diperiksa melalui bukti yang tersedia, bukan sebagai persentase implementasi yang seluruhnya telah terverifikasi.

Demikian pula, status bertentangan dengan RKS tidak dengan sendirinya membuktikan adanya pemalsuan jawaban. Pada sebagian indikator, perbedaan dapat berkaitan dengan pemahaman terminologi yang tidak sama antara instrumen MAGC dan bahasa teknis yang digunakan di lapangan. Namun, penjelasan tersebut perlu didukung pemeriksaan indikator secara individual dan tidak dapat digeneralisasi untuk seluruh ketidaksesuaian. Temuan ini menunjukkan perlunya penyamaan istilah, sosialisasi persyaratan kontrak, dan dokumentasi yang lebih sistematis.

Secara metodologis, triangulasi memberikan nilai tambah karena memungkinkan evaluasi membedakan indikator yang telah diterapkan dan dapat dikonfirmasi, indikator yang belum dapat diverifikasi, serta indikator yang tidak selaras dengan ketentuan proyek. Pendekatan ini membantu mencegah rekomendasi yang hanya didasarkan pada nilai kuesioner tanpa mempertimbangkan konteks kontraktual dan bukti lapangan.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai *green construction* di Indonesia telah dilakukan menggunakan beragam pendekatan, baik untuk mengidentifikasi tingkat penerapan, menentukan faktor penghambat, maupun mengevaluasi kinerja keberlanjutan proyek konstruksi. Ervianto (2015) mengembangkan Model Assessment Green Construction (MAGC) untuk menilai capaian penerapan konstruksi hijau pada proyek bangunan gedung. Penelitian Sudiartha et al. (2015) di Kabupaten Badung melaporkan tingkat penerapan *green construction* sebesar 65,14%, dengan biaya sebagai salah satu hambatan utama. Selanjutnya, Firdaus et al. (2018) menemukan bahwa rendahnya permintaan klien, biaya investasi, kesadaran pelaku konstruksi, dan kondisi lokasi menjadi hambatan penerapan *green construction*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa capaian konstruksi hijau tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan indikator penilaian, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi proyek dan dukungan para pemangku kepentingan.

Studi pada proyek-proyek gedung di Indonesia juga memperlihatkan variasi capaian dan aspek yang perlu ditingkatkan. Adistianti dan Sucita (2020) mengevaluasi penerapan konstruksi hijau pada proyek Apartemen X di Jakarta Pusat dengan menggabungkan kuesioner, observasi, dan dokumentasi. Maulidianti et al. (2021) mengidentifikasi penerapan konsep *green construction* pada perencanaan Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura dan memperoleh capaian keseluruhan sebesar 53,52%. Pada proyek Pasar Umum Gianyar, Putra et al. (2021) menggunakan MAGC yang terdiri atas enam aspek, 16 faktor, dan 142 indikator. Penelitian Winarsih et al. (2022) pada proyek Gedung Akademik dan Riset UIN Raden Intan Lampung melaporkan penerapan 126 indikator dengan Nilai Green Construction (NGC) sebesar 11,465. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat penerapan konstruksi hijau berbeda ant proyek, sehingga evaluasi perlu mempertimbangkan karakteristik objek, indikator yang digunakan, serta metode perhitungannya.

Aspek keterverifikasian penerapan menjadi perhatian penting dalam penelitian Praganingrum et al. (2023) pada proyek Pasar Gianyar. Melalui observasi lapangan dan kuesioner terhadap 28 responden, penelitian tersebut menemukan bahwa dari 142 indikator, hanya 65 indikator yang memiliki dokumentasi, sedangkan 77 indikator lainnya tidak terdokumentasi. Temuan ini menegaskan bahwa penilaian berdasarkan jawaban responden perlu dibedakan dari penilaian berdasarkan bukti pelaksanaan. Pada tahun yang sama, Putra (2023) mengevaluasi proyek Pegadaian Tower menggunakan MAGC dan melaporkan capaian sebesar 91,73% dari nilai ideal berdasarkan perhitungan penelitiannya. Sementara itu, Sukmalaras et al. (2024) memperoleh skor 16,15 dari nilai ideal 21,92 atau sekitar 74% pada proyek Garut City Plaza Mall. Perbedaan capaian tersebut memperlihatkan bahwa hasil penilaian konstruksi hijau dapat bervariasi ant proyek dan perlu dibandingkan dengan memperhatikan kesamaan indikator, skala, serta metode pembobotan yang digunakan.

Penelitian yang lebih luas juga menyoroti pentingnya pemilihan metode evaluasi dan pengelolaan risiko. Hussain dan Hussain (2023) mengembangkan kerangka penilaian keberlanjutan proyek berdasarkan aktivitas konstruksi dengan pendekatan *fuzzy Analytical Hierarchy Process* dan sistem inferensi fuzzy. Hasilnya menunjukkan adanya pertukaran antara pencapaian keberlanjutan dan biaya. Díaz Caselles dan Guevara (2024), melalui tinjauan sistematis mengenai kinerja keberlanjutan proses konstruksi di lapangan, mengidentifikasi indikator lingkungan, sosial, dan ekonomi yang dapat digunakan untuk menilai keberlanjutan kegiatan konstruksi. Lendra et al. (2025) juga menunjukkan melalui tinjauan sistematis terhadap 34 studi kasus di Indonesia bahwa pemilihan alat penilaian perlu disesuaikan dengan jenis bangunan dan tahapan siklus hidupnya. Adapun Peginusa et al. (2025) mengevaluasi penerapan konstruksi hijau pada proyek bangunan berkelanjutan di Ibu Kota Nusantara menggunakan MAGC. Dari 144 indikator yang dinilai, 137 indikator dilaporkan telah diterapkan, dengan NGC sebesar 17,69, di atas nilai terbaik 15,47 tetapi masih di bawah nilai ideal 21,92. Pada konteks internasional, Thach et al. (2025) mengembangkan model penilaian kinerja lokasi konstruksi hijau di Vietnam menggunakan *fuzzy synthetic evaluation* berdasarkan 155 respons valid. Penelitian tersebut memperoleh indeks kinerja 5,48 dan mengidentifikasi faktor terkait manusia sebagai kelompok faktor yang paling signifikan, sementara faktor air dan limbah termasuk kelompok dengan kinerja terendah.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini memiliki persamaan dengan studi terdahulu dalam menggunakan indikator *green construction* untuk mengevaluasi pelaksanaan proyek. Namun, penelitian ini mengintegrasikan MAGC dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mempertimbangkan bobot prioritas aspek dan faktor, serta melakukan triangulasi terhadap RKS, gambar kerja, dan dokumentasi lapangan. Integrasi tersebut memungkinkan hasil penilaian tidak hanya disajikan sebagai skor agregat, tetapi juga ditelaah berdasarkan kesesuaian jawaban responden dengan bukti yang tersedia. Hasil penelitian memperoleh NGC sebesar 85,40%, dengan kontribusi nilai tertimbang tertinggi pada aspek sumber daya dan siklus material (A4) dan terendah pada aspek konservasi air (A5). Akan tetapi, nilai tersebut merupakan skor penilaian berbobot dan tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai persentase praktik yang telah terverifikasi di lapangan.

Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada penggabungan penilaian berbobot MAGC+AHP dengan pemeriksaan keterverifikasian indikator berdasarkan dokumen proyek. Pendekatan ini membantu membedakan indikator yang memiliki bukti pendukung, indikator yang baru terkonfirmasi sebagian, serta indikator yang belum dapat diverifikasi. Perbedaan tersebut penting agar rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan kesenjangan bukti dan kebutuhan proyek, bukan semata-mata berdasarkan skor akhir. Dengan ruang lingkup satu proyek dan lima responden yang dipilih secara purposif, temuan penelitian ini terutama memberikan gambaran evaluatif pada proyek yang diteliti dan belum dimaksudkan sebagai representasi seluruh proyek konstruksi gedung di Indonesia.

Implikasi Temuan terhadap Penerapan Green Construction
Implikasi Metodologis

Penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi MAGC dapat diperkaya dengan normalisasi bobot indikator pada tingkat faktor. Pendekatan tersebut ditujukan untuk menjaga proporsionalitas penilaian sehingga perbedaan jumlah indikator antarfaktor tidak secara otomatis menyebabkan faktor dengan indikator lebih banyak mendominasi nilai. Namun, keabsahan penerapan normalisasi tetap bergantung pada konsistensi rumus, pembobotan, dan pelaporan perhitungan dalam keseluruhan analisis.

Triangulasi pada seluruh 142 indikator juga membantu memperluas interpretasi hasil. Nilai NGC dapat dibaca bersama status keterverifikasian, sehingga nilai yang tinggi tidak langsung disamakan dengan implementasi yang seluruhnya terdokumentasi. Pendekatan ini berpotensi diterapkan pada evaluasi proyek lain, terutama ketika instrumen berbasis kuesioner digunakan untuk menilai praktik yang sebagian buktinya berada dalam dokumen teknis dan arsip lapangan.

Dari sisi metodologis, penelitian ini menggabungkan pembobotan AHP dengan penilaian indikator MAGC serta pemeriksaan terhadap RKS, gambar kerja, dan dokumentasi lapangan. Pembobotan AHP digunakan untuk merepresentasikan kepentingan relatif aspek dan faktor, sedangkan normalisasi bobot indikator pada tingkat faktor dimaksudkan untuk menjaga proporsionalitas agregasi nilai. Triangulasi kemudian digunakan untuk memeriksa apakah penilaian responden memperoleh dukungan dari bukti yang tersedia. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini bukan sekadar menghasilkan skor akhir, melainkan memperluas interpretasi skor melalui pembedaan antara capaian berdasarkan respons responden dan keterverifikasian implementasi. Namun, kontribusi tersebut perlu ditempatkan sebagai pengembangan prosedur evaluasi yang diterapkan pada konteks proyek ini, bukan sebagai metode baru yang telah terbukti lebih unggul daripada seluruh pendekatan terdahulu. Klaim mengenai keunggulan atau kebaruan relatif perlu didukung oleh perbandingan eksplisit dengan prosedur yang digunakan dalam penelitian sebelumnya.

Implikasi bagi Kontraktor dan Pengelola Proyek

Bagi kontraktor, temuan penelitian menunjukkan perlunya mengintegrasikan green construction ke dalam prosedur operasional, pengadaan material, pengendalian penggunaan sumber daya, dan sistem dokumentasi. Praktik yang sudah diterapkan perlu didukung bukti yang dapat diperiksa, sementara indikator yang belum tercapai perlu ditindaklanjuti melalui rencana perbaikan yang memiliki penanggung jawab dan jadwal pelaksanaan.

Bagi pemilik proyek dan konsultan pengawas, hasil penelitian menekankan pentingnya memasukkan persyaratan green construction yang relevan ke dalam RKS dan mekanisme pengawasan. Ketentuan yang jelas dapat menjadi dasar pemeriksaan, sedangkan indikator yang tidak tercakup dalam kontrak perlu dipertimbangkan secara selektif sesuai tujuan keberlanjutan dan karakteristik proyek. Integrasi tersebut dapat membantu mengurangi ketergantungan pada inisiatif sukarela dan membuat evaluasi lebih terukur.

Rekomendasi perbaikan yang telah disusun berdasarkan indikator kritis perlu dipertahankan pada bagian hasil atau pembahasan tanpa menambahkan tabel baru. Rekomendasi mencakup penguatan kebijakan material, kajian penggunaan energi alternatif, pengurangan kemasan sekali pakai, penanaman pohon, pemanenan air hujan, pemasangan meteran air, dan pemanfaatan sensor untuk penghematan energi.

Tabel 12. Rekomendasi Perbaikan per Aspek.

Aspek	Indikator Kritis	Rekomendasi	Prioritas
A1 (K3)	F2.12 — Menghindari asbes	Membuat kebijakan tertulis pelarangan material mengan-dung asbes dan mensosialisasi-kannya ke seluruh pihak proyek.	Tinggi
A2 (Kualitas Udara)	F4.4 — Energi alternatif	Melakukan studi kelayakan pemanfaatan energi terbarukan (solar panel) untuk penerangan dan peralatan ringan.	Sedang
A3 (Mana-jemen Ling-kungan)	F7.7 — Layanan katering	Mewajibkan penggunaan wa-dah makanan ramah lingkungan atau bekerja sama dengan ka-tering yang menggunakan sistem *returnable.*	Sedang
A4 (Sumber Daya)	F10.6 — Kon-Tainer sebagai kantor	Mengganti kantor semiperm-anen dengan kontainer bekas yang dapat digunakan kembali dan lebih ramah lingkungan.	Rendah
A5 (Tepat Guna Lahan)	F12.1 — Pena-naman pohon	Menyusun rencana lansekap se-jak awal proyek dan menanam pohon di area sekitar proyek se-bagai bagian dari komitmen *green campus.*	Tinggi
A6 (Kon-servasi Air & Energi)	F15.1 — Pem-anenan air hu-jan	Memasang sistem pemanenan air hujan sederhana (tandon dan talang) untuk digunakan dalam penyiraman dan pembersihan.	Tinggi
A6 (Kon-servasi Air & Energi)	F15.2 — Me-teran air	Memasang sub-meter pada se-tiap sumber air untuk meman-tau dan mengendalikan kon-sumsi air.	Tinggi
A6 (Kon-servasi Air & Energi)	F16.14 — Sen-sor cahaya	Memasang sensor gerak pada ruang yang jarang digunakan untuk menghemat energi listrik.	Sedang

Rekomendasi tersebut perlu diprioritaskan berdasarkan kombinasi tingkat penerapan, bobot indikator, relevansi kontraktual, dan kelayakan implementasi. Untuk indikator yang telah diwajibkan dalam RKS tetapi belum direalisasikan, tindakan utama adalah memastikan pemenuhan persyaratan dan meningkatkan pengawasan. Untuk praktik yang belum diwajibkan, pemilik proyek dapat mengevaluasi kelayakan memasukkannya ke dalam persyaratan proyek mendatang. Sementara itu, indikator yang tidak sesuai dengan konteks kontrak harus ditelaah sebelum dijadikan sasaran perbaikan.

Keterbatasan dan Agenda Penelitian Selanjutnya

Hasil penelitian perlu dipahami dengan mempertimbangkan beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah responden hanya lima orang. Walaupun responden dipilih berdasarkan kompetensi dan keterlibatan langsung, jumlah tersebut membatasi analisis variasi penilaian menurut jabatan atau pengalaman. Konsistensi AHP yang memenuhi batas penerimaan tidak menghilangkan keterbatasan jumlah responden tersebut (Saaty, 2008).

Pemilihan lima responden dilakukan berdasarkan keterlibatan langsung dan relevansi fungsi pekerjaan terhadap evaluasi proyek, sehingga pendekatan ini lebih sesuai untuk memperoleh penilaian dari informan kunci daripada menghasilkan estimasi yang mewakili populasi kontraktor secara statistik. Meskipun mencakup fungsi manajerial, teknis, pengadaan, dan pengendalian kuantitas, jumlah responden yang terbatas belum memungkinkan penelitian menguji secara memadai variasi persepsi antarkelompok jabatan atau tingkat kesepakatan yang lebih luas. Selain itu, seluruh responden berasal dari satu kontraktor, sehingga penilaian berpotensi dipengaruhi oleh perspektif organisasi yang sama. Oleh karena itu, hasil penelitian harus dipahami sebagai evaluasi kontekstual terhadap satu proyek, bukan sebagai gambaran umum penerapan *green construction* pada seluruh proyek gedung. Penelitian berikutnya dapat melibatkan pemilik proyek, konsultan pengawas, dan pihak lain yang relevan, serta menguji pola temuan pada beberapa proyek dan kontraktor berbeda.

Kedua, sebanyak 52,1% indikator berstatus tidak terverifikasi. Kondisi ini berkaitan dengan keterbatasan bukti yang dapat diakses, termasuk sebagian arsip dan dokumentasi proyek. Karena itu, status tersebut tidak boleh langsung diperlakukan sebagai bukti ketiadaan praktik di lapangan.

Ketiga, penelitian berfokus pada satu proyek dan satu kontraktor. Temuan mengenai hubungan antara ketentuan RKS, tingkat penerapan, dan keterverifikasian belum dapat digeneralisasi secara statistik ke seluruh

proyek konstruksi. Penelitian pada proyek dengan tipologi, kontrak, dan karakteristik kontraktor yang berbeda diperlukan untuk menguji apakah pola yang sama juga muncul dalam konteks lain.

Keempat, penilaian hanya mencakup tahap pelaksanaan konstruksi. Penelitian belum menguji bagaimana keputusan pada tahap desain dan perencanaan memengaruhi penerapan di lapangan, maupun bagaimana praktik tersebut berdampak pada tahap operasional bangunan. Kelima, penelitian menggunakan MAGC versi 2015. Relevansi indikator terhadap teknologi dan praktik konstruksi yang berkembang perlu dievaluasi dalam penelitian lanjutan tanpa mengubah instrumen secara tidak terkontrol pada penelitian ini.

Keterbatasan tersebut tidak menghilangkan manfaat temuan, tetapi menentukan ruang lingkup kesimpulan yang dapat ditarik. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah proyek, melibatkan lebih banyak pemangku kepentingan, memperbaiki akses terhadap arsip dokumentasi, dan menguji hubungan antara ketentuan kontraktual dengan tingkat penerapan menggunakan data lintas proyek. Penelitian juga dapat mengembangkan pedoman terminologi yang menyelaraskan istilah MAGC, RKS, dan bahasa operasional lapangan.

Ringkasan Temuan Utama

Secara keseluruhan, penelitian memperoleh NGC sebesar 0,8540 atau 85,40%, yang menunjukkan tingkat penerapan green construction tinggi berdasarkan klasifikasi yang digunakan. Aspek Sumber Daya dan Siklus Material memberikan kontribusi terbesar, sedangkan Tepat Guna Lahan memberikan kontribusi terkecil. Pada tingkat faktor, Penyimpanan dan Perlindungan Material memperoleh NFGC tertinggi, sementara Limbah Padat memperoleh NFGC terendah, terutama karena perbedaan bobot faktor.

Analisis indikator kritis memperlihatkan bahwa rendahnya nilai tidak selalu mencerminkan penyebab yang sama. Ada indikator yang belum diterapkan, indikator yang tidak sesuai dengan ketentuan proyek, dan indikator yang belum dapat diverifikasi karena keterbatasan bukti. Triangulasi menunjukkan bahwa hanya sebagian penerapan yang dinilai melalui kuesioner dapat dikonfirmasi secara langsung melalui dokumentasi yang tersedia. Karena itu, peningkatan green construction memerlukan bukan hanya perbaikan praktik di lapangan, tetapi juga kejelasan persyaratan kontrak, pengawasan, serta dokumentasi yang memungkinkan penerapan dinilai secara lebih objektif.

Tabel 13. Rekapitulasi Pembahasan terhadap Tujuan Penelitian.

Tujuan Penelitian	Hasil	Sub-Bab Pembahasan
Tujuan 1: Mengukur nilai indikator-indikator yang memengaruhi penerapan *green construction*	Dari 142 indikator, 139 indikator (97,9%) telah diterapkan dengan nilai NIGC > 0, dan 3 indikator (2,1%) memiliki NIGC = 0. Indikator dengan NIGC tertinggi (0,2642) terdapat pada Faktor Pelatihan Subkontraktor (F8), sedangkan terendah (0,0000) pada F7.7 (katering), F10.6 (kontainer), dan F15.6 (*shower*).	IV.4, IV.9
Tujuan 2: Mengukur nilai faktor-faktor yang memengaruhi penerapan *green construction*	NFGC tertinggi: Faktor Penyimpanan dan Perlindungan Material (F11) = 0,6231; terendah: Faktor Limbah Padat (F6) = 0,1062. Dominasi F11 merupakan fungsi dari kombinasi bobot kepentingan tinggi (BFGC = 0,6477) dan implemen-tasi tinggi (Total NIGC = 0,9621). Data triangulasi menunjukkan bahwa keting-gian NIGC F11 didukung oleh ketentuan eksplisit RKS tentang perlindungan ma-terial. Rendahnya NFGC F6, sebaliknya, bukan karena implementasi buruk (Total NIGC = 0,8880 tergolong tinggi) melainkan karena bobot kepentingan yang kecil (BFGC = 0,1196) menunjukkan bahwa para responden menilai dokumentasi limbah padat kurang penting dibanding-kan pengelolaan limbah cair (F7, BFGC = 0,3910) dalam konteks proyek ini.	IV.5
Tujuan 3: Mengukur nilai dari masing-masing aspek *green construction*	NAGC tertinggi pada Aspek Sumber Daya dan Siklus Material (A4) = 0,2373; terendah pada Aspek Tepat Guna Lahan (A5) = 0,0872. Urutan lengkap: A4 (0,2373) > A1 (0,1588) > A6 (0,1446) > A2 (0,1299) > A3 (0,0960) > A5 (0,0872).	IV.6, IV.8
Tujuan 4: Menganalisis nilai akhir NGC dan tingkat keberhasilan	NGC total = 0,8540 (setara 85,4%). Ber-dasarkan klasifikasi Ervianto (2015), proyek ini berada pada kategori "Tinggi (Baik)" dengan capaian di atas rata-rata penelitian sejenis (74–80%) namun masih di bawah capaian ideal (>90%).	IV.6, IV.7

Temuan ini mendukung perlunya mengintegrasikan persyaratan green construction ke dalam dokumen kontrak, memperkuat pemantauan indikator kritis, dan membangun dokumentasi pelaksanaan yang konsisten. Dengan demikian, hasil evaluasi tidak hanya menghasilkan angka capaian, tetapi juga memberikan dasar untuk menentukan perbaikan yang sesuai dengan kondisi teknis dan kontraktual proyek.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *green construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik (B, C, dan D), Universitas Negeri Padang, memperoleh nilai akhir NGC sebesar 85,40% dari nilai ideal dan termasuk dalam kategori tinggi berdasarkan interpretasi yang digunakan dalam penelitian. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar indikator memperoleh nilai penerapan positif, meskipun masih terdapat kesenjangan antara hasil penilaian dan bukti implementasi yang tersedia. Secara metodologis, integrasi Model Assessment Green Construction (MAGC) dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memungkinkan evaluasi mempertimbangkan tingkat penerapan sekaligus prioritas setiap aspek dan faktor. Sementara itu, triangulasi dengan RKS, gambar kerja, dan dokumentasi lapangan membantu mengidentifikasi perbedaan antara penerapan berdasarkan jawaban responden dan penerapan yang dapat diverifikasi. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa skor penilaian yang tinggi tidak selalu mencerminkan keterverifikasian implementasi secara menyeluruh. Penggabungan penilaian berbobot dan pemeriksaan bukti memberikan informasi yang lebih komprehensif sebagai dasar evaluasi *green construction*.

Secara praktis, peningkatan penerapan *green construction* perlu diarahkan pada pemenuhan ketentuan kontrak yang belum terealisasi, penguatan pengawasan lapangan, dan perbaikan sistem dokumentasi. Prioritas perbaikan juga perlu mempertimbangkan tingkat kepentingan faktor serta kesenjangan penerapan yang ditemukan, sehingga rekomendasi tidak hanya berorientasi pada peningkatan skor, tetapi juga pada pemenuhan persyaratan dan keterlacakan bukti pelaksanaan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan pendekatan MAGC-AHP dan triangulasi pada proyek dengan jenis bangunan, lokasi, serta karakteristik kontrak yang berbeda guna menguji konsistensi temuan. Selain itu, pengujian instrumen pada jumlah responden dan pemangku kepentingan yang lebih beragam, termasuk pemilik proyek dan konsultan pengawas, diperlukan untuk memperkuat validitas hasil penilaian. Penelitian lanjutan juga dapat mengembangkan prosedur penilaian yang membedakan secara eksplisit skor berdasarkan persepsi responden, tingkat pemenuhan persyaratan kontrak, dan tingkat keterverifikasian melalui bukti lapangan

Referensi

Adistianti, N., & Sucita, I. K. (2020). Penerapan konstruksi hijau pada proyek Apartemen X di Jakarta Pusat. Construction and Material Journal, 2(2), 91–98. https://doi.org/10.32722/cmj.v2i2.3089

Arman, U. D., Nasmirayanti, R., Sari, A., & Putri, F. O. (2022). Penilaian model assessment green construction proyek pembangunan Hotel Santika Premiere Padang. Rang Teknik Journal, 5(2), 321–330. https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3347

Darko, A., & Chan, A. P. C. (2018). Strategies to promote green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. Building and Environment, 130, 74–84. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.022

Díaz Caselles, L. M., & Guevara, J. (2024). Sustainability performance in on-site construction processes: A systematic literature review. Sustainability, 16(3), Article 1047. https://doi.org/10.3390/su16031047

Ervianto, W. I. (2012). Selamatkan bumi melalui konstruksi hijau: Perencanaan, pengadaan, konstruksi & operasi. [Penerbit perlu dikonfirmasi].

Ervianto, W. I. (2013). Identifikasi indikator green construction pada proyek konstruksi bangunan gedung di Indonesia. [Penerbit atau sumber publikasi perlu dikonfirmasi].

Ervianto, W. I. (2015a). Capaian green construction dalam proyek bangunan gedung menggunakan Model Assessment Green Construction. Dalam Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (KoNTekS 9) (hlm. 453–460).

Ervianto, W. I. (2015b). Implementasi green construction sebagai upaya pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Ervianto, W. I., Soemardi, B. W., Abduh, M., & Suryamanto. (2011). [Judul makalah belum tersedia]. Dalam Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS). [Informasi volume, halaman, dan penerbit perlu dikonfirmasi].

Firdaus, A., Setiawan, T. H., & Reynaldy, J. I. (2018). Barriers to the implementation of green construction: A case study in Bandung, Indonesia. International Journal of Integrated Engineering, 10(8), 1–7. https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.08.001

Frick, H., & Suskiyatno, B. (2007). Dasar-dasar arsitektur ekologis. Kanisius.
Furqan, M. A. T. B., & R. H. A. (2016). Identifikasi indikator penerapan green construction pada proyek konstruksi gedung di Kota Banda Aceh. Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, 5(1), 101–107. [Nama penulis perlu diperiksa kembali berdasarkan artikel asli].
Glavinich, T. E. (2008). Contractor's guide to green building construction. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9780470259979
Gu, J., Guo, F., Peng, X., & Wang, B. (2023). Green and sustainable construction industry: A systematic literature review of the contractor's green construction capability. Buildings, 13(2), Article 470. https://doi.org/10.3390/buildings13020470
Guttman, L. (1944). A basis for scaling qualitative data. American Sociological Review, 9(2), 139–150. https://doi.org/10.2307/2086306
Hussain, A., & Hussain, I. (2023). Sustainability assessment for construction projects: A cost-sustainability tradeoff approach. Journal of Cleaner Production, 423, Article 138727. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138727
Ichsan, Z. M. (2023). Studi indikator green construction pada proyek konstruksi bangunan gedung [Skripsi, Universitas Islam Sultan Agung].
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 9 Tahun 2021 tentang pedoman penyelenggaraan konstruksi berkelanjutan.
Kibert, C. (1994). Establishing principles and a model for sustainable construction. [Informasi prosiding atau penerbit perlu dilengkapi].
Kibert, C. J. (2016). Sustainable construction: Green building design and delivery (4th ed.). John Wiley & Sons.
Laila, N. A. C., Wiryasuta, I. K. H., & Hardiyanti, S. A. (2023). Kajian tingkat penerapan green construction pada proyek konstruksi gedung fasilitas pendidikan di Jawa Timur. Jurnal Teknik Sipil Giratory UPGRIS, 4(2), 55–64. https://doi.org/10.26877/giratory.v4i2.18029
Maulidianti, N. A., Mulyani, E., & Nuh, S. M. (2021). Identifikasi konsep green construction pada perencanaan Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura. JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang, 8(1). https://doi.org/10.26418/jelast.v8i1.44606
Muna, Z. I., & Karlinasari, R. (2024). Studi indikator green construction pada proyek konstruksi bangunan gedung Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang [Jenis karya dan informasi institusi perlu dikonfirmasi].
Ningrum, D. A., Siagian, T. S., & Rasyid, A. (2024). The green construction model in the construction industry to support a sustainable green economy. Jurnal Ekonomi, 13(1), 91–106. https://doi.org/10.54209/ekonomi.v13i01
Osmani, M. (2012). Construction waste minimization in the UK: Current pressures for change and approaches. Procedia—Social and Behavioral Sciences, 40, 37–40. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.158
Peginusa, S. S., Sari, D. P., Tendean, C., & Soukotta, D. (2025). Analisis efektivitas penerapan konstruksi hijau pada proyek bangunan berkelanjutan. Jurnal Konstruksi, 23(2), 145–156. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2762
Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.) and The standard for project management.
Praganingrum, T. I., Pradnyadari, N. L. M. A. M., Suryatmaja, I. B., Suryadarmawan, I. G. A. G., Saraswati, N. N. I. S., & Utama, P. A. R. (2023). Identifikasi penerapan green construction pada proyek konstruksi. Jurnal Permukiman, 18(1), 45–52. https://doi.org/10.31815/jp.2023.18.45-52
Putra, I. P. A. W. D., Winaya, I. N. A. P., & Yasada, G. (2021). Analisis implementasi konstruksi hijau menggunakan Model Assessment Green Construction (studi kasus proyek pembangunan Pasar Umum Gianyar). Proceedings, 9(1), 21–31. https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/proceedings/article/view/259
Putra, T. R. (2023). Capaian green construction pada proyek bangunan gedung dengan Model Assessment Green Construction (MAGC) (studi kasus: Pegadaian Tower–Jakarta Pusat) [Skripsi sarjana, Institut Teknologi Sumatera]. Repository Institut Teknologi Sumatera. https://repository.itera.ac.id/depan/submission/SB2306050003
Putri, A. A. (2024). Implementasi green construction pada proyek pembangunan Gedung Kantor Utama Polda Jawa Barat [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia].
Sahrudin. (2024). Analisis penerapan green construction menggunakan Model Assessment Green Construction untuk meningkatkan konstruksi berkelanjutan (studi kasus Perumahan Nava Town Talang Bakung). [Informasi jenis karya dan institusi perlu dilengkapi].
Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83–98. https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590
Shi, Q., Zuo, J., Huang, R., Huang, J., & Pullen, S. (2013). Identifying the critical factors for green construction: An empirical study in China. Habitat International, 40, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.01.003

Silvius, A. J. G., & Schipper, R. P. J. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. Social Business, 4(1). https://doi.org/10.1362/204440814X13948909253866

Soehartono, C., Makalew, F. P., Sari, D. P., Wala, M. M., Tenda, J. E., Slat, E. N., et al. (2024). Evaluasi penerapan konsep green construction pada proyek pembangunan bangunan gedung Kantor Kementerian Koordinator 1 IKN Nusantara. Dalam Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi (PTUV) ke-4 Politeknik Negeri Manado. [Daftar penulis lengkap dan halaman prosiding perlu dikonfirmasi].

Sudiartha, K. E., Nadiasa, M., & Jaya, I. N. M. (2015). Kajian faktor-faktor green construction pada proyek konstruksi gedung di Kabupaten Badung. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 19(2), 148–155. https://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/24146

Sukmalaras, R. M., Soekiman, A., Sugiri, T., Kusmana, D., & Pratiwi, A. R. (2024). Evaluation of implementation green construction of Garut City Plaza Mall Project. Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering, 7(1), 109–120. https://doi.org/10.30659/jacee.7.1.109-120

Susilo, A. N., & Jin, O. F. (2022). Analisis tingkat penerapan konstruksi hijau dan faktor kendalanya pada proyek gedung. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 5(2), 533–546. https://doi.org/10.24912/jmts.v5i2.16508

Thach, T. N., Nguyen, M. V., Khanh, H. D., Chien, P. T., & Ahn, Y. (2025). Toward sustainable development: An assessment of the performance of green construction sites using fuzzy synthetic evaluation. Engineering, Construction and Architectural Management, 33(5), 3576–3598. https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2024-0839

United Nations Environment Programme. (2024). 2023 global status report for buildings and construction: Beyond foundations—Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector. https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095

Winarsih, A. L. C., Perwitasari, D., & Enjelina, L. (2022). Capaian green construction pada proyek gedung UIN Raden Intan Lampung dengan Model Assessment Green Construction (MAGC). CIVED: Journal of Civil Engineering and Vocational Education, 9(1), 81–90. https://doi.org/10.24036/cived.v9i1.113109

Yan, H., Ding, G., Li, H., Wang, Y., Zhang, L., Shen, Q., & Feng, K. (2019). Field evaluation of the dust impacts from construction sites on surrounding areas: A city case study in China. Sustainability, 11(7), Article 1906. https://doi.org/10.3390/su11071906

Yudelson, J. (2012). Green building trends: Europe. Island Press.

Zuo, J., & Zhao, Z. Y. (2014). Green building research—Current status and future agenda: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021