



Analisis Faktor dan Indikator yang Memengaruhi Kinerja Manajemen Waste Konstruksi pada Proyek Bangunan Gedung Komersial

I Made Swasnawa^{1*}, I Putu Artama Wiguna¹

¹Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: swasnawa14@gmail.com

Article History:

Received: January 20, 2026

Revised: January 26, 2026

Accepted: January 30, 2026

Keywords:

Construction Waste
Management, Performance
Indicators, Commercial
Building

Abstract: The rapid growth of commercial building development in Bali Province has led to increased construction activities and a higher potential for construction waste generation, while the implementation of construction waste management during the project execution phase remains insufficiently integrated. Although various construction waste management performance indicators have been proposed in previous studies, empirical validation of the underlying factors and indicators using structural equation modeling (SEM), particularly in the context of commercial building projects, remains limited. This study aims to identify and validate the key indicators determining construction waste management performance in commercial building projects in Bali Province. Data were collected through a questionnaire survey and analyzed using partial least squares structural equation modeling. The results confirm 21 valid indicators representing four key performance-determining variables. The findings indicate that construction methods, policies and governance, design and documentation, as well as material and equipment management have a significant influence on construction waste management performance. Among these variables, reducing unnecessary activities (outer loading = 0.817), supervision of construction activities (0.860), design errors (0.851), and warehouse capacity (0.841) were identified as the most representative indicators for their respective constructs, as reflected by the highest outer loading values. This study provides empirical contributions to the development of construction waste management performance indicators and offers practical implications for improving waste management performance in commercial building projects.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Swasnawa, I. M., & Wiguna, I. P. A. (2026). Analisis Faktor dan Indikator yang Memengaruhi Kinerja Manajemen Waste Konstruksi pada Proyek Bangunan Gedung Komersial. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(1), 1038-1047. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i1.5728>

PENDAHULUAN

Dalam praktik konstruksi, segala hal maupun kegiatan yang tidak menambah nilai bagi pemilik proyek disebut sebagai *waste* atau pemborosan. Waste dapat berupa material terbuang (fisik), waktu yang tidak produktif, maupun biaya tambahan (non fisik) berdampak langsung terhadap kinerja keuangan proyek [1]. Studi terdahulu menunjukkan bahwa *waste* konstruksi dapat berkontribusi sebesar 21-30% dari total anggaran proyek konstruksi [2]. Jika tidak dikelola dengan baik, Kontraktor selaku pelaksana proyek konstruksi berpotensi menghadapi kerugian laba akibat meningkatnya biaya *overhead* dan penundaan atau penurunan produktivitas [3]. Oleh karena itu, identifikasi sistematis terhadap variabel penyebab *waste* menjadi krusial untuk merumuskan strategi pengurangan yang efektif.

Proyek konstruksi pada dasarnya bersifat unik dan sangat bergantung pada konteks, yang dipengaruhi oleh jenis bangunan, metode konstruksi, material yang digunakan, serta tingkat kompleksitas proyek. Variasi tersebut menyebabkan perbedaan yang signifikan dalam jenis dan volume *waste* yang dihasilkan antar proyek. Bukti empiris menunjukkan bahwa proyek non-residensial, termasuk gedung komersial, cenderung menghasilkan volume *waste* konstruksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan proyek residensial [4], [5]. Kondisi ini menegaskan perlunya pendekatan manajemen *waste* konstruksi yang disesuaikan dengan karakteristik spesifik proyek gedung komersial.

Dalam beberapa tahun terakhir, pembangunan gedung komersial di Provinsi Bali menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data peningkatan jumlah restoran dan rumah makan sebesar 84,06% serta hotel sebesar 9,61% pada tahun 2024 dibandingkan tahun 2023 [6]. Namun, peningkatan ini belum diimbangi dengan penerapan manajemen *waste* konstruksi yang memadai, yang masih kurang menjadi prioritas dalam praktik proyek [7]. Kompleksitas keterlibatan pemangku kepentingan serta keterbatasan keterampilan dan pengetahuan dalam manajemen *waste* menjadi faktor dominan tingginya timbulan *waste*, khususnya pada fase pelaksanaan konstruksi [8], [9].

Penelitian terdahulu telah mengidentifikasi berbagai faktor-faktor yang memengaruhi kinerja manajemen *waste* konstruksi, termasuk metode konstruksi, desain dan dokumentasi, kebijakan dan tata kelola hingga manajemen material dan alat [3], [10], [11], [12], [13]. Namun, penelitian terdahulu masih menggunakan indikator yang berbeda-beda dan belum banyak diuji secara empiris, terutama pada proyek gedung komersial, sehingga pengukuran kinerja dari manajemen *waste* konstruksi menjadi kurang jelas dan sulit dibandingkan antar studi dalam lingkup yang lebih sempit.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi indikator-indikator yang merepresentasikan faktor penentu kinerja manajemen *waste* konstruksi pada proyek gedung komersial. *Pendekatan Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) digunakan secara khusus untuk mengevaluasi model pengukuran untuk memastikan reliabilitas dan validitas indikator yang diusulkan. Indikator yang tervalidasi diharapkan dapat menyediakan dasar pengukuran yang kuat bagi penelitian selanjutnya serta mendukung pengembangan praktik manajemen *waste* konstruksi yang lebih kontekstual dan terukur.

LANDASAN TEORI

A. Waste Konstruksi

Waste didefinisikan sebagai kerugian yang diakibatkan oleh kegiatan konstruksi yang menyebabkan biaya langsung dan tidak langsung, namun tidak memberikan tambahan nilai pada produk dari sudut pandang pelanggan [14]. *Waste* konstruksi dapat dibedakan menjadi tujuh jenis menurut *lean principle*, namun seiring perkembangan zaman dan kebutuhan maka dikembangkan menjadi delapan jenis *waste* [15]. Penjelasan terkait delapan jenis *waste* dalam proyek konstruksi yaitu

1. *Defect* merupakan kesalahan dalam pekerjaan yang menyebabkan pekerjaan ulang atau perbaikan.
2. *Overproduction* merupakan produksi atau pekerjaan yang dilakukan melebihi kebutuhan.
3. *Waiting* merupakan waktu menunggu pekerja, material, alat atau informasi karena kurangnya koordinasi atau keterlambatan supply.

4. *Non-utilized Talent* merupakan tindakan yang tidak memanfaatkan kemampuan atau ide dari pekerja dengan optimal.
5. *Transportation* merupakan kegiatan perpindahan material yang tidak perlu atau terlalu jauh di lokasi proyek, yang menambah waktu dan biaya
6. *Inventory* merupakan aktivitas penumpukan material yang berlebihan sehingga menyebabkan ruang kerja sempit atau material rusak karena lama tidak digunakan.
7. *Motion* merupakan gerak pekerja yang tidak efisien.
8. *Extra-processing* merupakan proses kerja yang dilakukan berlebihan tanpa memberi nilai tambah.

B. Kinerja Manajemen Waste Konstruksi

Kinerja manajemen *waste* konstruksi mengacu pada tingkat efektivitas penerapan sistem dan praktik pengelolaan *waste* dalam mengendalikan timbulan *waste* selama siklus hidup proyek konstruksi. Manajemen waste konstruksi merupakan proses terstruktur yang mencakup identifikasi, pengendalian, pengurangan, dan penanganan *waste* yang dihasilkan dari aktivitas konstruksi [11]. Dalam konteks kinerja, pengelolaan *waste* diarahkan pada efisiensi penggunaan material serta pengendalian pemborosan yang berdampak pada aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi proyek.

Pengukuran kinerja manajemen *waste* konstruksi dilakukan menggunakan sejumlah indikator yang memberikan gambaran kuantitatif dan kualitatif terhadap keberhasilan sistem yang diterapkan. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah *Key Performance Indicators* (KPI), seperti *Waste Generation Rate* (WGR) yang merepresentasikan jumlah *waste* per satuan pekerjaan [16]. Meskipun indikator kuantitatif telah banyak digunakan untuk mengevaluasi kinerja manajemen *waste* konstruksi, perbedaan karakteristik proyek menyebabkan perlunya penyesuaian indikator agar sesuai dengan konteks proyek yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data primer untuk mengembangkan dan memvalidasi indikator kinerja manajemen *waste* konstruksi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *non-probability sampling -purposive sampling*. Kriteria responden yaitu merupakan kontraktor yang pernah atau sedang terlibat dalam proyek gedung komersial di Provinsi Bali. Instrumen penelitian berupa kuesioner dan diukur menggunakan skala Likert lima poin.

Indikator yang digunakan dalam penelitian diidentifikasi melalui studi literatur dari berbagai penelitian terdahulu yang terkait dengan pengukuran kinerja manajemen *waste* konstruksi. Kemudian disintesa dan dikelompokkan ke dalam beberapa variabel penelitian yang merepresentasikan faktor-faktor utama dalam kinerja manajemen *waste* konstruksi. bertujuan memastikan bahwa setiap variabel mencerminkan aspek yang relevan dan dapat diukur secara sistematis. Secara keseluruhan, penelitian ini menggunakan 30 indikator yang dikelompokkan ke dalam lima variabel penelitian untuk keperluan analisis, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor dan Indikator Penelitian

Kode	Faktor dan Indikator	Definisi	Referensi
Metode Konstruksi (MK)			
MK1	Metode konstruksi yang Tepat	Metode konstruksi dipilih sesuai karakteristik setiap item pekerjaan	[3], [13], [17]
MK2	Penunjukan Sub-Kontraktor	Penunjukkan sub-kontraktor yang memiliki kompetensi sesuai kebutuhan sub-pekerjaan	[18], [19]
MK3	Mengurangi Kegiatan Tidak Perlu	Mengurangi waktu tunggu (<i>waiting time</i>) dan pergerakan yang tidak produktif di proyek.	[17], [20]
MK4	Kemampuan yang Memadai	Pekerja dan staff memiliki kemampuan dan pengalaman sesuai kebutuhan proyek.	[17], [21], [22], [23]
MK5	Pertimbangan Efisiensi Material (Potongan, Panjang dan Bentuk)	Pertimbangan faktor efisiensi penggunaan material (potongan, bentuk, dan panjang)	[13]
MK6	Penjadwalan dan <i>Resource Leveling</i>	Pemerataan atau penyeimbangan terhadap alokasi sumber daya.	[17], [18], [19]
MK7	Lahan Penempatan Waste	Tersedianya lahan dan tempat untuk mengumpulkan <i>waste</i>	[13], [20], [24], [25]
MK8	Pemanfaatan Teknologi (BIM)	Pemanfaatan teknologi (BIM) dan pemahaman fungsinya untuk monitoring, dokumentasi, dan pengendalian pekerjaan.	[13], [26]
Kebijakan dan Tata Kelola (KT)			
KT1	Perencanaan Manajemen <i>Waste</i>	Tersedianya peraturan dan perencanaan terkait manajemen <i>waste</i> .	[3], [17], [23]
KT2	Pengawasan Pada Pekerjaan	Dilakukan pengawasan terhadap semua item pekerjaan	[3], [13], [23]
KT3	Komunikasi Antar <i>Stakeholder</i>	Dilakukan komunikasi dengan semua <i>stakeholder</i> terkait manajemen <i>waste</i> .	[13], [23]
KT4	Penerapan Insentif	Penerapan insentif sebagai motivasi internal.	[20], [27]
KT5	Monitoring dan Audit	Melakukan monitoring dan auditing sistem manajemen <i>waste</i> dalam periode tertentu	[13], [28]
Desain dan Dokumentasi (DD)			
DD1	Konsistensi Desain	Desain konsisten dan perubahan dijaga seminimal mungkin	[3], [13], [18], [22], [23]
DD2	Informasi Pada Desain	Informasi pada desain tersedia sesuai kebutuhan proyek.	[3], [18], [23]
DD3	<i>Error</i> Pada Desain	Dilakukan pengecekan untuk mendeteksi perbedaan antar dokumen desain sebelum eksekusi item pekerjaan.	[3], [17], [22], [23]
DD4	Alur Persetujuan Desain dan Dokumen yang Jelas	Terdapat alur persetujuan dokumen yang jelas.	[17]
DD5	Optimalisasi Desain dengan BIM	Pemanfaatan BIM dalam desain untuk estimasi material dan <i>clash detection</i> untuk mengurangi <i>rework</i> .	[13], [26]

Kode	Faktor dan Indikator	Definisi	Referensi
Manajemen Material dan Alat (MM)			
MM1	Penggunaan Alat yang Sesuai	Alat digunakan sesuai jenis pekerjaan yang dilakukan	[3], [13]
MM2	Penanganan Material yang Tepat	Material ditangani sesuai prosedur yang berlaku (petunjuk material)	[17], [21], [22], [23]
MM3	Keamanan Situs Proyek	Keamanan di lokasi proyek dijaga sesuai standar keselamatan, termasuk langkah-langkah untuk mencegah kehilangan atau pencurian material.	[3], [13], [22], [23]
MM4	Kapasitas Gudang	Gudang memiliki kapasitas sesuai jumlah material dan alat di proyek.	[3], [13], [22]
MM5	Perlindungan Material	Material dilindungi sesuai jenis dan kategori selama penyimpanan dan penumpukan	[13], [23]
MM6	Adopsi Sistem JIT	Adopsi sistem JIT (<i>Just in Time</i>) : material dipesan sesuai kebutuhan, tidak terlalu banyak disimpan di proyek.	[13], [21]
MM7	Kesesuaian Kuantitas Material	Pembelian dengan kuantitas yang tepat	[3], [13], [19]
MM8	Fleksibilitas <i>Supplier</i>	Fleksibilitas <i>supplier</i> dalam menyuplai kuantitas kecil.	[3], [19]
MM9	<i>Reuse</i> Material	Penggunaan kembali material daur ulang atau material sisa yang dihasilkan proyek.	[20], [25]
Kinerja Manajemen Waste Konstruksi (KJ)			
KJ1	Efisiensi Biaya Proyek	Perhatian terhadap faktor-faktor yang dapat menimbulkan <i>waste</i> konstruksi dapat berdampak pada biaya proyek.	[3], [28]
KJ2	Volume Timbulan <i>Waste</i>	Pengelolaan faktor-faktor yang memengaruhi timbulan <i>waste</i> dapat memengaruhi volume <i>waste</i> fisik maupun non-fisik di proyek.	[3], [22]
KJ3	Kepuasan Klien	Ketepatan waktu dan anggaran proyek mencerminkan kinerja manajemen <i>waste</i> dan berhubungan dengan kepuasan klien.	[22]

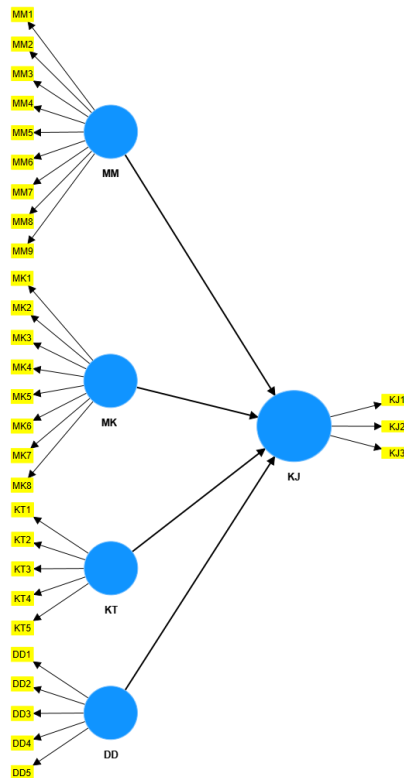
Analisis data dilakukan dengan menggunakan PLS-SEM dengan fokus pada evaluasi model pengukuran. Pengujian meliputi validitas konvergen melalui nilai *outer loading*, validitas diskriminan menggunakan *cross loading*, kriteria Fornell–Larcker, dan rasio heterotrait–monotrait (HTMT), serta uji reliabilitas yang mencakup Cronbach’s alpha, *composite reliability*, dan *average variance extracted* (AVE). Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa indikator yang dikembangkan memiliki tingkat reliabilitas dan validitas yang memadai dalam merepresentasikan kinerja manajemen *waste* konstruksi. Model awal penelitian disajikan dalam Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dibagi ke dalam tiga tahapan, yaitu evaluasi hasil kuesioner, evaluasi data penelitian (validitas dan realibilitas), dan evaluasi model pengukuran. Responden dari

kuesioner utama Hasil kuesioner yang disebarakan kepada staf kontraktor di Provinsi Bali. Sebanyak 116 responden berpartisipasi dimana hanya 111 responden yang memenuhi kriteria dengan hasil menunjukkan bahwa responden cenderung setuju hingga sangat setuju terhadap setiap indikator pengukuran variabel penelitian, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata skor yang melebihi angka empat.

Gambar 2. Model Penelitian



Evaluasi data penelitian dilakukan dengan uji validitas (konvergen dan diskriminan) dan realibitas. Validitas konvergen dievaluasi menggunakan nilai *outer loading*, nilai *outer loading* $\geq 0,700$ sebagai ambang batas [29]. Validitas diskriminan menggunakan *cross loading*, kriteria Fornell–Larcker, dan rasio heterotrait–monotrait (HTMT). Dimana nilai HTMT $< 0,90$ menyatakan variabel tersebut cukup berbeda dan memiliki validitas yang baik [30]. Validitas Indikator setelah dilakukan pengujian disajikan dalam Tabel 2.

Tabel. 2 Validitas Indikator Penelitian

Variabel	Indikator	Outer Loading	Keterangan
Metode Konstruksi	MK1	0,806	Valid
	MK2	0,776	Valid
	MK3	0,817	Valid
	MK5	0,716	Valid
	MK6	0,804	Valid
Kebijakan dan Tata Kelola	KT1	0,744	Valid
	KT2	0,860	Valid
	KT3	0,821	Valid
	KT5	0,782	Valid

Variabel	Indikator	Outer Loading	Keterangan
Desain dan Dokumentasi Desain dan Dokumentasi	DD2	0,835	Valid
	DD3	0,851	Valid
	DD4	0,816	Valid
	DD5	0,809	Valid
Manajemen Material dan Alat	MM1	0,767	Valid
	MM2	0,783	Valid
	MM3	0,840	Valid
	MM4	0,841	Valid
	MM5	0,817	Valid
	MM8	0,743	Valid
Kinerja Manajemen Waste Konstruksi	KJ1	0,923	Valid
	KJ2	0,928	Valid

Pengujian reliabilitas dilakukan untuk menilai konsistensi internal instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, reliabilitas dievaluasi menggunakan dua pendekatan, yaitu Cronbach's Alpha dan *Composite Reliability*. Menurut [29], suatu konstruk dinyatakan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha > 0,600 dan *Composite Reliability* > 0,700. Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh variabel memenuhi nilai ambang batas yang direkomendasikan.

Tabel. 3 Reliabilitas Faktor dan Indikator Penelitian

Variabel	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)	Keterangan
DD	0,848	0,897	0,686	Reliabel
KJ	0,833	0,923	0,857	Reliabel
KT	0,817	0,879	0,645	Reliabel
MK	0,845	0,889	0,616	Reliabel
MM	0,887	0,914	0,639	Reliabel

Berdasarkan hasil analisis data, didapatkan bahwa variabel metode konstruksi direpresentasikan oleh lima indikator. MK3 - Mengurangi Kegiatan Tidak Perlu (0,817), MK1 - Metode konstruksi yang Tepat (0,806), MK6 - Penjadwalan dan Resource *Levelling* (0,804), memiliki nilai *outer loading* tertinggi, yang mengindikasikan perannya yang paling dominan dalam membentuk variabel tersebut. Temuan ini sejalan dengan [31] yang menegaskan bahwa penjadwalan *resource* merupakan elemen krusial dalam metode konstruksi karena pengaruhnya terhadap keberlanjutan jalur kritis, efisiensi alokasi tenaga kerja yang sistematis, dan percepatan jadwal proyek.

Variabel kebijakan dan tata kelola direpresentasikan oleh empat indikator. KT2 - Pengawasan Pada Pekerjaan memiliki *outer loading* tertinggi (0,838), yang menunjukkan kontribusinya yang paling dominan dalam membentuk variabel tersebut. Temuan ini sejalan dengan [3] yang mengidentifikasi lemahnya pengawasan dan strategi pengendalian sebagai kontributor utama terjadinya *waste* konstruksi dimana dengan pengawasan pekerjaan yang efektif dapat memastikan kepatuhan terhadap prosedur dan mengurangi kesalahan pelaksanaan.

Variabel desain dan dokumentasi direpresentasikan oleh empat indikator. DD3 - Error Pada Desain (0,851) dan DD2 - Informasi Pada Desain (0,835) memiliki nilai *outer loading* tertinggi, yang mengindikasikan perannya yang paling dominan dalam membentuk variabel tersebut. Temuan ini sejalan dengan [23] menjelaskan bahwa kesalahan desain dan ketidakjelasan informasi dalam dokumen perencanaan merupakan pemicu utama terjadinya *rework* yang berkontribusi terhadap timbulan *waste* fisik maupun non-fisik, akibat pembongkaran ulang, miskomunikasi di lapangan, dan keterlambatan pengambilan keputusan.

Variabel manajemen material dan alat direpresentasikan oleh enam indikator. MM4 - Kapasitas Gudang (0,841), MM3 - Keamanan Situs Proyek (0,840) dan MM5 - Perlindungan Material (0,817), memiliki nilai *outer loading* tertinggi, yang menunjukkan kontribusinya yang paling dominan dalam membentuk variabel tersebut. Temuan ini sejalan dengan [13] yang menegaskan bahwa pengendalian material di lokasi secara presisi berperan dalam mengurangi *waste* konstruksi pada tahap pelaksanaan melalui pemantauan dan pengelolaan penggunaan material secara efektif. Kapasitas gudang yang memadai, keamanan situs proyek, serta perlindungan material selama penyimpanan merupakan bagian integral dari sistem pengendalian tersebut untuk mencegah kehilangan, kerusakan, dan penumpukan berlebih.

Variabel kinerja manajemen *waste* konstruksi direpresentasikan oleh dua indikator. KJ2 - Volume Timbulan *Waste* memiliki *outer loading* tertinggi sebesar 0,927, yang mengindikasikan kontribusinya yang paling dominan dalam membentuk variabel tersebut. Indikator ini merefleksikan sejauh mana praktik manajemen *waste* mampu secara efektif menurunkan timbulan *waste* di lokasi proyek, termasuk pemborosan material. Temuan ini sejalan dengan [16] yang mengidentifikasi volume timbulan *waste* per produk domestik bruto (PDB) sektor konstruksi sebagai ukuran kuantitatif efisiensi kinerja sektor konstruksi.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan dan memvalidasi seperangkat indikator dan faktor untuk mengukur kinerja manajemen *waste* konstruksi pada proyek gedung komersial di Provinsi Bali. Hasil evaluasi model pengukuran menunjukkan bahwa indikator yang dipertahankan telah memenuhi kriteria validitas konvergen, validitas diskriminan, dan reliabilitas, sehingga mampu merepresentasikan variabel laten secara memadai.

Temuan penelitian mengidentifikasi indikator dominan yang memengaruhi kinerja manajemen *waste* konstruksi, yaitu metode konstruksi yang tepat, pengawasan pada pekerjaan, error atau kesalahan pada desain, serta kapasitas dari gudang proyek di setiap kelompok faktornya. Selain itu, volume timbulan *waste* divalidasi sebagai indikator kuantitatif yang andal dalam menilai efektivitas praktik manajemen *waste* konstruksi.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi berupa kerangka indikator yang tervalidasi dan relevan dengan konteks proyek gedung komersial di Provinsi Bali, serta dapat dimanfaatkan sebagai dasar evaluasi kinerja dan pengembangan penelitian serta kebijakan pada konteks konstruksi sejenis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model secara lebih komprehensif guna memperkaya hubungan antarvariabel sehingga menghasilkan estimasi *path coefficient* SEM-PLS yang lebih kuat dan representatif.

DAFTAR REFERENSI

1. R. Islam, T. H. Nazifa, A. Yuniarto, A. S. M. Shanawaz Uddin, S. Salmiati, and S. Shahid, "An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling," *Waste Management* 95 (July 2019): 10–21.
2. N. Udawatta, J. Zuo, K. Chiveralls, and G. Zillante, "Improving waste management in construction projects: An Australian study," *Resources, Conservation and Recycling* 101 (June 2015): 73–83.
3. K. K. Naji, A. M. Asce, Murat Gunduz, and M. F. Hamaidi, "Major Factors Affecting Construction Waste Management in Infrastructure Projects Using Structural Equation Model," 2022
4. A. Bakchan and K. M. Faust, "Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets," *Waste Management* 87 (March 2019).
5. N. Domingo and T. Batty, "Construction waste modelling for residential construction projects in New Zealand to enhance design outcomes," *Waste Management* 120 (February 2021).
6. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, "Banyaknya Hotel Bintang Menurut Kelas dan Kabupaten/Kota di Provinsi Bali,"
7. I. P. A. Indika Puspayana, P. I. Wahyuni, D. Syamsunur, and I. P. D. Heka Ardana, "Analysis of Waste Management in Building Projects in Bali," *IEOM Society International*, December 2024.
8. G. A. Bakr, "Evaluation the Risk Level of Factors Contributing to Material Wastage Generation in Construction Projects," in *Proceedings of International Structural Engineering and Construction* (ISEC Press, 2023): CON-38-1–CON-38-6.
9. I. A. Rai Widhiawati, I. N. Yudha Astana, and N. L. Ayu Indrayani, "An analysis of building construction waste in Badung, Bali," *MATEC Web of Conferences* 276 (2019): 02010.
10. H. S. Cha, A. M. Asce, J. Kim, and J.-Y. Han, "Identifying and Assessing Influence Factors on Improving Waste Management Performance for Building Construction Projects," 2009.
11. Elizar, M. A. Wibowo, and P. Koestalam, "Identification and analyze of influence level on waste construction management of performance," in *Procedia Engineering* (Elsevier Ltd, 2015): 46–5.
12. J.-H. Kim, J.-M. Kim, H.-S. Cha, and D. G.-W. Shin, "Development of the Construction Waste Management Performance Evaluation Tool (WMPET)," 2006.
13. V. Min, K. Panuwatwanich, and K. Matsumoto, "Enhancing performance of construction waste management: Factor analysis from the building contractors' perspectives," *Cleaner Waste Systems* 9 (December 2024).
14. P. Rajendran and C. Pathrose Gomez, *ICM 2012 Proceeding*, no. 2 (2012).
15. E. Gelmez, E. Özceylan, S. Mete, and A. Durmuşoğlu, "An Empirical Research on Lean Production Awareness: The Sample of Gaziantep," *International Journal of Global Business and Competitiveness* 15, no. 1 (June 2020): 10–22.
16. V. W. Y. Tam and W. Lu, "Construction waste management profiles, practices, and performance: A cross-jurisdictional analysis in four countries," *Sustainability* 8, no. 2 (2016).

17. C. Igwe, F. Nasiri, and A. Hammad, "An empirical study on non-physical waste factors in the construction industry," *Engineering, Construction and Architectural Management* 29, no. 10 (December 2022): 4088–4106.
18. M. Li and J. Yang, "Critical factors for waste management in office building retrofit projects in Australia," *Resources, Conservation and Recycling* 93 (2014): 85–98.
19. A. O. Daoud, A. A. E. Othman, O. J. Ebohon, and A. Bayyati, "Analysis of factors affecting construction and demolition waste reduction in Egypt," *International Journal of Construction Management* 23, no. 8 (2023): 1395–1404.
20. R. Asadi, S. Wilkinson, and J. O. B. Rotimi, "The common causes of rework in construction contracts: a diagnostic approach," *Journal of Engineering, Design and Technology* 21, no. 4 (July 2023): 1107–1133.
21. A. F. Kineber, S. Mostafa, A. H. Ali, S. Mohamed, and A. O. Daoud, "Breaking barriers: enhancing construction and demolition waste management in Egyptian residential projects," *Clean Technol. and Environ. Policy* (2024).
22. M. R. Hasan, M. S. I. Sagar, and B. C. Ray, "Barriers to improving construction and demolition waste management in Bangladesh," *International Journal of Construction Management* 23, no. 14 (2023): 2333–2347.
23. S. Nagapan, I. Abdul Rahman, and A. Asmi, "Factors Contributing to Physical and Non-Physical Waste Generation in Construction Industry," *International Journal of Advances in Applied Sciences* 1, no. 1 (June 2012).
24. S. S. Asadi, M. Siva, and K. Reddy, "Article ID: IJMET_08_11_008 Jagalur Power Transmission Line Construction," *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 8, no. 11 (2017): 67–77.
25. M. U. Shahid and M. Ali, "Enablers and Policy Framework for Construction Waste Minimization Under Circular Economy: Stakeholder Perspectives," *Sustainability* 17, no. 9 (May 2025).
26. A. Alsehaimi, A. O. Baarimah, M. B. Ramu, M. Alajmi, and W. Ahmed, "Integration of BIM in project management phases for achieving sustainable success in small construction projects: A SEM-based approach," *Ain Shams Engineering Journal* 16, no. 10 (October 2025).
27. S. Y. Kim, M. V. Nguyen, and V. T. Luu, "A performance evaluation framework for construction and demolition waste management: stakeholder perspectives," *Engineering, Construction and Architectural Management* 27, no. 10 (October 2020).
28. L. Fitri, J. U. D. Hatmoko, and F. Hermawan, "Managing Construction Waste in Developed Countries: Lessons Learned for Indonesia," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (November 2019).
29. J. F. Hair, J. J. Risher, M. Sarstedt, and C. M. Ringle, "When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM," *European Business Review* (January 14, 2019), Emerald Group Publishing Ltd.
30. J. Henseler, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, "A New Criterion for Assessing Discriminant Validity in Variance-Based Structural Equation Modeling," *Journal of the Academy of Marketing Science* 43, no. 1 (January 2015): 115–135.
31. Sodikin, S. Hani, J. Susetyo, and Arif Fadhilah, "Optimization of Multi Construction Project Implementation with Limited Human Resource, Time, and Capital Using the Resource Leveling Method," *Engineering and Technology Journal* 8, no. 09 (September 2023).