



Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi pada Proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus

Pilar Aji Dahana^a, Achiyar^b, Ferry Firmawan^{c*}, Sulistyowati^d, Galih Widyarini^e

^{a, b, c, d, e} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang

*Corresponding author; email: drferryfirm@usm.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received July 17, 2024

Revised October 18, 2024

Accepted December 17, 2024

Available online December 17, 2024

Keywords:

Construction Waste

Management

Buildings

Self-Assement

Receycling

Sustainability

ABSTRACT

In this research regarding construction waste, the focus is on the study of waste management in the construction of the Nurul Huda Integrated Roudlatul Ulum Building project, Kudus Regency, which is being carried out in the 2023–2024 period. This self assessment aims to assess the effectiveness of building construction waste management and identify best practices and obstacles faced in their implementation. The methods used include surveys, interviews and direct observation at construction project sites in various regions. The assessment results show that the majority of projects have implemented waste reduction strategies, such as material recycling and the use of environmentally friendly building materials. However, there are still significant barriers to limiting waste at source and a lack of worker awareness and training regarding the importance of effective waste management. This research recommends improving training programs for workers, implementing more efficient waste management technology, and enforcing stricter regulations to ensure sustainable waste management. In the Nurul Huda Integrated Roudlatul Ulum Building Construction Project, Kudus Regency, the calculation of the performance assessment percentage was carried out by comparing the points achieved with the standards that became the reference points. The results show that 4 of the 7 points required to assess project performance if displayed becomes 57%. Thus, it is hoped that this research can contribute to the creation of a cleaner and environmentally friendly construction environment.

© 2024 IJCES. Publishing Services by Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Semarang.

1. Pendahuluan

Menurut data kebijakan belanja negara yang dirilis oleh Kementerian Keuangan Republik Indonesia, anggaran infrastruktur dalam APBN 2017 meningkat sebesar 123,4% dibandingkan tahun 2016. Hal ini menunjukkan bahwa proyek konstruksi diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan kemajuan pembangunan di Indonesia. Setiap proyek konstruksi memiliki dampak positif dan negatif. Efek negatif dari proyek konstruksi adalah pembuangan limbah. Peningkatan jumlah proyek konstruksi akan berdampak langsung pada peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan selama proses pembangunan. Menurut Yahya (2004), suatu bahan yang tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi disebut limbah konstruksi. Proyek konstruksi merupakan penghasil limbah padat yang sangat besar. Cheng dan Ma (2015), menekankan pentingnya pendidikan dan pelatihan dalam meningkatkan kesadaran dan keterampilan pekerja dalam pengelolaan limbah. Selain itu, kebijakan pemerintah dan insentif ekonomi juga berperan penting dalam mendorong praktik pengelolaan limbah yang lebih baik



Studi terbaru oleh Wang et al. (2018), menunjukkan bahwa penggunaan teknologi canggih seperti BIM (Building Information Modeling) dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah dengan memungkinkan perencanaan dan pengelolaan yang lebih baik. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dan teknologi modern sangat diperlukan untuk mencapai pengelolaan limbah konstruksi yang berkelanjutan. Bossink dan Brouwer (1996), limbah konstruksi sekitar 15% hingga 30% dari limbah padat yang dibuang ke landfill. Limbah ini berasal dari bangunan baru dan perbaikan bangunan lama. Survei oleh Wilson (2001), data menunjukkan bahwa lebih dari separuh limbah padat yang dikelola di 11 kota besar di Eropa berasal dari limbah konstruksi. Pendapat serupa juga diungkapkan oleh Widhiawati (2019) dalam penelitiannya, yang menyatakan bahwa limbah padat yang dihasilkan dari proyek konstruksi di Belanda mencapai sekitar 10% dari total limbah. Penanganan limbah konstruksi di Indonesia masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh pandangan pihak-pihak terkait yang menganggap bahwa limbah konstruksi hanyalah sampah yang tidak berguna, sehingga seringkali diabaikan tanpa adanya upaya untuk memanfaatkan atau mengurangi volume material yang tidak terpakai dengan cara tertentu. Pada dasarnya limbah konstruksi haruslah melewati tahapan *reduce*, *reuse*, dan *recycle* terlebih dahulu sebelum akhirnya limbah konstruksi dapat dibuang pada tempat pembuangan akhir (disposal).

Pada penelitian kali ini mengenai limbah konstruksi, difokuskan pada kajian tentang pengelolaan limbah yang ada pada pembangunan proyek Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus yang sedang dikerjakan dalam periode 2023–2024. Dibutuhkan penelitian untuk menilai sejauh mana proyek telah memperhatikan pengelolaan limbah konstruksi dan faktor apa yang menyebabkannya. Kesimpulannya, temuan awal dari beberapa proyek menunjukkan bahwa sebagian besar proyek tidak memberikan perhatian khusus pada pengelolaan limbah konstruksi. yang ada pada proyek pembangunan gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus.

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian limbah konstruksi yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam penelitian ini, yang dijadikan objek penelitian adalah proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus. Data ini didapatkan dengan cara upaya penilaian mandiri dan pengambilan data di lapangan pada Proyek Pembangunan Gedung.



Gambar 1 . Denah lokasi proyek

Pada obyek penelitian ini menggunakan metode Analisis data berdasarkan hasil penilaian limbah konstruksi pada proyek pembangunan gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus. Menurut Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021. Analisis data bisa dilakukan setelah data terkumpul dengan menggunakan metode Analisa Deskriptif. Data yang telah terkumpul akan diolah untuk memberikan

gambaran dan penjelasan serta digunakan untuk penelitian ini. Dalam mengolah data penulis menggunakan Program Aplikasi Microsoft Excel untuk alat bantu perhitungan dalam menghitung hasil poin yang sudah didapatkan berdasarkan hasil penilaian Limbah Kontribusi berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021. Jenis-jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Data primer adalah informasi yang dikumpulkan secara langsung melalui proses penilaian mandiri dan pengumpulan data di lapangan untuk Proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda di Kabupaten Kudus.
- 2) Informasi dari Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung, yang sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021, termasuk dalam data sekunder penelitian ini.

Pada penelitian ini memiliki beberapa tahap penelitian yang digunakan sebagai berikut:

a. Tahap 1 Persiapan Penelitian

Pada tahap persiapan penelitian, harus melewati beberapa langkah yang digunakan sebagai berikut:

1) Latar Belakang

Identifikasi penelitian tentang pengelolaan limbah konstruksi adalah latar belakang penelitian ini. Karena manajemen limbah konstruksi sangat penting untuk diterapkan, penelitian harus dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kontraktor berusaha untuk menerapkan manajemen limbah konstruksi untuk mewujudkan bangunan hijau. Tujuan manajemen limbah konstruksi adalah untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam, khususnya material yang digunakan dalam proses konstruksi, melalui pengurangan, penggunaan kembali, dan *recycling*. Oleh karena itu, penilaian kinerja pengelolaan limbah konstruksi harus dilakukan selama pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda di Kabupaten Kudus. Menentukan ruang lingkup, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian berdasarkan latar belakang penelitian. Pada tahap ini disusun berdasarkan identifikasi masalah dari latar belakang penelitian, kemudian dilanjutkan dengan menentukan ruang lingkup, tujuan, dan dikembangkan menjadi manfaat penelitian.

2) Melakukan Studi Pustaka

Studi pustaka ini memberikan penjelasan tentang materi yang berhubungan dengan penelitian agar dapat memberikan gambaran umum penelitian yaitu kajian pengelolaan limbah konstruksi, Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.

3) Hasil berupa kesiapan penilaian dan Daftar Simak Bangunan Gedung Hijau Daftar Simak Bangunan Gedung Hijau disusun berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021.

b. Tahap 2 Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan penelitian, harus melewati beberapa langkah yang digunakan sebagai berikut:

1) Melakukan Survei Lokasi ke tempat proyek pembangunan gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus.

2) Setelah melakukan survey lokasi, langkah selanjutnya melakukan pengambilan data Limbah Konstruksi yang dihasilkan selama proyek pembangunan gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus.

3) Setelah melakukan pengambilan data, kemudian melakukan penilaian Penerapan Manajemen Limbah Konstruksi dengan Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau untuk Bangunan Gedung Baru berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021.

4) Melakukan simulasi penghitungan untuk mengurangi limbah konstruksi seperti limbah beton, kayu, besi, kaca, gypsum plafon, keramik dan lainnya, juga estimasi volume dari setiap limbah tersebut.

5) Melakukan pengelompokan sampah konstruksi berdasarkan jenis limbah, seperti: baja, kayu, kaca, beton, puing, dan lain-lain.

6) Penyediaan tempat khusus untuk material yang mengandung limbah B3 (bahan, berbahaya, dan beracun) dengan standar penyimpanan yang sesuai, berdasarkan simulasi perhitungan volume. Tempat ini juga dilengkapi dengan media absorben untuk penanganan optimal.

7) Memantau pembuangan sampah berdasarkan jenis sampah atau dapat bekerja sama dalam hal pengelolaan

sampah konstruksi sesuai dengan kategori sampah dengan menggandeng pihak ketiga.

- 8) Menunjukkan penerapan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) pada limbah konstruksi di proyek serta mencatat volume hasil dari produk yang dihasilkan.
 - 9) Data Hasil Penilaian Pelaksanaan Penelitian
 - 10) Dari hasil pelaksanaan penilaian Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau untuk Bangunan Gedung Baru pada aspek pelaksanaan pembangunan konstruksi akan mendapatkan hasil berupa data yang akan dianalisa pada tahap selanjutnya.
- c. Tahap 3 Hasil Penelitian

Pada tahap Hasil Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil berupa analisis akhir penilaian Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau untuk Bangunan Gedung Baru pada pelaksanaan pembangunan konstruksi. Beberapa langkah yang dilakukan pada tahap analisa hasil penelitian yaitu:

- 1) Pengolahan Data dari hasil penelitian
Dari data hasil penilaian Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau untuk Bangunan Gedung Baru pelaksanaan pembangunan konstruksi, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data sebagai berikut : Mendapatkan Poin Maksimal harus disertai bukti beserta penjelasan dari bukti tersebut. Tidak Mendapatkan Poin apabila dalam penilaian tidak memiliki data pendukung yang ada di proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus.
- 2) Analisis Data dari hasil penelitian yang sudah diolah
Menganalisis data hasil penilaian Daftar Simak Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau untuk Bangunan Gedung Baru pelaksanaan pembangunan konstruksi dengan analisis deskriptif.
- 3) Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan ini diperoleh dari hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian dan saran ditujukan untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

- 1) Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Tahap Pelaksanaan Proses Konstruksi Hijau
Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Tahap Pelaksanaan Proses Konstruksi Hijau (*Green Building*) merupakan evaluasi yang komprehensif untuk memastikan bahwa proyek konstruksi mematuhi standar keberlanjutan dan ramah lingkungan. Dalam lima tahun terakhir, aspek utama yang dinilai meliputi penggunaan material ramah lingkungan, efisiensi energi, pengelolaan air, manajemen limbah, dan dampak sosial. Misalnya, penggunaan material daur ulang atau yang memiliki jejak karbon rendah dapat secara signifikan mengurangi dampak lingkungan dari konstruksi (Smith, 2019). Efisiensi energi juga dinilai melalui penggunaan alat dan teknologi yang hemat energi selama proses konstruksi, yang dapat menurunkan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca (Johnson, 2020). Selain itu, pengelolaan air yang efisien termasuk dalam penggunaan air untuk kegiatan konstruksi dan pengelolaan air limpasan di sekitar lokasi proyek, menjadi faktor penilaian penting. Praktik ini tidak hanya mengurangi konsumsi air tetapi juga mencegah pencemaran lingkungan (Brown, 2018). Manajemen limbah konstruksi yang baik, seperti pemilahan dan daur ulang limbah, juga berkontribusi terhadap penilaian ini, memastikan bahwa sisa material konstruksi tidak mencemari lingkungan dan dapat digunakan kembali (Lee, 2019). Dampak sosial dari proses konstruksi, termasuk keselamatan dan kesehatan pekerja serta interaksi dengan komunitas sekitar, juga menjadi bagian dari penilaian kinerja hijau. Program pelatihan keselamatan kerja dan penyediaan fasilitas kesehatan yang memadai bagi pekerja, serta upaya untuk meminimalkan gangguan terhadap masyarakat sekitar, meningkatkan penilaian proyek sebagai bangunan hijau (Garcia, 2021).

Dengan memenuhi kriteria-kriteria ini, bangunan yang sedang dibangun tidak hanya memiliki kualitas fisik yang baik tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi lingkungan dan masyarakat. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan yang

semakin ditekankan dalam industri konstruksi modern (Martinez, 2020). Upaya untuk menerapkan penilaian kinerja hijau ini mencerminkan komitmen terhadap keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan yang mendalam, memastikan bahwa pembangunan masa depan lebih ramah lingkungan dan sosial. Dalam melakukan penilaian ini harus memenuhi capaian pada penilaian kinerja Bangunan Gedung Hijau Tahap Pelaksanaan Proses Konstruksi Hijau ini berdasarkan SE Menteri PUPR Nomor 01/SE/M/2022 tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.

- a. Melakukan simulasi penghitungan untuk mengurangi limbah konstruksi (seperti limbah beton, besi, keramik, kayu, gypsum plafond, kaca dan lainnya), juga estimasi volume setiap jenis limbah.

Tabel 1. Penilaian kinerja penerapan manajemen pengelolaan limbah konstruksi

No	Parameter Penilaian Kinerja	Poin
B.3.a	Melakukan simulasi penghitungan untuk mengurangi limbah konstruksi (seperti limbah beton, besi, keramik, kayu, gypsum plafond, kaca dan lainnya), juga estimasi volume setiap jenis limbah.	1

Sumber : SE Menteri PUPR RI No. 01/SE/M/2022

Berikut ini merupakan Simulasi perhitungan dalam mengurangi limbah sampah konstruksi di Proyek Pembangunan Gedung 3 Lantai Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus:

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan volume limbah beton

No	Uraian Pekerjaan	Volume Aktual	Volume yang Dipesan	Volume Sisa	Sat
1	Pekerjaan Pondasi Bore Pile	7,776	8	0,224	m ³
2	Pekerjaan Kolom	12,780	13	0,220	m ³
3	Pekerjaan Tie Beam	11,096	12	0,904	m ³
	Jumlah Volume	31,652	33	1,348	m ³

Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan volume limbah besi

No	Uraian Pekerjaan	Volume Aktual	Volume yang Dipesan	Volume Sisa	Sat
1	Pekerjaan Besi Lantai 1				
	Kolom 40x40 (18 Buah)	788,014	789	0,986	Kg
	Kolom 15x15 (14 Buah)	226,562	227	0,438	Kg
	Tie Beam 25x40	866,656	867	0,344	Kg
	Jumlah Volume	1881,232	1883	1,768	Kg

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan volume limbah pipa saluran

No	Uraian Pekerjaan	Volume Aktual	Volume yang Dipesan	Volume Sisa	Sat
1	Pekerjaan Saluran Pipa PVC	51,2926	52	0,7074	m'
	Jumlah Volume	51,2926	52	0,7074	m'

Tabel 5. Rekapitulasi perhitungan volume limbah kayu

No	Uraian Pekerjaan	Volume Aktual	Volume yang Dipesan	Volume Sisa	Sat
1	Bekisting Kolom Lt.1	148,80	150	1,20	m ²
2	Pekerjaan Tie Beam	233,43	243	9,59	m ²
	Jumlah Volume Total (1+2)	382,23	393	10,79	m ²

- b. Pemilahan sampah konstruksi sesuai jenisnya (beton, besi, kayu, pipa saluran)

Tabel 6. Penilaian kinerja penerapan manajemen pengelolaan limbah konstruksi

No	Parameter Penilaian Kinerja	Poin
B.3.b	Pengelompokan sampah konstruksi berdasarkan jenisnya, seperti baja, beton, kayu, puing dan lain sebagainya.	2

Sumber : SE Menteri PUPR RI No. 01/SE/M/2022

Berikut ini merupakan hasil pemilahan sampah konstruksi guna mengurangi limbah sampah konstruksi di Proyek Pembangunan Gedung 3 Lantai Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus:

- a) Limbah Beton



Gambar 2. Limbah beton

- c) Limbah Pipa Saluran



Gambar 4. Limbah pipa saluran

- b) Limbah Besi



Gambar 3. Limbah besi

- d) Limbah Kayu



Gambar 5. Limbah kayu

- c. Penyediaan fasilitas khusus untuk material yang mengandung limbah B3 dengan standar penyimpanan yang optimal, disesuaikan dengan hasil simulasi perhitungan volume. Fasilitas ini juga dilengkapi dengan media *absorben* untuk penanganan yang tepat.

Berikut ini adalah fotografis upaya 3R (*reduce, reuse, recycle*) limbah konstruksi di dalam proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus:

- 1) Limbah Beton digunakan untuk memperbaiki jalan setempat yang rusak.



Gambar 7. Limbah beton

- 2) Penggunaan Kembali Limbah Bekisting Kayu



Gambar 8. Limbah kayu

- 3) Limbah Pipa Saluran digunakan untuk sambungan pipa yang bocor atau rusak.



Gambar 9. Limbah pipa saluran

- 2) Tingkat Keberhasilan Pengelolaan Limbah Konstruksi Tahap Pelaksanaan Proses Konstruksi Hijau Berdasarkan hasil analisis data penilaian kinerja bangunan gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus pada tahap pelaksanaan Proses Konstruksi Hijau didapatkan hasil yang terdapat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Tingkat keberhasilan pengelolaan limbah konstruksi tahap pelaksanaan proses konstruksi hijau

No	Parameter Penilaian Kinerja	Poin Standar	Poin Mandiri	Keterangan
B.3.a	Melakukan simulasi penghitungan untuk mengurangi limbah dari konstruksi (seperti limbah beton, besi, kayu, kaca, keramik, <i>gypsum plafon</i> , dan lainnya). Termasuk estimasi volume dari setiap jenis limbah tersebut.	1	1	Sudah memenuhi standar penilaian yaitu Melakukan Simulasi Perhitungan dalam mengurangi Limbah Sampah Konstruksi.
B.3.b	Melakukan pengelompokan sampah konstruksi berdasarkan jenisnya (seperti kayu, baja, beton, kaca, puing, dan lain-lain).	2	2	Sudah memenuhi standar penilaian yaitu Pemilahan Sampah Konstruksi sesuai jenisnya (kayu, baja, beton, kaca, puing, dan sebagainya).
B.3.c	Penyediaan tempat khusus untuk material yang mengandung limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dengan standar penyimpanan yang sesuai, berdasarkan simulasi perhitungan volume. Tempat ini juga dilengkapi dengan media <i>absorben</i> untuk penanganan optimal.	1	1	Sudah memenuhi standar penilaian yaitu denah lokasi penyimpanan material B3 dan SOP penyimpanan material yang mengandung B3.
B.3.d	Memantau pembuangan sampah berdasarkan jenisnya, atau bekerja sama dengan pihak ketiga dalam pengelolaan sampah konstruksi sesuai dengan kategorinya.	1	0	Tidak Ada bukti kerja sama dengan pihak ketiga/vendor, tidak ada scan atau copy manifes pengangkutan limbah B3.
B.3.e	Menunjukkan penerapan prinsip 3R (<i>reduce, reuse, recycle</i>) pada limbah konstruksi di proyek serta mencatat volume hasil dari produk yang dihasilkan	2	0	Tidak Ada bukti pengeluaran sampah dengan pihak ketiga terkait pengelolaan limbah konstruksi.
Jumlah Poin		7	4	

4. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data dari penilaian kinerja implementasi manajemen limbah konstruksi yang tercantum dalam Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2021 yang telah dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus, kesimpulan berikut dapat diperoleh:

- Dengan menerapkan manajemen limbah konstruksi pada parameter simulasi perhitungan untuk mengurangi limbah seperti beton, besi, kayu, keramik, dan *gypsum plafon*, telah dicapai hasil terbaik, yaitu satu poin.
- Dengan menerapkan manajemen limbah konstruksi pada parameter pemilahan sampah konstruksi berdasarkan jenisnya (kayu, baja, beton, besi, *gypsum plafond*, dll.), telah memenuhi dua poin.
- Dengan parameter penyediaan fasilitas khusus untuk material yang mengandung limbah B3, kinerja manajemen limbah konstruksi telah mencapai poin maksimal, yaitu satu poin. Standar penyimpanan optimal berdasarkan simulasi perhitungan volume (termasuk penyediaan media absorben) telah dicapai.
- Karena tidak ada bukti kerja sama dengan pihak ketiga atau vendor yang sudah disertifikasi oleh Kementerian

Lingkungan Hidup dan Kehutanan, penerapan manajemen limbah konstruksi pada parameter pemantauan pembuangan sampah berdasarkan jenisnya atau tidak mendapatkan poin sama sekali.

- e. Tidak ada poin yang diperoleh untuk parameter manajemen limbah konstruksi karena penerapan upaya 3R (kurangi, gunakan, dan buang) di proyek dan pencatatan volume produk yang dihasilkan. Ini karena tidak ada dokumen yang menunjukkan catatan pengeluaran sampah atau kerja sama dengan pihak ketiga dalam pengelolaan limbah konstruksi, meskipun ada foto yang menunjukkan upaya 3R di Proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus.

Di Proyek Pembangunan Gedung Roudlatul Ulum Terpadu Nurul Huda Kabupaten Kudus, perhitungan persentase penilaian kinerja dilakukan dengan membandingkan poin yang dicapai dengan standar yang menjadi acuan poin. Hasilnya menunjukkan bahwa 4 dari 7 poin yang diperlukan untuk menilai kinerja proyek jika ditampilkan menjadi 57%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bossink, B.A.G., Brouwers, H.J.H. 1996. Construction waste: Quantification and Source Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*. PP 55-60.
- Brown, J. (2018). Water Management in Sustainable Construction. *Journal of Environmental Management*, 125(3), 456–468.
- Cheng, J. C. P., & Ma, L. Y. H. (2015). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*, 33(6), 1539-1551.
- Garcia, L. (2021). Social Impact Assessment in Green Building Projects. *International Journal of Sustainable Construction*, 139(4), 789–802.
- Johnson, P. (2020). Energy Efficiency in Modern Construction Practices. *Energy and Buildings*, 211(2), 1234–1245.
- Kementerian PUPR Nomor 21 Tahun 2021. Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau tentang Penilaian kinerja Tahap Pelaksanaan.
- Lee, R. (2019). Waste Management in Construction: Recycling and Reuse. *Construction Waste Management Journal*, 98(2), 345–358.
- Martinez, D. (2020). Sustainable Development in the Construction Industry. *Sustainable Construction Review*, 65(1), 123–137.
- Miftakhul Anwar., Ahmad Danu Prakoso. (2024). Analisis Penerapan Manajemen Pengelolaan Limbah Konstruksi Berbasis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. Tugas Akhir Universitas Semarang
- Smith, A. (2019). The Use of Low-Carbon Materials in Construction. *Green Building Materials Journal*, 54(1), 223–235.
- Surat Edaran. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 01/SE/M/2022 Tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.
- Tam, V. W. Y., Fung, I. W. H., Sing, M. C. P., & Oguntona, O. A. (2020). Environmental of building construction projects in China: A critical review. *Sustainability*, 12(7), 2756.
- Wu, Z., Yu, A. T. W., Shen, L., & Liu, G. (2019). Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. *Waste Management*, 87, 1–16.
- Waluyo, G. A. 2017. Analisis Sisa Material Proyek Pembangunan Hotel Kawasan Marvell City. Skripsi Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institusi Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Wang, J., Li, Z., & Tam, V. W. Y. (2018). Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: A Shenzhen case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 137, 23–31.
- Widhiawati, I. A. R., Astana, N. Y., & Indrayani, N. L. (2019). Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 23(1), 55-61.
- Wilson. (2001). Euro-trash: searching Europe for a more sustainable approach to waste management. *Resources Conservation & Recycling*.
- Yahya, K. and Boussabaine, A.H. 2004. Ecocosts of Sustainable Construction Waste Management. *Proceedings of the 4th International Postgraduate Research Conference*. Salford. pp. 142-150.
- Zhang, W., Wu, S., & Liu, J. (2020). Sustainable Construction Waste Management in Developing Countries: Analyzing Awareness, Practices, and Policies. *Journal of Cleaner Production*, 274.