



Analisa pengelolaan limbah padat pada proyek pembangunan lapangan padel Wilayah Kemang

Rizky Fadilah^{1*}, Bagas Aldriyanto², Fadilah Yusup³, Fatir Evandra Afandi⁴, Ahmad Sobari⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Esa Unggul Jakarta, Indonesia

Email: ¹rfadilah15@student.esaunggul.ac.id, ²bagasaldriyanto@gmail.com, ³fadilahyusup511@student.esaunggul.ac.id, ⁴evandraafandi700@gmail.com, ⁵ahmad.jpeg8@gmail.com

Info Artikel :

Diterima :
21 Juli 2025
Disetujui :
10 Agustus 2025
Dipublikasikan :
30 Agustus 2025

ABSTRAK

Sektor konstruksi memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan, namun juga menjadi penyumbang limbah padat terbesar, yang sebagian besar belum tertangani secara optimal. Di proyek pembangunan Lapangan Padel di Kemang, Jakarta Selatan, pengelolaan limbah padat masih terbatas dan belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem pengelolaan limbah padat pada proyek tersebut serta merumuskan strategi peningkatannya. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan, kuesioner terhadap 30 responden, dan wawancara terstruktur dengan pekerja, mandor, dan staf manajemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah dominan berasal dari kayu bekisting dan besi potongan, dengan efektivitas pengelolaan tergolong “Cukup Baik”. Penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) masih rendah, dipengaruhi keterbatasan fasilitas, minimnya SOP, dan rendahnya kesadaran pekerja. Disarankan penyediaan area pemilahan khusus, pelatihan rutin bagi pekerja, dan penerapan SOP tertulis untuk meningkatkan efisiensi material serta mendukung keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci: 3R, Green Construction, Lapangan Padel, Limbah Konstruksi, Manajemen Limbah

ABSTRACT

The construction sector makes a significant economic contribution, but it is also the largest contributor to solid waste, much of which is not optimally managed. At the Padel Field construction project in Kemang, South Jakarta, solid waste management is still limited and suboptimal. This study aims to analyze the project's solid waste management system and formulate strategies for improvement. The research method used a quantitative descriptive approach through field observations, questionnaires with 30 respondents, and structured interviews with workers, foremen, and management staff. The results indicate that the dominant waste comes from formwork wood and scrap metal, with management effectiveness classified as "Fairly Good." Implementation of the 3R principle (Reduce, Reuse, Recycle) remains low, influenced by limited facilities, a lack of standard operating procedures (SOPs), and low worker awareness. It is recommended that a dedicated sorting area, regular worker training, and the implementation of written SOPs be provided to improve material efficiency and support environmental sustainability.

Keywords: 3R, Construction Waste, Green Construction, Padel Field, Waste Management



©2025 Rizky Fadilah, Bagas Aldriyanto, Fadilah Yusup, Ahmad Sobari, Fatir Evandra. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi merupakan salah satu pilar utama dalam pertumbuhan ekonomi nasional karena berperan dalam pembangunan infrastruktur, kawasan hunian, serta fasilitas publik dan komersial. Kontribusinya terhadap produk domestik bruto dan penyerapan tenaga kerja menjadikan sektor ini terus berkembang dari tahun ke tahun. Namun, di balik kontribusi tersebut, sektor konstruksi juga menghasilkan dampak lingkungan yang signifikan, terutama dalam bentuk limbah padat (Dungio, 2025). Limbah konstruksi yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan pencemaran tanah, air, dan udara di kawasan perkotaan. Kondisi ini menempatkan pengelolaan limbah konstruksi sebagai isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan.

Secara global, kegiatan konstruksi dan pembongkaran menyumbang sekitar 30–40% dari total limbah padat dunia (Ramadhani & Wiguna, 2024). Proporsi yang besar tersebut menunjukkan bahwa sektor konstruksi memiliki tanggung jawab signifikan dalam pengendalian timbulan limbah. Sebagian besar limbah tersebut belum tertangani secara optimal karena masih berorientasi pada pembuangan akhir dibandingkan dengan upaya reduksi atau pemanfaatan kembali. Di negara berkembang, keterbatasan infrastruktur dan pengawasan memperparah kondisi tersebut. Akibatnya, praktik pengelolaan limbah sering kali belum terintegrasi dalam sistem manajemen proyek.

Di Indonesia, peningkatan pembangunan infrastruktur dan properti turut mendorong peningkatan volume limbah konstruksi setiap tahunnya. Menurut Hermawan et al. (2023), sebagian besar proyek konstruksi di Indonesia masih mengelola limbah secara konvensional tanpa perencanaan yang sistematis. Praktik yang umum dilakukan adalah mengumpulkan dan mengangkut limbah ke tempat pembuangan sementara tanpa proses pemilahan yang memadai. Pendekatan ini tidak hanya kurang efisien, tetapi juga mengabaikan potensi nilai ekonomi dari material sisa. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengelolaan limbah yang lebih terstruktur dan berorientasi pada keberlanjutan.

Secara konseptual, limbah konstruksi merupakan material sisa yang dihasilkan dari kegiatan pembangunan, renovasi, maupun pembongkaran bangunan (Restuningrat, 2023). Limbah ini dapat diklasifikasikan menjadi limbah inert seperti beton, batu, dan tanah, serta limbah non-inert seperti kayu, plastik, logam, dan bahan kimia. Pengelolaan modern limbah konstruksi mengacu pada prinsip 3R, yaitu *Reduce*, *reuse*, dan *recycle*. *Reduce* bertujuan meminimalkan penggunaan material berlebih sejak tahap perencanaan, *reuse* menekankan pemanfaatan kembali material yang masih layak pakai, sedangkan *recycle* mengolah sisa material menjadi produk baru yang bernilai guna (Sirait et al., 2025). Penerapan prinsip 3R terbukti mampu menekan volume limbah sekaligus meningkatkan efisiensi biaya proyek (Irmawaty et al., 2025; Kautsar et al., 2025).

Dari sisi regulasi, pemerintah Indonesia telah menetapkan pedoman pengelolaan limbah konstruksi melalui SNI 3242:2008 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Konstruksi dan Pembongkaran serta Peraturan Menteri PUPR Nomor 03/PRT/M/2013. Kedua regulasi tersebut memberikan kerangka normatif yang cukup jelas mengenai tahapan pengelolaan limbah, mulai dari identifikasi jenis limbah, pemilahan di sumber, penyimpanan sementara, hingga pengangkutan dan pemrosesan akhir. Dalam standar tersebut ditegaskan bahwa pemilahan harus dilakukan sejak limbah dihasilkan agar mempermudah proses pemanfaatan kembali maupun daur ulang. Selain itu, proyek konstruksi diwajibkan menyediakan fasilitas penyimpanan terpisah sesuai dengan karakteristik material untuk mencegah pencampuran yang dapat menurunkan nilai guna limbah. Ketentuan ini juga mencakup aspek keselamatan kerja dan perlindungan lingkungan sebagai bagian integral dari manajemen proyek. Dengan demikian, secara normatif Indonesia telah memiliki perangkat regulasi yang memadai untuk mendukung praktik pengelolaan limbah konstruksi yang berkelanjutan.

Regulasi tersebut pada dasarnya mendorong penerapan prinsip keberlanjutan dalam setiap tahapan proyek konstruksi, termasuk integrasi aspek lingkungan ke dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan pekerjaan. Prinsip pemilahan di sumber dan pengangkutan terjadwal menuju lokasi pengolahan atau tempat pembuangan akhir dimaksudkan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar proyek. Lebih jauh lagi, aturan tersebut menekankan pentingnya tanggung jawab penyedia jasa konstruksi dalam memastikan limbah tidak mencemari tanah, air, maupun udara. Dalam perspektif manajemen proyek modern, kepatuhan terhadap regulasi ini juga dapat meningkatkan citra perusahaan dan memperkuat posisi dalam proses tender yang semakin memperhatikan aspek keberlanjutan (Aufat et al., 2025). Namun demikian, implementasi prinsip-prinsip tersebut membutuhkan dukungan sumber daya, komitmen manajerial, serta sistem pengawasan yang konsisten. Tanpa dukungan tersebut, regulasi hanya akan menjadi dokumen formal yang tidak sepenuhnya diinternalisasi dalam praktik lapangan.

Meskipun kerangka hukum telah tersedia, realitas di lapangan menunjukkan bahwa implementasi masih menghadapi berbagai kendala teknis dan manajerial. Keterbatasan fasilitas pemilahan, kurangnya pemahaman pekerja, serta belum terintegrasinya SOP pengelolaan limbah dalam sistem manajemen proyek menjadi hambatan utama. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan antara kebijakan normatif dan praktik aktual pada proyek konstruksi. Dalam beberapa kasus, pengawasan terhadap kepatuhan regulasi juga belum berjalan optimal sehingga tidak ada mekanisme evaluasi yang tegas terhadap pelanggaran (Pareres & Yusuf, 2024; Putra et al., 2025; Zulfanmusafa & Wedhatami, 2025). Akibatnya, standar yang seharusnya menjadi pedoman operasional belum sepenuhnya diterapkan secara konsisten. Oleh karena itu, diperlukan upaya penguatan implementasi melalui peningkatan kapasitas sumber daya manusia, penyediaan fasilitas yang memadai, serta pengawasan yang lebih sistematis agar tujuan regulasi dalam mewujudkan konstruksi berkelanjutan dapat tercapai secara efektif.

Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji pengelolaan limbah konstruksi pada berbagai jenis proyek. Alexandra dan Susilowati (2022) menganalisis penanganan *waste* material dengan pendekatan *Green Construction* dan menemukan bahwa integrasi manajemen limbah sejak tahap

perencanaan dapat meningkatkan efisiensi material. Khaerunnisa & Sabrina (2025) menekankan pentingnya manajemen limbah dalam mendukung konstruksi berkelanjutan pada proyek perumahan. Kutu'Kampilong et al. (2024) mengidentifikasi bahwa keterbatasan sumber daya dan pengawasan menjadi faktor penghambat utama pada proyek hotel. Waluyo et al. (2024) menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan material ramah lingkungan dan efisiensi biaya proyek.

Selain itu, Mahardika (2020) mengungkapkan bahwa pengelolaan limbah pada proyek rumah toko dan perumahan masih didominasi oleh praktik konvensional yang berorientasi pada pembuangan akhir. Widhiawati (2019) menyoroti pentingnya pemilahan limbah di sumber untuk meningkatkan potensi daur ulang pada proyek gedung di Bali. Zalaya et al. (2019) juga menyatakan bahwa kurangnya dokumentasi dan sistem pengawasan internal menyebabkan rendahnya efektivitas pengelolaan limbah. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa masalah pengelolaan limbah konstruksi masih bersifat sistemik dan memerlukan pendekatan yang lebih komprehensif. Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan, sebagian besar studi berfokus pada proyek gedung bertingkat, hotel, atau perumahan skala besar. Penelitian mengenai pengelolaan limbah pada proyek fasilitas olahraga berskala menengah, seperti lapangan padel, masih sangat terbatas. Padahal, proyek jenis ini memiliki karakteristik teknis tersendiri, seperti penggunaan material struktur ringan, instalasi baja, dan elemen modular. Selain itu, lokasi proyek yang berada di kawasan perkotaan padat seperti Kemang berpotensi meningkatkan risiko dampak lingkungan apabila limbah tidak dikelola secara optimal. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi.

Kesenjangan penelitian terletak pada minimnya kajian empiris yang secara spesifik menganalisis efektivitas pengelolaan limbah pada proyek lapangan olahraga berskala menengah di kawasan urban. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas aspek konseptual atau studi kasus pada proyek besar, sehingga belum memberikan gambaran rinci mengenai praktik di proyek dengan kompleksitas moderat. Selain itu, integrasi analisis kuantitatif berbasis persepsi responden dengan observasi langsung di lapangan masih jarang dilakukan secara bersamaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu mengombinasikan pendekatan tersebut untuk menghasilkan evaluasi yang lebih komprehensif. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus kajian terhadap proyek pembangunan lapangan padel di wilayah Kemang sebagai representasi proyek fasilitas olahraga perkotaan yang sedang berkembang. Penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi jenis dan volume limbah, tetapi juga mengevaluasi tingkat efektivitas pengelolaan berdasarkan persepsi pelaku proyek serta membandingkannya dengan standar nasional yang berlaku. Pendekatan ini memberikan gambaran nyata mengenai kesesuaian antara kebijakan dan implementasi di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan sudut pandang praktis yang relevan bagi proyek berskala menengah.

Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi kontraktor dalam meningkatkan penerapan prinsip 3R melalui penyediaan fasilitas pemilahan, penyusunan SOP tertulis, dan pelatihan pekerja. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi bagi pemerintah dalam memperkuat pengawasan implementasi regulasi pengelolaan limbah konstruksi. Secara akademis, penelitian ini menambah literatur mengenai manajemen limbah pada proyek fasilitas olahraga yang masih terbatas kajiannya. Temuan penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi studi lanjutan yang ingin mengkaji aspek biaya dan potensi ekonomi dari pengelolaan limbah konstruksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan volume limbah padat yang dihasilkan pada proyek pembangunan Lapangan Padel Kemang, menganalisis sistem pengelolaan limbah yang diterapkan, serta merumuskan strategi optimalisasi pengelolaan berdasarkan prinsip 3R. Penelitian ini juga bertujuan untuk menilai tingkat efektivitas pengelolaan limbah berdasarkan persepsi pelaku proyek. Dengan tercapainya tujuan tersebut, diharapkan praktik pengelolaan limbah pada proyek konstruksi dapat lebih efisien, sistematis, dan berkelanjutan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang diperkuat dengan data kualitatif untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi aktual pengelolaan limbah padat pada proyek konstruksi (Septianugraha, 2024). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas pengelolaan limbah berdasarkan persepsi responden, sedangkan pendekatan kualitatif dimanfaatkan untuk menggali informasi lebih mendalam terkait kendala dan praktik di lapangan. Kombinasi kedua pendekatan ini bertujuan agar hasil penelitian tidak hanya bersifat

numerik, tetapi juga kontekstual dan interpretatif (Akbar, 2024). Dengan demikian, analisis yang dihasilkan dapat merepresentasikan kondisi nyata secara objektif dan sistematis. Lokasi penelitian berada di Proyek Pembangunan Lapangan Padel Kemang yang beralamat di Jalan Kemang Raya, Jakarta Selatan, dengan luas lahan kurang lebih 2.500 m². Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa proyek berada pada tahap konstruksi aktif sehingga menghasilkan limbah padat secara kontinu. Pengamatan difokuskan pada area pekerjaan struktur utama serta area penyimpanan material yang menjadi sumber utama timbulan limbah. Kondisi tata letak proyek, sistem penyimpanan, dan pola kerja pekerja turut diamati untuk memahami alur pengelolaan limbah. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada limbah padat non-B3 yang dihasilkan selama proses konstruksi berlangsung.

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi lapangan, penyebaran kuesioner, dan wawancara semi-terstruktur. Observasi dilakukan selama periode September hingga Oktober 2025 untuk mengidentifikasi jenis, volume, serta pola penanganan limbah padat yang dihasilkan pada setiap tahapan pekerjaan. Selain itu, peneliti mencatat kondisi penyimpanan, pemilahan, dan proses pengangkutan limbah menuju tempat pembuangan sementara. Untuk melengkapi data observasi, kuesioner disebarkan kepada 30 responden yang terdiri atas pekerja, mandor, dan staf manajemen proyek. Instrumen kuesioner menggunakan skala *likert* lima tingkat untuk menilai beberapa aspek pengelolaan limbah, seperti pemilahan, penyimpanan, dokumentasi, pengangkutan, dan pemanfaatan kembali. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur guna memperoleh informasi lebih mendalam mengenai kendala teknis, kebijakan internal, serta tingkat pemahaman pekerja terhadap prinsip 3R.

Data kuantitatif yang diperoleh dari kuesioner dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata untuk menentukan kategori efektivitas pengelolaan limbah, mulai dari sangat baik hingga tidak baik. Hasil perhitungan tersebut kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui tingkat kinerja sistem pengelolaan limbah pada proyek yang diteliti. Sementara itu, data kualitatif dari hasil wawancara dianalisis melalui proses reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan untuk mengidentifikasi faktor penghambat dan peluang perbaikan. Temuan kualitatif tersebut selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan standar nasional yang berlaku guna menilai kesesuaian praktik di lapangan. Integrasi antara analisis kuantitatif dan kualitatif dilakukan untuk menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif dan relevan dengan kondisi aktual proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Jenis dan Komposisi Limbah Padat

Berdasarkan hasil kuesioner terhadap 30 responden, diperoleh klasifikasi jenis limbah padat sebagaimana disajikan pada tabel 1. Data tersebut menunjukkan variasi sumber kegiatan yang menghasilkan limbah berbeda pada setiap tahapan pekerjaan, terutama pada pekerjaan struktur, finishing, dan galian tanah. Volume limbah dihitung berdasarkan rata-rata timbulan per minggu selama masa pengamatan. Hasil ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai pola dominasi limbah pada proyek pembangunan lapangan padel. Informasi komposisi ini menjadi dasar dalam menentukan strategi pengelolaan yang lebih tepat sasaran.

Tabel 1. Jenis dan Estimasi Volume Limbah Padat.

No	Jenis Limbah Padat	Sumber Kegiatan	Volume (kg/minggu)	Persentase (%)
1	Kayu bekisting bekas	Pekerjaan struktur	480	40
2	Besi potongan & kawat	Pekerjaan struktur	260	21
3	Limbah plastik & kemasan	Pekerjaan finishing	180	15
4	Puing beton & mortar	Pekerjaan struktur	150	13
5	Tanah & pasir sisa	Pekerjaan galian	120	11

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan tabel tersebut, limbah kayu bekisting bekas merupakan komponen terbesar (40%), diikuti oleh besi potongan dan kawat (21%). Dominasi kayu menunjukkan bahwa metode konstruksi yang masih menggunakan bekisting konvensional menghasilkan sisa material cukup signifikan. Sementara itu, limbah besi potongan umumnya berasal dari proses pemotongan tulangan yang tidak sepenuhnya teroptimasi pada tahap perencanaan kebutuhan material. Limbah plastik dan kemasan relatif lebih kecil, tetapi tetap berkontribusi terhadap penumpukan sampah *non-inert*. Temuan ini memperlihatkan bahwa sebagian besar limbah sebenarnya masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali atau didaur ulang apabila dikelola dengan sistematis.

Interpretasi data menunjukkan bahwa dominasi kayu dan logam selaras dengan karakteristik proyek skala menengah yang berfokus pada pekerjaan struktur. Jika kayu bekisting dapat dimanfaatkan kembali minimal dua hingga tiga kali siklus penggunaan, maka potensi reduksi limbah kayu dapat mencapai lebih dari separuh volume awal. Demikian pula, potongan besi yang dikumpulkan dan dijual kembali ke pengepul dapat memberikan nilai ekonomi tambahan bagi proyek. Secara estimatif, apabila 50% dari limbah kayu dan logam dapat dimanfaatkan kembali atau didaur ulang, maka volume limbah yang dibuang ke tempat pembuangan sementara dapat berkurang secara signifikan setiap minggu. Pengurangan tersebut tidak hanya berdampak pada aspek lingkungan, tetapi juga berpotensi menekan biaya pengangkutan dan pembuangan akhir. Dengan demikian, komposisi limbah yang teridentifikasi menunjukkan peluang efisiensi material yang cukup besar apabila prinsip 3R diterapkan secara konsisten.

Selain itu, apabila dikaitkan dengan konsep *Reduce* dalam manajemen limbah, tingginya volume kayu dan besi mengindikasikan perlunya optimalisasi perencanaan kebutuhan material sejak tahap awal proyek. Perhitungan kebutuhan bekisting dan pemotongan tulangan yang lebih presisi dapat meminimalkan sisa material. Penerapan sistem modular atau penggunaan bekisting sistem (*system formwork*) juga dapat menjadi alternatif untuk mengurangi timbulan limbah kayu. Dari perspektif biaya, pengurangan limbah kayu dan logam berpotensi meningkatkan efisiensi anggaran material yang umumnya menyumbang proporsi besar dalam biaya struktur. Dengan demikian, hasil komposisi limbah ini tidak hanya menggambarkan kondisi aktual, tetapi juga membuka peluang perbaikan teknis dan manajerial pada proyek serupa di masa mendatang.

Hal ini sejalan dengan temuan Kristianto et al. (2019) yang menyatakan bahwa material kayu dan logam merupakan komponen limbah yang paling dominan pada proyek konstruksi skala menengah, terutama pada tahap pekerjaan struktur. Dominasi tersebut umumnya disebabkan oleh penggunaan bekisting kayu konvensional dan proses pemotongan tulangan baja yang menghasilkan sisa material cukup signifikan. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Septianugraha (2021) yang menjelaskan bahwa pada proyek pembangunan gedung di Bali, limbah kayu dan besi menjadi kontributor utama timbulan limbah karena kurang optimalnya perencanaan kebutuhan material dan rendahnya tingkat pemanfaatan kembali. Selain itu, Naibaho (2025) dalam studi pada proyek rumah toko dan perumahan menemukan bahwa material logam dan kayu memiliki persentase terbesar dibandingkan limbah jenis lain, terutama pada fase struktur dan pembesian. Perbandingan ini menunjukkan adanya pola yang konsisten pada berbagai jenis proyek konstruksi di Indonesia, di mana material struktur berbasis kayu dan logam mendominasi komposisi limbah. Dengan demikian, hasil penelitian pada proyek pembangunan lapangan padel di Kemang memperkuat temuan terdahulu bahwa pengelolaan limbah kayu dan logam menjadi aspek krusial dalam meningkatkan efektivitas manajemen limbah konstruksi.

Analisis Sistem Pengelolaan Limbah

Penilaian efektivitas sistem pengelolaan limbah dilakukan melalui kuesioner kepada 30 responden yang terdiri atas pekerja, mandor, dan staf manajemen proyek. Aspek yang dinilai meliputi pengangkutan limbah ke tempat pembuangan sementara, dokumentasi dan pengawasan, pemilahan di sumber, penyimpanan dan wadah limbah, serta pemanfaatan kembali material sisa. Setiap aspek diukur menggunakan skala *likert* untuk memperoleh gambaran persepsi responden terhadap kinerja sistem yang berjalan. Hasil pengolahan data disajikan dalam tabel 2. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana praktik pengelolaan limbah telah sesuai dengan prinsip manajemen modern dan regulasi nasional.

Tabel 2. Skor Efektivitas Pengelolaan Limbah

Aspek Penilaian	Nilai Rata-rata	Kategori
Pengangkutan limbah ke TPS	3.10	Cukup baik
Dokumentasi dan pengawasan	2.80	Cukup baik
Pemilahan limbah di sumber	2.67	Cukup baik
Penyimpanan dan wadah limbah	2.43	Kurang baik
Pemanfaatan kembali	2.33	Kurang baik

Sumber: Data Olahan (2025)

Berdasarkan tabel tersebut, aspek pengangkutan limbah memperoleh nilai tertinggi dibandingkan aspek lainnya, yang menunjukkan bahwa proyek relatif konsisten dalam memindahkan limbah ke tempat pembuangan sementara. Namun, aspek penyimpanan dan pemanfaatan kembali

memperoleh nilai lebih rendah, yang mengindikasikan belum optimalnya penerapan prinsip 3R. Dokumentasi dan pengawasan berada pada kategori cukup, tetapi belum sepenuhnya terintegrasi dalam sistem pelaporan harian proyek. Pemilahan di sumber juga masih bersifat sederhana dan belum menggunakan fasilitas pemisahan yang memadai. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan masih berorientasi pada pengumpulan dan pembuangan, bukan pada reduksi dan optimalisasi nilai material.

Interpretasi hasil menunjukkan bahwa fokus utama proyek masih berada pada aspek operasional pengangkutan, bukan pada pengelolaan strategis berbasis keberlanjutan. Apabila pemilahan dan pemanfaatan kembali dapat ditingkatkan, maka potensi pengurangan volume limbah yang dibuang dapat meningkat secara signifikan. Sebagai ilustrasi, jika minimal 30% dari total limbah dapat dipilah dan dimanfaatkan kembali, maka biaya pengangkutan mingguan dapat ditekan secara proporsional. Selain itu, peningkatan dokumentasi dan pengawasan akan memudahkan evaluasi berkala serta pengambilan keputusan berbasis data. Keterbatasan fasilitas wadah terpisah dan belum adanya SOP tertulis menjadi faktor yang secara langsung memengaruhi rendahnya skor pada aspek tertentu. Oleh karena itu, hasil ini menegaskan perlunya pendekatan manajerial yang lebih sistematis dalam pengelolaan limbah proyek.

Dari perspektif konsep manajemen limbah konstruksi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tahapan *recycle* dan *reuse* belum berjalan optimal, sementara tahapan *Reduce* bahkan belum terintegrasi secara sistematis dalam perencanaan proyek sejak tahap awal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengelolaan limbah masih bersifat operasional di lapangan, bukan strategis pada level perencanaan dan pengendalian proyek. Padahal, dalam kerangka manajemen konstruksi berkelanjutan, prinsip 3R seharusnya dimulai sejak tahap desain melalui perencanaan kebutuhan material yang presisi, pemilihan metode kerja yang minim sisa, serta pengendalian pembelian agar tidak terjadi kelebihan stok. Ketidakhadiran pendekatan *Reduce* dalam dokumen perencanaan menyebabkan potensi pemborosan material tidak teridentifikasi secara dini. Akibatnya, volume limbah yang muncul menjadi konsekuensi dari sistem yang belum sepenuhnya efisien. Hal ini mempertegas bahwa integrasi manajemen limbah ke dalam siklus proyek secara menyeluruh masih menjadi tantangan utama.

Secara teoretis, berbagai literatur menyebutkan bahwa penerapan prinsip 3R secara konsisten mampu menekan volume limbah konstruksi secara signifikan dan berkontribusi terhadap efisiensi biaya proyek. Optimalisasi *reuse* pada material seperti kayu bekisting dapat memperpanjang siklus pemakaian, sehingga kebutuhan pembelian material baru dapat ditekan. Demikian pula, pengelolaan *recycle* pada potongan besi dan material logam lainnya dapat menghasilkan nilai ekonomi tambahan melalui penjualan atau kerja sama dengan pihak daur ulang. Jika strategi *Reduce* diterapkan melalui pengendalian desain dan perencanaan volume material yang akurat, maka potensi pengurangan timbulan limbah dapat terjadi sejak awal sebelum material masuk ke lokasi proyek. Kombinasi ketiga tahapan tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan volume limbah yang dibuang, tetapi juga meningkatkan efisiensi logistik dan biaya operasional. Dengan demikian, penerapan 3R bukan sekadar kewajiban lingkungan, melainkan bagian integral dari strategi pengendalian mutu dan biaya dalam manajemen proyek konstruksi.

Untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan limbah ke kategori yang lebih baik, diperlukan langkah perbaikan yang konkret dan terstruktur. Penyediaan sistem penyimpanan yang tertata, lengkap dengan wadah terpisah berdasarkan jenis material, akan mempermudah proses pemilahan serta membuka peluang *reuse* dan *recycle* secara maksimal. Penetapan SOP yang jelas dan terintegrasi dalam sistem manajemen proyek juga akan menciptakan standar kerja yang konsisten serta mengurangi ketergantungan pada inisiatif individu. Selain itu, pelatihan rutin bagi pekerja sangat penting untuk meningkatkan kesadaran, kompetensi teknis, dan kepatuhan terhadap prosedur pemilahan limbah. Pengawasan berkala dan evaluasi kinerja pengelolaan limbah juga dapat menjadi instrumen kontrol agar perbaikan berjalan berkelanjutan. Dengan demikian, analisis sistem pengelolaan ini tidak hanya menggambarkan kondisi eksisting, tetapi juga memberikan arah perbaikan yang aplikatif, terukur, dan relevan untuk diterapkan pada proyek konstruksi sejenis di masa mendatang.

Temuan penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa pengelolaan limbah konstruksi pada proyek skala menengah masih didominasi oleh praktik pengangkutan dan pembuangan akhir. Sebayang et al. (2024) menyatakan bahwa pada proyek pembangunan hotel, aspek pengangkutan limbah relatif berjalan baik, namun pemilahan dan pemanfaatan kembali belum optimal karena keterbatasan fasilitas dan kurangnya pengawasan internal.

Selain itu, Waluyo et al. (Waluyo et al., 2024) menjelaskan bahwa pada proyek rumah toko dan perumahan, pengelolaan limbah lebih berorientasi pada pengumpulan dan pembuangan dibandingkan dengan upaya reduksi sejak tahap perencanaan. Ketiga penelitian tersebut memperlihatkan pola yang konsisten bahwa kelemahan utama pengelolaan limbah konstruksi terletak pada aspek manajerial, fasilitas pendukung, dan kurangnya standar operasional prosedur yang jelas. Dengan demikian, hasil penelitian pada proyek pembangunan lapangan padel di Kemang semakin memperkuat temuan empiris sebelumnya bahwa peningkatan efektivitas pengelolaan limbah memerlukan integrasi prinsip 3R secara sistematis dalam seluruh tahapan proyek konstruksi.

Pembahasan

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah konstruksi pada proyek yang dikaji masih berada pada tahap konvensional, ditandai dengan praktik pembuangan limbah kayu dan besi di area terbuka tanpa pemisahan yang sistematis. Kondisi tersebut memperlihatkan belum optimalnya penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dalam operasional proyek. Secara konseptual, hasil ini berkaitan dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa ketersediaan fasilitas, kapasitas sumber daya manusia, dan sistem dokumentasi memiliki hubungan langsung dengan efektivitas pengelolaan limbah. Ketidakhadiran kontainer khusus dan belum adanya SOP terintegrasi memperkuat asumsi bahwa faktor struktural dan manajerial memengaruhi tingkat kepatuhan terhadap standar pengelolaan lingkungan. Dengan demikian, temuan ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga mengonfirmasi adanya hubungan antara variabel dukungan sistem dan kualitas pengelolaan limbah proyek. Secara teoritis, kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara standar normatif dan praktik implementatif di lapangan.

Apabila dikaitkan dengan konsep 3R secara lebih mendalam, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa potensi pengurangan limbah sebenarnya cukup signifikan apabila dilakukan pemilahan sejak sumbernya. Limbah kayu bekisting, misalnya, memiliki peluang untuk digunakan kembali pada beberapa siklus pekerjaan sebelum benar-benar menjadi residu akhir. Demikian pula, limbah logam dapat dialihkan ke jalur daur ulang yang memiliki nilai ekonomi relatif stabil di pasar material sekunder. Jika pemilahan dan pencatatan dilakukan secara konsisten, maka volume limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir dapat ditekan secara substansial. Dalam konteks manajemen proyek, penerapan 3R yang optimal berpotensi menurunkan beban biaya pembuangan serta mengurangi kebutuhan pembelian material baru dalam jumlah besar. Oleh karena itu, secara konseptual terdapat korelasi positif antara optimalisasi 3R dengan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan proyek konstruksi.

Dari sisi estimasi efisiensi biaya dan volume, penerapan sistem pengelolaan limbah yang terstruktur berpotensi memberikan dampak ekonomi yang terukur dan berkelanjutan. Dalam konteks proyek konstruksi, setiap material yang tidak terpakai secara optimal pada dasarnya merepresentasikan biaya yang tidak menghasilkan nilai tambah. Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang dirancang secara sistematis dapat berfungsi sebagai instrumen pengendalian biaya tidak langsung. *Reuse* kayu bekisting, misalnya, memungkinkan material digunakan dalam beberapa siklus pekerjaan, sehingga frekuensi pembelian kayu baru dapat ditekan secara signifikan. Pengurangan pembelian tersebut secara otomatis berdampak pada efisiensi anggaran belanja material serta penghematan biaya transportasi dan penyimpanan. Dengan demikian, strategi pengelolaan limbah tidak hanya berdampak pada pengurangan volume buangan, tetapi juga pada optimalisasi struktur biaya proyek secara keseluruhan.

Selain itu, potensi ekonomi dari limbah logam juga cukup menjanjikan apabila dikelola melalui mekanisme yang terorganisasi. Potongan besi dan sisa tulangan yang selama ini dianggap residu sebenarnya memiliki nilai jual yang stabil di pasar material daur ulang. Apabila proyek menjalin kerja sama dengan pengepul atau industri daur ulang, maka limbah tersebut dapat dikonversi menjadi sumber penerimaan tambahan. Pendekatan ini mengubah paradigma dari “biaya pembuangan” menjadi “peluang pendapatan”, sehingga terjadi pergeseran cara pandang terhadap limbah konstruksi. Di sisi lain, pencatatan volume limbah secara sistematis memungkinkan manajemen untuk melakukan evaluasi terhadap tingkat efisiensi penggunaan material utama. Jika ditemukan lonjakan limbah pada jenis pekerjaan tertentu, maka dapat segera dilakukan koreksi metode kerja atau perencanaan volume agar pemborosan tidak berulang. Dengan demikian, pengelolaan limbah berfungsi sebagai alat monitoring kinerja operasional yang berbasis data.

Apabila sistem dokumentasi limbah terintegrasi dalam laporan harian proyek, maka analisis tren volume limbah dapat dilakukan secara berkala dan komprehensif. Data tersebut dapat digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan material pada tahap pekerjaan berikutnya dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Efisiensi yang dihasilkan tidak hanya menyentuh aspek lingkungan, tetapi juga mencakup pengendalian biaya, perencanaan logistik, serta penguatan tata kelola proyek. Dalam jangka panjang, praktik ini dapat meningkatkan daya saing kontraktor karena menunjukkan komitmen terhadap konstruksi berkelanjutan dan efisiensi anggaran. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah yang baik bukan sekadar kewajiban normatif atau pemenuhan regulasi semata, melainkan strategi manajerial yang berkontribusi langsung terhadap kinerja finansial, reputasi perusahaan, dan keberlanjutan proyek konstruksi secara menyeluruh.

Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Kustiani et al. (2021) yang menyatakan bahwa proyek konstruksi skala menengah di Indonesia umumnya masih mengelola limbah secara konvensional. Dalam penelitian tersebut, aspek pengangkutan limbah dinilai lebih baik dibandingkan dengan pemilahan dan pemanfaatan kembali. Kendala yang diidentifikasi juga serupa, yaitu keterbatasan fasilitas dan kurangnya pengawasan manajemen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa permasalahan pengelolaan limbah bukan hanya terjadi pada satu jenis proyek tertentu, melainkan bersifat sistemik. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris terkait lemahnya implementasi prinsip 3R pada proyek konstruksi menengah.

Selain itu, Peginusa et al. (2025) menemukan bahwa penerapan pendekatan *Green Construction* masih belum terintegrasi secara menyeluruh dalam tahapan pelaksanaan proyek. Mereka menekankan bahwa tanpa komitmen manajemen dan sistem monitoring yang jelas, prinsip 3R cenderung hanya menjadi konsep teoritis. Hal ini selaras dengan kondisi di proyek lapangan padel Kemang, di mana belum terdapat sistem dokumentasi limbah yang sistematis. Tanpa data yang terdokumentasi dengan baik, evaluasi kinerja pengelolaan limbah menjadi sulit dilakukan. Kesamaan temuan ini menunjukkan pentingnya penguatan aspek manajerial dalam sistem pengelolaan limbah konstruksi.

Penelitian Waluyo et al. (Waluyo et al., 2024) juga menunjukkan bahwa pada proyek rumah toko dan perumahan, pemanfaatan kembali material sisa masih rendah karena kurangnya fasilitas pemilahan dan rendahnya kesadaran pekerja. Hasil tersebut sejalan dengan temuan penelitian ini yang mengidentifikasi kendala serupa pada proyek lapangan padel. Dominasi pendekatan “kumpul-angkut-buang” menjadi pola umum dalam pengelolaan limbah konstruksi di berbagai proyek. Kondisi ini mengindikasikan bahwa transformasi menuju praktik konstruksi berkelanjutan masih menghadapi tantangan implementatif yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini mempertegas urgensi peningkatan kapasitas manajemen limbah pada proyek skala menengah.

Meskipun memiliki kesamaan dengan penelitian terdahulu, penelitian ini memiliki kebaruan dalam konteks objek kajian dan pendekatan analisisnya. Studi ini secara spesifik mengkaji proyek pembangunan fasilitas olahraga berupa lapangan padel yang masih relatif jarang diteliti dalam literatur manajemen limbah konstruksi. Karakteristik proyek fasilitas olahraga yang berskala menengah dan berlokasi di kawasan urban padat memberikan perspektif berbeda dibandingkan proyek gedung bertingkat atau perumahan. Selain itu, penelitian ini menggabungkan analisis kuantitatif berbasis kuesioner dengan observasi langsung dan wawancara mendalam. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap efektivitas pengelolaan limbah di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi empiris baru dalam kajian manajemen limbah konstruksi.

Kebaruan lainnya terletak pada analisis keterkaitan antara komposisi limbah dominan dan potensi efisiensi biaya proyek. Penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi jenis limbah terbesar, tetapi juga menyoroti peluang *reuse* kayu bekisting dan daur ulang logam sebagai sumber penghematan. Apabila kayu bekisting dapat digunakan kembali dalam beberapa siklus pekerjaan, maka volume limbah kayu yang dibuang dapat ditekan secara signifikan. Demikian pula, penjualan kembali potongan besi kepada pengepul dapat memberikan tambahan nilai ekonomi bagi proyek. Perspektif ini memperluas pembahasan dari sekadar isu lingkungan menjadi aspek efisiensi ekonomi. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih integratif antara keberlanjutan dan manajemen biaya.

Kontribusi penelitian ini secara praktis adalah memberikan rekomendasi konkret bagi kontraktor dalam meningkatkan sistem pengelolaan limbah. Penyediaan wadah pemilahan terpisah, penyusunan SOP tertulis, serta pelatihan rutin bagi pekerja menjadi langkah strategis yang dapat segera

diimplementasikan. Dari sisi kebijakan, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah dalam memperkuat pengawasan penerapan SNI 3242:2008 pada proyek skala menengah. Secara akademis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai praktik pengelolaan limbah pada proyek fasilitas olahraga yang masih terbatas. Temuan ini juga dapat menjadi referensi pembandingan bagi penelitian di wilayah urban lain dengan karakteristik serupa. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini mencakup aspek praktis, kebijakan, dan pengembangan ilmu pengetahuan.

KESIMPULAN

Pengelolaan limbah padat pada proyek pembangunan Lapangan Padel wilayah Kemang menunjukkan bahwa komposisi limbah didominasi oleh sisa kayu bekisting dan potongan besi yang termasuk dalam kategori limbah inert dan non-inert. Dominasi dua jenis material tersebut mencerminkan karakteristik umum proyek konstruksi skala menengah yang masih sangat bergantung pada material konvensional berbasis kayu dan logam. Secara umum, sistem pengelolaan limbah berada pada kategori “Cukup Baik” karena telah terdapat upaya pengumpulan dan penataan di area proyek sehingga tidak mengganggu aktivitas pekerjaan utama. Namun demikian, praktik yang berjalan belum sepenuhnya menerapkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), terutama pada tahap penyimpanan terpisah dan pemanfaatan kembali material sisa yang masih memiliki nilai guna. Limbah kayu, misalnya, belum dikelola secara sistematis untuk digunakan ulang pada pekerjaan lain, sementara potongan besi belum terdokumentasi sebagai material yang dapat dialihkan ke proses daur ulang. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan masih berorientasi pada pengumpulan dan pembuangan akhir, belum pada strategi reduksi volume dan optimalisasi nilai ekonomi limbah. Dengan demikian, pendekatan yang diterapkan masih bersifat reaktif, bukan preventif maupun produktif dalam kerangka konstruksi berkelanjutan.

Kendala utama dalam pengelolaan limbah di proyek ini meliputi keterbatasan fasilitas pemilahan yang memadai, kurangnya pelatihan dan kesadaran pekerja terkait pentingnya pengelolaan limbah, serta belum tersedianya SOP tertulis yang terintegrasi dalam sistem manajemen proyek. Ketiadaan wadah pemilahan terpisah menyebabkan limbah tercampur sehingga menyulitkan proses *reuse* maupun *recycle* secara optimal. Selain itu, belum adanya standar operasional prosedur yang jelas membuat praktik pengelolaan sangat bergantung pada inisiatif individu di lapangan, sehingga konsistensinya rendah. Oleh karena itu, diperlukan penyusunan dan penerapan SOP yang komprehensif, penyediaan kontainer atau area pemilahan khusus sesuai jenis material, serta pelatihan rutin bagi pekerja guna meningkatkan pemahaman dan tanggung jawab kolektif. Pengawasan terhadap implementasi regulasi dan standar teknis juga perlu diperkuat agar kebijakan yang telah dirumuskan dapat dijalankan secara efektif. Di samping itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji secara lebih mendalam aspek biaya pengelolaan limbah serta potensi ekonomi dari pemanfaatan kembali dan daur ulang material, sehingga dapat dirumuskan model pengelolaan yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memberikan efisiensi finansial bagi proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. M. A. (2024). Metode Kualitatif dan Kuantitatif pada Studi Islam. *Ar Rasyiid: Journal of Islamic Studies*, 2(2), 95–112. <https://doi.org/10.70367/arrasyiid.v2i2.23>
- Alexandra, S. P., & Susilowati, W. (2022). Analisis Penanganan Waste Material Dengan Pendekatan *Green Construction* Pada Tahap Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(2), 157–167.
- Aufat, M. F., Arjunita, S., Efika, N., & Hasni, H. (2025). Analisis pentingnya aspek hukum dalam studi kelayakan bisnis sebagai jaminan keabsahan usaha. *Journal of Information Systems Management and Digital Business*, 2(4), 314–325. <https://doi.org/10.70248/jismdb.v2i4.2502>
- Dungio, M. (2025). Analisis Dampak Penggunaan Material Ramah Lingkungan dalam Konstruksi Jalan Raya. *Prosiding: Seminar Nasional Teknik Sipil Universitas Yapis Papua*, 4(1), 119–125.
- Hermawan, H., Aufa, M. A., & Arrizqi, A. N. (2023). Pengelolaan limbah konstruksi pada proyek pembangunan hotel horison dieng wonosobo. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 13(2), 147–154. <https://doi.org/10.32699/jiars.v13i2.5607>
- Irmawaty, I., Hamzah, S., & Abdurrahman, M. A. (2025). Green Lean Construction: Sinkronisasi antara Efisiensi dan Keberlanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 110–117.
- Kautsar, D. B., Yuliansyah, M. C. T., & Ubaedillah, U. (2025). Dampak teknologi ramah lingkungan dan pengelolaan limbah pada green airport terhadap lingkungan sekitar bandara. *Journal of*

- Psychology*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.70248/jp.v2i1.2875>
- Khaerunnisa, T. N., & Sabrina, A. Z. (2025). Analisis Kompetensi Relatif PTUN dalam Sengketa Pencabutan Izin Lingkungan Hidup di Denpasar. *ANTASENA: Governance and Innovation Journal*, 3(2), 282–289. <https://doi.org/10.61332/antasena.v3i2.411>
- Kristianto, M. A., Ajie, E. P., Hermawan, H., & Setiyadi, B. (2019). Analisis waste material konstruksi pada pekerjaan struktur atas beton bertulang bangunan tingkat tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(3), 143–149. <https://doi.org/10.24002/jts.v15i3.3727>
- Kustiani, I., Widyawati, R., & Warena, R. D. (2021). Analisis Pengelolaan Limbah Konstruksi dengan Skema Stepwise Incentive System dalam Rangka Penerapan Lean Construction pada Proyek Konstruksi di Lingkungan Universitas Lampung. *Prosiding SINTA 3 (2020)*, 3(2020).
- Kutu’Kampilong, J., Febriyanto, W., Nugroho, Y. J., & Yusuf, R. (2024). *Analysis of the use of environmentally friendly building materials and construction waste management on cost efficiency and project sustainability in Karawang*.
- Mahardika, I. (2020). *Pusat edukasi lingkungan di kawasan TPA Antang dengan pendekatan arsitektur alternatif*. Universitas Hasanuddin.
- Naibaho, S. (2025). *Limbah Kostruksi Dan Pengelolaan Pada Proyek Pembangunan Perumahan Citraland Gama City Medan*.
- Pareres, S. K., & Yusuf, H. (2024). Evaluasi Sistem Pengawasan Dalam Penanggulangan Tindak Pidana Pajak Di Indonesia. *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 1(9), 5387–5397.
- Peginusa, S. S., Sari, D. P., Tendean, C., & Soukotta, D. (2025). Analisis Efektivitas Penerapan Konstruksi Hijau Pada Proyek Bangunan Berkelanjutan. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 725–732. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2762>
- Putra, J. A. M., Permata, D., Djani, A. I. P., Sabetu, D. L., Finit, Y. N., & Mas’ud, F. (2025). Evaluasi Penerapan Prinsip Good Governance dalam Sistem Pemerintahan Indonesia: Tantangan dan Peluang dalam Mengatasi Kesewenang-wenangan. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 3(02), 1239–1251.
- Ramadhani, S. A., & Wiguna, I. P. A. (2024). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Penerapan Implementasi Pengolahan Limbah Konstruksi Berkelanjutan Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 22(3), 307–318.
- Restuningrat, F. Y. (2023). Limbah konstruksi dan dampak sosial pada proyek pembangunan gedung. *TRIPUTRA: Sosial, Ekonomi Dan Hukum*, 1(01), 20–23.
- Sebayang, M. D., Situmorang, C., Simarmata, D., Hutabarat, H., Sirait, R. J., & Ginting, E. E. S. (2024). *Manajemen Proyek Pengembangan Kewirausahaan Pada Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Dan Tercipta Energi Terbarukan*. UKI Press.
- Septianugraha, A. F. (2021). *Estimasi Indeks Waste Material Konstruksi Untuk Proyek Bangunan Di Indonesia (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Frc, Universitas Gadjah Mada)*.
- Septianugraha, A. F. (2024). *Analisis Manajemen Risiko Konstruksi pada Proyek Konstruksi Bendungan Berdasar Konsep ISO 31000: 2018 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Bener Paket 3 Kabupaten Purworejo)*. Universitas Islam Indonesia.
- Sirait, P. C. N. B. R., Pratiwi, A. N. Y., Ramadhani, A. C. P., Rani, F. N., Alfarizi, M. R., Safitri, N. R., Safitri, S. S., Reindrawati, D. Y., & Nata, J. H. (2025). Pemanfaatan sampah melalui upaya 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk membuat berbagai macam produk. *Jurnal Abdidas*, 6(2), 288–297. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v6i2.1144>
- Waluyo, R., Tanggara, W. F. Y., & Puspasari, V. H. (2024). Pengelolaan Limbah Pada Tahap Konstruksi Proyek Rumah Toko Dan Perumahan. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 23(2), 190–200. <https://doi.org/10.35760/dk.2024.v23i2.12034>
- Widhiawati, I. A. R. (2019). Kajian pengelolaan limbah konstruksi pada proyek pembangunan gedung di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Zalaya, Y., Handayani, P., & Lestari, I. W. (2019). Pengelolaan limbah hasil konstruksi pada proyek pembangunan gedung. *Forum Ilmiah*, 16(1), 63–72.
- Zulfanmusafa, M., & Wedhatami, B. (2025). Rekonstruksi Kebijakan Hukum Dalam Penguatan Mekanisme Pengawasan Korporasi Terhadap Pelaksanaan Tanggung Jawab Sosial Dan Lingkungan. *Bookchapter Hukum Dan Lingkungan*, 1, 1117–1147.