

Analisis Manajemen Limbah Konstruksi Untuk Konstruksi Berkelanjutan (Studi Kasus Pembangunan Perumahan *Family 100* di Denpasar)

**Made Anom Dwiadnya Adipta¹, I Komang Agus Ariana^{2*}, I Gusti Ngurah Putu
Dharmayasa³, I Gusti Agung Ananda Putra⁴, I Ketut Nuraga⁵**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional

*Corresponding Author e-mail: agusariana@undiknas.ac.id.

Abstract: *Rapid development in the construction sector often generates large amounts of waste that negatively impact the environment and project efficiency. This study aims to analyze construction waste management in support of sustainable construction, with a case study on the Family 100 Housing development project in Denpasar. The research method used was descriptive quantitative with data collection through observation, interviews, and distribution of questionnaires to 30 respondents consisting of related parties in the project. The data was analyzed using Microsoft Excel based on the parameters of the Green Building Council Indonesia (GBCI) version 1.1 of 2016. The results show that the most dominant type of waste produced is residual materials such as concrete, wood, and plastic. Waste management practices include reuse, resale, and recycling. Despite some good waste management efforts, there are still discrepancies with some GBCI parameters. This study concludes that construction waste management in the Family 100 Housing project has begun to lead to sustainable practices, but improvements are still needed in formal policies and supporting facilities to be more in line with green construction principles. This research is expected to be a reference for contractors and stakeholders in implementing effective and environmentally friendly construction waste management.*

Keywords: *Construction waste, sustainable construction, waste management.*

Abstrak: Pembangunan yang pesat di sektor konstruksi seringkali menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan efisiensi proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manajemen limbah konstruksi dalam mendukung konstruksi berkelanjutan, dengan studi kasus pada proyek pembangunan Perumahan *Family 100* di Denpasar. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada 30 responden yang terdiri dari pihak-pihak terkait dalam proyek. Data dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan parameter *Green Building Council Indonesia* (GBCI) versi 1.1 tahun 2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis limbah yang paling dominan dihasilkan adalah sisa material seperti beton, kayu, dan plastik. Praktik manajemen limbah yang diterapkan mencakup penggunaan kembali (*reuse*), penjualan kembali, serta daur ulang. Meskipun terdapat beberapa upaya pengelolaan limbah yang baik, masih ditemukan ketidaksesuaian terhadap beberapa parameter GBCI. Penelitian ini menyimpulkan bahwa manajemen limbah konstruksi di proyek Perumahan *Family 100* sudah mulai mengarah pada praktik berkelanjutan, namun masih diperlukan peningkatan pada kebijakan formal dan fasilitas pendukung agar lebih sesuai dengan prinsip konstruksi hijau. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi kontraktor dan pemangku kepentingan dalam menerapkan manajemen limbah konstruksi yang efektif dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Limbah konstruksi, konstruksi berkelanjutan, manajemen limbah.

Pendahuluan

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan hanya sekali dan biasanya memiliki jangka waktu pendek. Dalam proses ini, terjadi pengolahan sumber daya proyek menjadi sebuah bangunan. Proses ini melibatkan berbagai pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek dibagi menjadi hubungan fungsional dan hubungan kerja. Karakteristik proyek konstruksi dapat dilihat dari tiga dimensi yaitu keunikan, melibatkan berbagai sumber daya, dan memerlukan struktur organisasi (P et al., 2017). Pengelolaan proyek konstruksi melibatkan serangkaian tindakan atau pekerjaan yang saling terkait satu sama lain. Dimulai dari perencanaan, yang mencakup pengaturan sumber daya manusia, biaya, material, waktu, dan peralatan, hingga pelaksanaan yang meliputi penjadwalan, pengendalian, dan pemantauan proyek secara efisien.

Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki potensi untuk menyebabkan dampak negatif pada lingkungan, baik selama proses pembangunan maupun setelah selesai. Dengan itu diperlukan tindakan pengendalian yang melibatkan pencegahan dan penanggulangan selama serta setelah konstruksi. Untuk mencapai hal ini, kerja sama yang efektif antara pelaku industri



konstruksi, pemerintah, dan akademisi sangat diperlukan agar dapat bersama-sama mengurangi dampak buruk pembangunan terhadap lingkungan (Susanto & Rohman, 2023). Pada setiap proses konstruksi pastinya menghasilkan limbah yang dimana limbah tersebut adalah material sisa baik itu dari tahap desain, pelaksanaan konstruksi, maupun hasil pembongkaran yang dilakukan selama proses konstruksi yang dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan jika tidak tertangani dengan baik.

Selain memberikan dampak negatif pada lingkungan, limbah konstruksi juga memengaruhi pihak kontraktor. Hal ini disebabkan oleh penggunaan material yang berlebihan, yang menyebabkan banyak bahan terbuang sia-sia. Akibatnya, kontraktor harus menanggung biaya tambahan untuk mengangkut dan membuang limbah tersebut dari area proyek (Irwanto et al., 2022). Untuk mengantisipasi kerusakan lingkungan akibat limbah konstruksi perlu adanya manajemen terhadap pengelolaan limbah konstruksi untuk mencegah permasalahan yang serius bagi lingkungan. Standar penilaian dalam manajemen limbah konstruksi menggunakan parameter penilaian limbah konstruksi dari sebuah bangunan, yang berdasarkan analisis *Green Building Council* Indonesia (GBCI) tahun 2016. *Green Building Council* Indonesia (GBCI) adalah lembaga yang mengembangkan standar sertifikasi bangunan hijau di Indonesia. Yang dimana jika manajemen pengelolaan limbah konstruksi sudah dilakukan dengan baik akan memberikan keuntungan bagi lingkungan dan proyek itu sendiri untuk menciptakan konstruksi berkelanjutan.

Konstruksi berkelanjutan merupakan pendekatan pembangunan yang menekankan efisiensi penggunaan sumber daya serta pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Konsep ini memprioritaskan praktik-praktik ramah lingkungan dan penggunaan bahan bangunan yang dapat didaur ulang. Menurut (Benedikta, 2018), pengelolaan limbah konstruksi pada proyek pembangunan Hotel @ HOM di Yogyakarta menunjukkan bahwa penggunaan material ramah lingkungan dan teknologi daur ulang dapat mengurangi volume limbah hingga 20%. Hal ini membuktikan bahwa konstruksi berkelanjutan berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat dengan mengurangi polusi dan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu untuk mengurangi dampak negatif dari pertumbuhan pembangunan konstruksi, prinsip konstruksi berkelanjutan diterapkan dengan pendekatan *Green Construction*. Tujuan dari *Green Construction* sendiri adalah untuk mengurangi polusi selama proyek, mengurangi limbah material, serta meningkatkan efisiensi dalam penggunaan energi, air, dan sumber daya lainnya (Susanto & Rohman, 2023).

Penelitian ini mengkaji jenis limbah yang dihasilkan dari Pembangunan Perumahan *Family 100* di Denpasar serta bagaimana pengelolaan limbah konstruksi dilakukan untuk mendukung konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini penting karena memberikan kontribusi dalam memahami pengelolaan limbah konstruksi yang lebih efektif, yang pada akhirnya dapat mendukung upaya pembangunan berkelanjutan dari perspektif lingkungan, sosial, dan ekonomi. Urgensi penelitian ini semakin terasa mengingat peningkatan laju pembangunan infrastruktur yang sejalan dengan bertambahnya volume limbah konstruksi. Menurut Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN) tahun 2023, alokasi anggaran untuk infrastruktur di Indonesia meningkat sebesar 7,8% dibandingkan dengan tahun 2022. Di negara berkembang seperti Indonesia, pertumbuhan industri konstruksi yang pesat telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam jumlah limbah konstruksi dan pembongkaran. Limbah tersebut dianggap sebagai salah satu penyumbang terbesar limbah global, menyumbang sekitar 30-40% dari total limbah padat di seluruh dunia (Ramadhani, 2024). Jika limbah ini tidak dikelola dengan baik, masalah lingkungan serius dapat muncul, seperti pencemaran tanah dan air, serta peningkatan emisi gas rumah kaca.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibahas tentang bagaimana respon yang dilakukan oleh pemangku kepentingan seperti kontraktor dalam manajemen pengelolaan limbah konstruksi untuk mewujudkan konstruksi berkelanjutan berdasarkan parameter

penilaian analisis *Green Building Council* Indonesia (GBCI) tahun 2016. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, wawancara dan penyebaran kuesioner untuk mengetahui respon dari pihak yang ingin dituju, dan setelah itu data yang telah didapatkan akan dianalisis kembali untuk menentukan kelasnya pada aplikasi *Microsoft Office Excel* untuk mengetahui manajemen pengelolaan limbah yang dilakukan di proyek Pembangunan Perumahan *Family 100* di Denpasar.

Meteorologi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan September 2024 sampai dengan Februari 2025. Oleh karena itu, untuk memperkuat penelitian ini, peneliti akan meminta beberapa data dari pihak kontraktor yang mengerjakan proyek tersebut. Alasan penulis memilih studi kasus di tempat ini yaitu karena di proyek ini menghasilkan limbah konstruksi yang banyak pada pekerjaannya.

Data dan informasi yang diperoleh dari pelaksanaan suatu proyek konstruksi sangat berguna untuk menganalisis limbah konstruksi yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan data penting berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari observasi atau wawancara dengan pihak terkait dalam pelaksanaan proyek. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait seperti konsultan, kontraktor, dan lainnya.

Hasil Dan Pembahasan

1. Jenis Limbah Konstruksi yang Dihasilkan Pada Pembangunan Perumahan Family 100

Dari pengisian kuisisioner yang dilakukan oleh responden, selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui jenis limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek pembangunan perumahan Family 100. Berikut adalah tabel hasil perhitungan dari data kuisisioner jenis limbah konstruksi pada proyek pembangunan perumahan Family 100. Berikut Tabel 4.8 untuk Data Hasil Kuisisioner Jenis Limbah Konstruksi Yang Dihasilkan, Tabel 4.9 untuk Analisis Kuisisioner Jenis Limbah Konstruksi Yang Dihasilkan Proyek Pembangunan Perumahan Family 100, serta gambar grafik 4.6 untuk mean dan gambar grafik 4.7 untuk IKR (Indeks Kepentingan Relatif).

Tabel 1 Data Hasil Kuisisioner Jenis Limbah Konstruksi Yang Dihasilkan

NO	VARIABEL	NILAI					JUMLAH
	JENIS LIMBAH YANG DIHASILKAN	1	2	3	4	5	
1	Kayu	0	0	10	11	9	30
2	Besi tulangan/baja	7	15	6	2	0	30
3	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan	2	4	19	3	2	30
4	Pecahan batu bata	4	2	20	4	0	30
5	Pecahan keramik	10	5	9	5	1	30
6	Bungkus semen	6	8	4	4	8	30
7	Sisa galian tanah	14	2	12	2	0	30
8	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll	5	12	10	2	1	30
9	Kelebihan agregat	8	4	13	5	0	30
10	Kabel listrik	17	7	6	0	0	30

Sumber : Hasil Pengolahan Data dari Microsoft Excel

Dari Tabel 4.8 diketahui data hasil kuesioner jenis limbah konstruksi yang dihasilkan, selanjutnya dapat diketahui rata-ratanya menggunakan persamaan berikut:

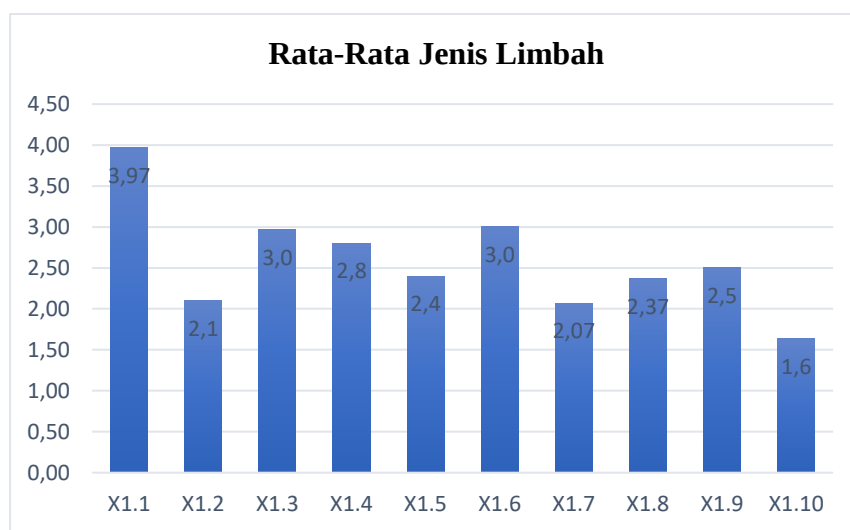
$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n = 1}{n}$$

Contoh perhitungannya :

Diketahui jenis limbah yang dihasilkan yaitu kayu dengan nilai 1 (0 responden), nilai 2 (0 responden), nilai 3 (10 responden), nilai 4 (11 responden), nilai 5 (9 responden), sehingga diperoleh nilai rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 10) + (4 \times 11) + (5 \times 9)}{30}$$

$$\bar{x} = 3.97$$



Gambar 4. 1 Rata-Rata Jenis Limbah

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat nilai rata – rata pada setiap jenis limbah yang dihasilkan pada Proyek Perumahan Family 100. Rata-rata di atas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sama, sehingga di dapatkan nilai rata-rata dari setiap limbah. Pada grafik di atas kode X1.1, X1.2, X1.3, X1.4, X1.5, X1.6, X1.7, X1.8, X1.9 dan X1.10 merupakan jenis limbah pada setiap kuisisioner, contohnya X1.1 yaitu kuisisioner nomor 1 yaitu kayu, dan X1.2 merupakan kuisisioner nomor 2 yaitu limbah besi atau tulangan baja. Nilai tertinggi pada rata-rata ini yaitu 3.97 untuk limbah kayu dan nilai terkecil 1.6 untuk limbah kabel listrik.

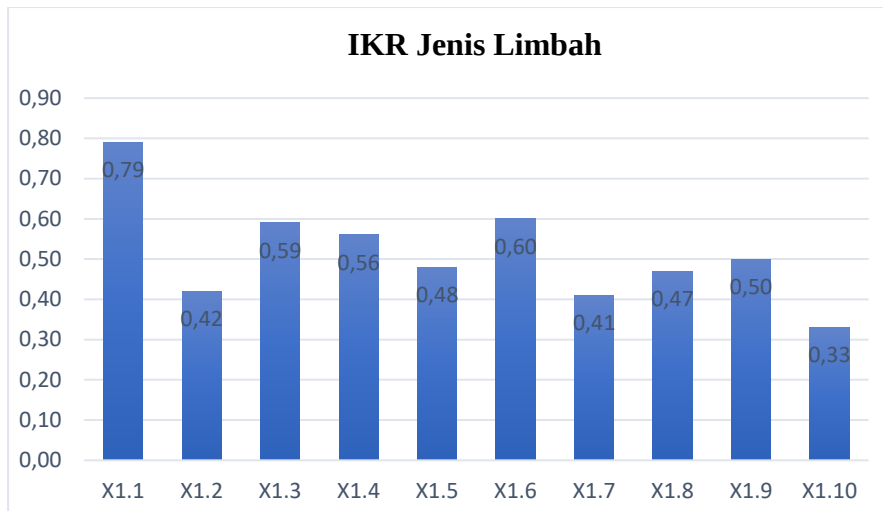
Setelah nilai *mean* atau rata-rata dari setiap limbah diketahui, selanjutnya menentukan nilai IKR (Indeks Kepentingan Relatif) :

Contoh perhitungannya :

$$IKR = \frac{\bar{x}}{m}$$

$$IKR = \frac{3.97}{5}$$

$$IKR = 0.79$$



Gambar 4. 2 IKR Jenis Limbah

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat nilai Indeks Kepentingan Relatif (IKR) pada setiap jenis limbah yang dihasilkan pada Proyek Perumahan Family 100. Nilai di atas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sama, sehingga di dapatkan nilai IKR dari setiap limbah. Pada grafik di atas kode X1.1, X1.2, X1.3, X1.4, X1.5, X1.6, X1.7, X1.8, X1.9 dan X1.10 merupakan jenis limbah pada setiap kuisisioner, contohnya X1.1 yaitu kuisisioner nomor 1 yaitu kayu, dan X1.2 merupakan kuisisioner nomor 2 yaitu limbah besi atau tulangan baja. Nilai tertinggi pada IKR tersebut yaitu 0.79, yang dimana merupakan limbah kayu dan limbah yang paling banyak dihasilkan dan nilai terkecilnya adalah 0.33 yaitu pada limbah kabel Listrik yang merupakan limbah yang paling sedikit dihasilkan.

Tabel 2 Analisis Kuisisioner Jenis Limbah Konstruksi Yang Dihasilkan Proyek Pembangunan Perumahan Family 100

NO	PERTANYAAN	RESPONDEN		
		X	IKR	RANKING
1	X1.1	3.97	0.79	1
2	X1.2	2.1	0.42	8
3	X1.3	3.0	0.59	3
4	X1.4	2.8	0.56	4
5	X1.5	2.4	0.48	6
6	X1.6	3.0	0.60	2
7	X1.7	2.07	0.41	9
8	X1.8	2.37	0.47	7
9	X1.9	2.5	0.50	5
10	X1.10	1.6	0.33	10

Sumber : Hasil Pengolahan Data dari Microsoft Excel

Dari Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa pada 30 responden mengetahui apa saja jenis limbah yang dihasilkan pada proyek pembangunan Perumahan Family 100 di Denpasar. Berdasarkan hasil pengeolahan data tersebut diperoleh rata-rata limbah yang dihasilkan mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah yaitu kayu, bungkus semen, puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan, pecahan batu bata, kelebihan agregat, pecahan keramik,

logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll, besi tulangan/baja, sisa galian tanah, dan kabel Listrik.

2. Analisis Data Manajemen Limbah Konstruksi Menurut GBCI (2016)

Dari pengisian kuisioner yang dilakukan oleh responden, selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui manajemen limbah konstruksi yang dilakukan pada proyek pembangunan perumahan Family 100 menurut *Green Building Council* Indonesia (GBCI) Version 1.1 (2016). Berikut adalah tabel hasil perhitungan dari data kuisioner Manajemen limbah konstruksi menurut *Green Building Council* Indonesia (GBCI) Version 1.1 (2016) pada proyek pembangunan perumahan Family 100. Berikut Tabel 4.10 Paramater Limbah Konstruksi Menurut *Green Building Council* Indonesia (GBCI) Version 1.1 (2016), Tabel 4.11 Analisis Kuisioner Manajemen Limbah Konstruksi Yang Dilakukan Pada Proyek Pembangunan Perumahan Family 100, Gambar grafik 4.8 Manajemen Limbah Konstruksi, serta Gambar Grafik Gambar 4.9 Persentase Manajemen Limbah Konstruksi dan Gambar 4.10 Rata - Rata Persentase Manajemen Limbah Konstruksi.

selanjutnya dapat diketahui persentase dari setiap jawaban Ya dan Tidak menggunakan persamaan berikut:

$$\text{persentase} = \frac{\text{skor Ya /Tidak}}{\text{jumlah responden}} \times 100\%$$

Diketahui pada parameter limbah soal 1, mendapatkan skor Ya = 29 responden dan skor Tidak = 1 responden, sehingga:

Contoh perhitungan persentase Ya :

$$\text{persentase Ya} = \frac{29}{30} \times 100\%$$

$$\text{persentase Ya} = 96,7 \%$$

Contoh perhitungan persentase Tidak :

$$\text{persentase Tidak} = \frac{1}{30} \times 100\%$$

$$\text{persentase Tidak} = 3,3\%$$

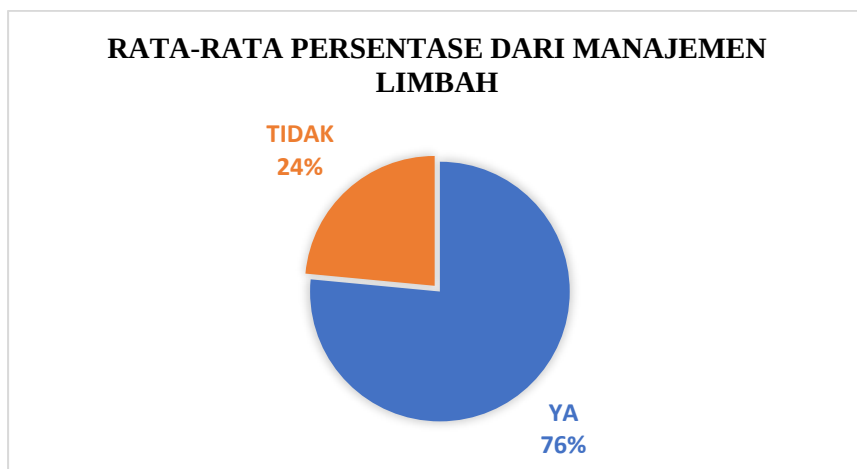
Dari hasil perhitungan di atas didapatkan persentase dari setiap skor Ya dan Tidak pada Kuisioner Parameter Limbah Konstruksi pada pembangunan perumahan *family* 100. Berikut merupakan persentase dari setiap jawaban Ya dan Tidak yang akan di jelaskan pada tabel 4.11



Gambar 4. 3 Persentase Manajemen Limbah Konstruksi

Berdasarkan grafik di atas dijelaskan bahwa, untuk diagram berwarna biru merupakan persentase jawaban Ya yang merupakan praktik-praktik manajemen limbah konstruksi yang

telah dilakukan pada proyek Perumahan *Family 100* di Denpasar dan diagram berwarna jingga atau oranye merupakan praktik-praktik manajemen limbah konstruksi yang belum terlaksana pada proyek Perumahan *Family 100* di Denpasar.



Gambar 4. 4 Rata - Rata Persentase Manajemen Limbah Konstruksi

Dari hasil analisis data diatas dapat diketahui bahwa pada 30 responden sudah melakukan manajemen limbah konstruksi pada proyek pembangunan Perumahan *Family 100* di Denpasar hal ini dapat diliat dari poin-poin praktik-praktik manajemen limbah konstruksi yang sudah dilaksanakan pada proyek tersebut. Hal ini ditunjukkan dari nilai rata-rata pada persentase dari 20 pertanyaan pada kuisioner, (100%) jawaban YA memiliki nilai persentase 76,5% dan jawaban TIDAK hanya sebanyak 23,5%. Hasil dari analisis yang dilakukan menghasilkan bahwa praktik-praktik manajemen limbah konstruksi telah dilakukan dengan baik dengan persentase sebesar 76,5%.

3. Upaya Pengelolaan Limbah Konstruksi

Dari pengisian kuisioner yang dilakukan oleh responden, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui upaya pengelolaan limbah konstruksi yang dilakukan pada proyek pembangunan perumahan Family 100. Berikut adalah tabel hasil perhitungan dari data kuisioner pengelolaan limbah konstruksi pada proyek pembangunan perumahan Family 100.

Tabel 3 Upaya Pengelolaan Limbah Konstruksi

NO	PERTANYAAN	SKOR		JUMLAH
		YA	TIDAK	
A.	MENGGUNAKAN KEMBALI			
1.	Apakah limbah kayu konstruksi di proyek Anda digunakan kembali (reuse)?	21	9	30
2.	Apakah limbah potongan seperti besi, kawat dsb di proyek Anda digunakan kembali (reuse) ?	19	11	30
3.	Apakah limbah kemasan/kardus sisa material di proyek Anda digunakan kembali (reuse) ?	10	20	30
4.	Apakah limbah pecahan – pecahan material (seperti bata/beton) di proyek Anda digunakan kembali (reuse) ?	17	13	30
5.	Apakah limbah konstruksi seperti kerikil, pasir, semen dsb di proyek Anda digunakan kembali (reuse) ?	18	12	30

B.	MENJUAL KEMBALI			
6.	Apakah limbah kayu konstruksi di proyek Anda dijual kembali ?	16	14	30
7.	Apakah limbah potongan seperti besi, kawat, seng dan sejenisnya di proyek Anda dijual kembali ?	22	8	30
8.	Apakah limbah kemasan/kardus sisa material di proyek Anda dijual kembali ?	10	20	30
NO	PERTANYAAN	SKOR		JUMLAH
		YA	TIDAK	
9.	Apakah limbah pecahan – pecahan material (seperti bata/beton) di proyek Anda dijual kembali ?	11	19	30
10.	Apakah limbah kemasan/kardus sisa material di proyek Anda dijual kembali ?	14	16	30
11.	Apakah limbah konstruksi seperti kerikil, pasir, semen dsb di proyek Anda dijual kembali ?	8	22	30
C.	MENDAUR ULANG KEMBALI			
12.	Apakah limbah potongan seperti besi, kawat, seng dan sejenisnya di proyek Anda didaur ulang kembali?	23	7	30
13.	Apakah limbah cair (seperti sisa oli, sisa minyak dsb) di proyek Anda didaur ulang kembali ?	12	18	30
D.	MEMBERIKAN KEPADA ORANG LAIN			
14.	Apakah limbah kayu konstruksi di proyek Anda diberikan kepada orang lain ?	18	12	30
15.	Apakah limbah potongan seperti besi, kawat, seng dan sejenisnya di proyek Anda diberikan kepada orang lain ?	8	22	30
16.	Apakah limbah kemasan/kardus sisa material di proyek Anda diberikan kepada orang lain ?	23	7	30
17.	Apakah limbah pecahan – pecahan material (seperti bata/beton) di proyek Anda diberikan kepada orang lain ?	17	13	30
18.	Apakah limbah cair (seperti sisa oli, sisa minyak dsb) di proyek Anda diberikan kepada orang lain	12	18	30
E.	DIBUANG			
19.	Apakah limbah pecahan – pecahan material (seperti bata/beton) di proyek Anda dibuang ?	17	13	30

Sumber : Hasil Pengolahan Data dari Microsoft Excel

Dari Tabel 4.12 diketahui data hasil kuesioner Upaya Pengelolaan limbah konstruksi yang dihasilkan, selanjutnya dapat diketahui persentase dari setiap jawaban Ya dan Tidak menggunakan persamaan berikut:

$$\text{persentase} = \frac{\text{skor Ya /Tidak}}{\text{jumlah responden}} \times 100\%$$

Diketahui pada upaya pengelolaan limbah konstruksi soal 1, mendapatkan skor Ya = 21 responden dan skor Tidak = 9 responden, sehingga:

Contoh perhitungan persentase Ya :

$$\text{persentase Ya} = \frac{21}{30} \times 100\%$$

$$\text{persentase Ya} = 70 \%$$

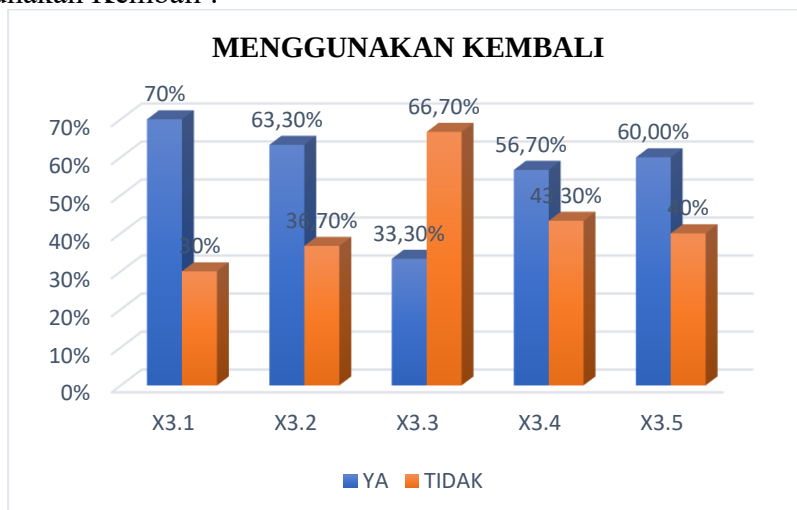
Contoh perhitungan persentase Tidak :

$$\text{persentase Tidak} = \frac{9}{30} \times 100\%$$

$$\text{persentase Tidak} = 30 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan persentase dari setiap skor Ya dan Tidak pada Kuisisioner Upaya Pengelolaan Limbah Konstruksi pada pembangunan perumahan *family* 100. Berikut merupakan persentase dari setiap jawaban Ya dan Tidak yang akan di jelaskan pada tabel diagram batang dibawah ini berdasarkan Upaya Pengelolaannya yang di bagi menjadi 5 yaitu, menggunakan kembali, 2. menjual kembali, 3. mendaur ulang kembali, 4. memberikan kepada orang lain dan 5. Dibuang.

Berikut merupakan upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan analisis menggunakan Kembali :

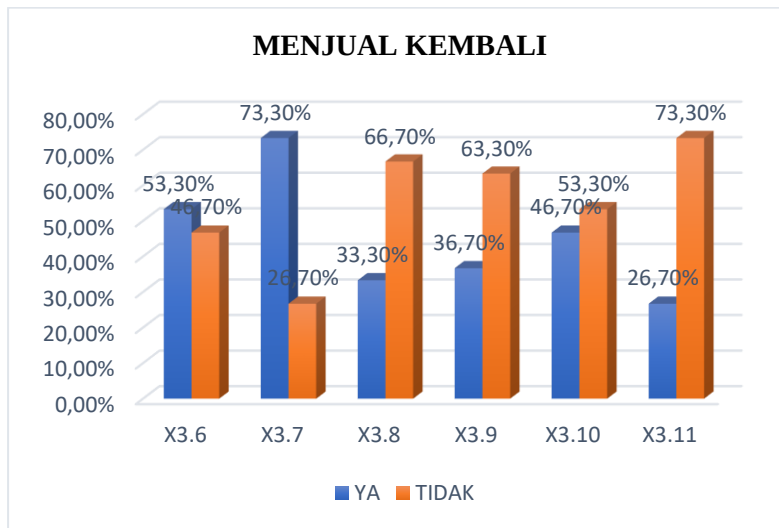


Gambar 4. 5 Analisis Menggunakan Kembali

Dalam upaya pengelolaan limbah konstruksi, langkah-langkah menggunakan kembali limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family* 100 sangat baik dikarenakan sebagian besar limbah yang dihasilkan di proyek tersebut bisa digunakan kembali khususnya pada poin pertanyaan X3.1 yaitu limbah kayu yang dihasilkan. Dan dari 5 pertanyaan hanya 1 pertanyaan yang memiliki poin Tidak yang tinggi yaitu pada X3.3, dengan limbah kardus yang

susah untuk digunakan kembali. Ini menunjukkan bahwa langkah-langkah pengelolaan limbah konstruksi dengan cara menggunakan kembali telah dilakukan dengan baik.

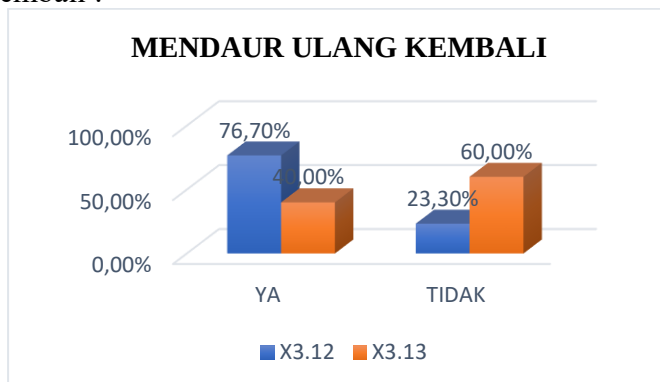
Berikutnya merupakan upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan analisis menjual kembali :



Gambar 4. 6 Analisis Menjual Kembali

Dalam upaya pengelolaan limbah konstruksi, langkah-langkah menjual kembali limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family* 100 sedikit dilakukan dikarenakan sebagian besar limbah yang dihasilkan di proyek tersebut tidak bisa dijual kembali dikarenakan ada beberapa bahan yang digunakan kembali dan ada beberapa bahan yang dibuang. Contoh bahan yang bisa digunakan kembali seperti pada poin pertanyaan X3.11 yaitu limbah konstruksi seperti kerikil, pasir, semen. Dan dari 6 pertanyaan hanya 1 pertanyaan yang memiliki poin Ya yang tinggi yaitu pada X3.7 yang dimana limbah besi dan kawat bisa dijual kembali.

Berikutnya merupakan upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan analisis mendaur ulang kembali :

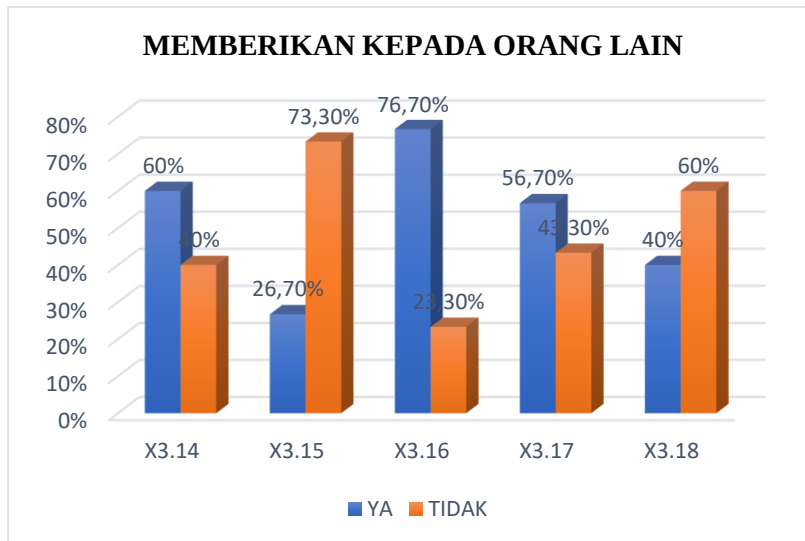


Gambar 4. 7 Analisis Mendaur Ulang Kembali

Dalam upaya pengelolaan limbah konstruksi, langkah-langkah mendaur ulang kembali limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family* 100 sedikit dilakukan dikarenakan sebagian besar limbah yang dihasilkan di proyek tersebut tidak bisa di daur ulang kembali, adapun contoh bahan yang bisa di daur ulang kembali seperti pada poin pertanyaan X3.12 yaitu limbah konstruksi seperti limbah besi dan kawat, sedangkan untuk point

pertanyaan X3.13 limbah tersebut banyak yang dibuang dikarenakan tidak dilakukan daur ulang pada proyek pembangunan perumahan *Family 100*.

Selanjutnya merupakan upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan analisis memberikan kepada orang lain :



Gambar 4. 8 Analisis Memberikan Kepada Orang Lain

Dalam upaya pengelolaan limbah konstruksi, langkah-langkah memberikan kepada orang lain limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family 100*, menghasilkan bahwa dari 5 pertanyaan dalam langkah-langkah upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan memberikan kepada orang lain ada yang dilakukan dan ada juga yang tidak dilakukan hal ini dikarenakan limbah yang tercantum pada poin tersebut telah dijual dan ada juga yang digunakan kembali pada proyek pembangunan perumahan *family 100*.

Berikutnya merupakan upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan analisis dibuang :



Gambar 4. 9 Analisis Dibuang

Dalam upaya pengelolaan limbah konstruksi, dengan langkah-langkah membuang limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family 100*, menghasilkan bahwa langkah-langkah upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan membuang limbah yang dihasilkan dilakukan juga di proyek ini khususnya pada limbah-limbah tidak bisa digunakan kembali ataupun tidak bisa di jual contohnya pada poin X3.19 pada limbah pecahan beton

Setelah diketahui persentase jawaban Ya dan Tidak dari setiap pertanyaan selanjutnya dilakukan mencari rata-rata persentase dari setiap upaya pengelolaan limbah konstruksi yang di bagi menjadi 5 upaya yaitu , 1. menggunakan kembali, 2. menjual kembali, 3. mendaur ulang kembali, 4. memberikan kepada orang lain dan 5. Dibuang. Adapun persamaan yang digunakan yaitu :

$$\bar{x} = \frac{\text{total skor Ya/Tidak dalam jenis upaya pengelolaan}}{\text{jumlah pertanyaan}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan :

Diketahui pada langkah-langkah upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan menggunakan kembali, terdapat 5 pertanyaan, yang mana akan di hitung rata-ratanya dari setiap persentase jawaban :

Persentase Ya :

$$\begin{aligned} &= \bar{x} \text{ menggunakan kembali} = \\ &= \frac{70,0 \% + 63,3\% + 33,3\% + 56,7\% + 60,0\%}{5} \times 100\% \\ &= 56.7\% \end{aligned}$$

Persentase Tidak :

$$\begin{aligned} &= \bar{x} \text{ menggunakan kembali} = \\ &= \frac{30,0 \% + 36,7\% + 66,7\% + 43,3\% + 40,0\%}{5} \times 100\% \\ &= 43,3\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan rata-rata persentase dari setiap skor Ya dan Tidak pada setiap langkah-langkah Upaya Pengelolaan limbah Konstruksi pada pembangunan perumahan *family* 100. Berikut merupakan persentase dari setiap upaya pengelolaan Ya dan Tidak yang akan di jelaskan pada tabel 4

Tabel 4. 1 Analisis Kuesioner Upaya Pengelolaan Limbah Konstruksi

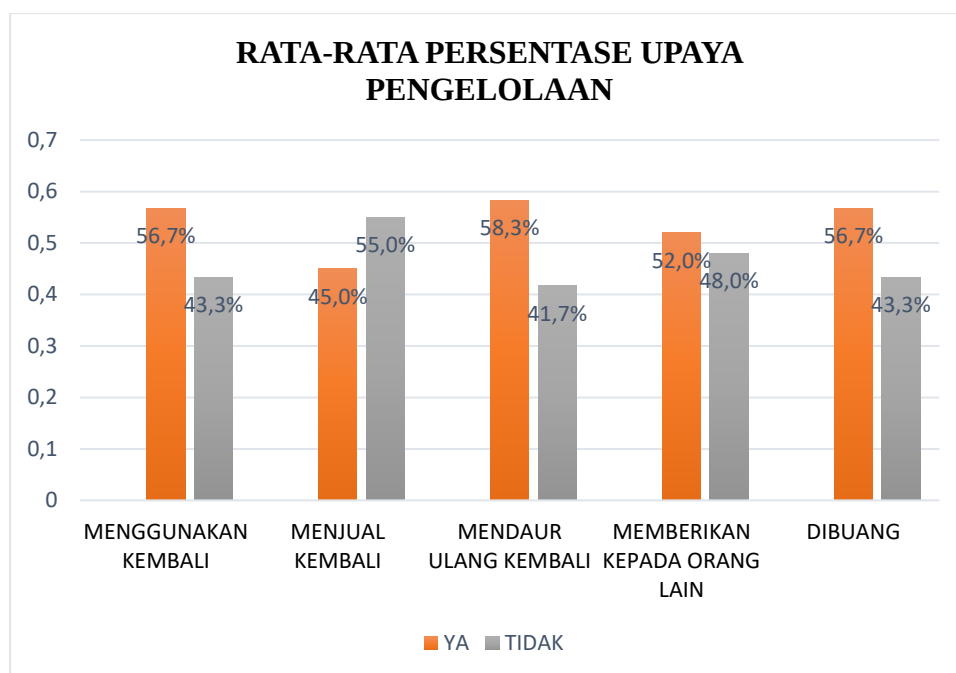
NO	HASIL PERSENTASE SETIAP JAWABAN				JUMLAH JAWABAN	JUMLAH PERSENTASE
	SKOR	YA	SKOR	TIDAK		
X3.1	21	70.0%	9	30.0%	30	100%
X3.2	19	63.3%	11	36.7%	30	100%
X3.3	10	33.3%	20	66.7%	30	100%
X3.4	17	56.7%	13	43.3%	30	100%
X3.5	18	60.0%	12	40.0%	30	100%

A. MENGGUNAKAN KEMBALI		56.7%		43.3%		100%
X3.6	16	53.3%	14	46.7%	30	100%
X3.7	22	73.3%	8	26.7%	30	100%
X3.8	10	33.3%	20	66.7%	30	100%
X3.9	11	36.7%	19	63.3%	30	100%
X3.10	14	46.7%	16	53.3%	30	100%
X3.11	8	26.7%	22	73.3%	30	100%
B. MENJUAL KEMBALI		45.0%		55.0%		100%
X3.12	23	76.7%	7	23.3%	30	100%
X3.13	12	40.0%	18	60.0%	30	100%
C. MENDAUR ULANG KEMBALI		58.3%		41.7%		100%
X3.14	18	60.0%	12	40.0%	30	100%
X3.15	8	26.7%	22	73.3%	30	100%
X3.16	23	76.7%	7	23.3%	30	100%
NO	HASIL PERSENTASE SETIAP JAWABAN				JUMLAH JAWABAN	JUMLAH PERSENTASE
	SKOR	YA	SKOR	TIDAK		
X3.17	17	56.7%	13	43.3%	30	100%
X3.18	12	40.0%	18	60.0%	30	100%
D. MEMBERIKAN KEPADA ORANG LAIN		52.0%		48.0%		100%
X3.19	17	56.7%	13	43.3%	30	100%
E. DIBUANG		56.7%		43.3%		100%

Sumber : Hasil Pengolahan Data dari Microsoft Excel

Berdasarkan tabel 4.13 diatas dijelaskan bahwa setiap skor Ya dan Tidak sudah dihitung untuk mencari persentase dari setiap skor. Pada grafik di atas kode X3.1, X3.2, X3.3, X3.4, X3.5, X3.6, X3.7, X3.8, X3.9, X3.10, X3.11, X3.12, X3.13, X3.14, X3.15, X3.16, X3.17, X3.18, dan X3.19 merupakan jenis pertanyaan pada upaya pengelolaan limbah konstruksi yang dilakukan pada setiap kuisioner. Dari hasil analisis diatas diketahui bahwa persentase dari setiap sub poin yang ditanyakan memiliki persentase yang berbeda, hal ini dikarenakan setiap limbah yang dihasilkan ada dikelola kembali sesuai dengan kemampuan pada proyek pembangunan perumahan Family 100 dan ada juga yang dikelola di luar proyek pembangunan perumahan Family 100.

Setelah diketahui hasil dari rata-rata persentase setiap jawaban Ya dan Tidak dari setiap upaya pengelolaan limbah konstruksi yang di bagi menjadi 5 upaya yaitu, 1. menggunakan kembali, 2. menjual kembali, 3. mendaur ulang kembali, 4. memberikan kepada orang lain dan 5. Dibuang selanjutnya rata-rata persentase tersebut akan dijelaskan pada tabel batang dibawah ini.



Gambar 4. 10 Rata-rata Persentase Upaya Pengelolaan

Dari hasil analisis diatas menunjukkan bahwa pada proyek pembangunan perumahan *family* 100 telah melakukan langkah-langkah upaya pengelolaan limbah konstruksi dengan 5 cara yaitu, menggunakan kembali, menjual kembali, mendaur ulang kembali, memberikan kepada orang lain, dan dibuang. Dari kelima langkah-langkah upaya pengelolaan tersebut langkah-langkah yang paling banyak digunakan yaitu , menggunakan kembali, mendaur ulang kembali, memberikan kepada orang lain, dan dibuang hal ini dikarenakan limbah yang dihasilkan lebih banyak yang bisa digunakan kembali pada proyek tersebut sehingga langkah-langkah upaya pengelolaan limbah konstruksi yang dihasilkan sedikit yang terjual pada proyek ini, sehingga limbah yang dihasilkan masih bisa digunakan untuk proyek konstruksi berikutnya.

Kesimpulan

Dari hasil data analisis di atas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek perumahan *family* 100 di Denpasar dimulai dari yang tertinggi hingga yang terendah yaitu kayu, bungkus semen, puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan, pecahan batu bata, kelebihan agregat, pecahan keramik, logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, besi tulangan/baja, sisa galian tanah, dan kabel Listrik. Adapun dengan nilai tertinggi yaitu 3.97 untuk limbah kayu yang mengakibatkan limbah kayu merupakan limbah yang cukup banyak dihasilkan dan nilai terkecil 1.6 untuk limbah kabel listrik yang merupakan limbah yang sangat sedikit dihasilkan.
2. Praktik-praktik manajemen limbah konstruksi saat ini yang diimplementasikan dalam proyek konstruksi Pembangunan Perumahan *Family* 100 di Denpasar sudah dilakukan dengan baik, ini dapat dilihat dari poin-poin praktik-praktik manajemen limbah konstruksi yang sudah dilaksanakan pada proyek tersebut. Hal ini ditunjukkan dari nilai rata-rata pada persentase dari 20 pertanyaan pada kuisisioner yang mengacu pada parameter (100%), jawaban YA memiliki nilai persentase 76,5% dan jawaban TIDAK hanya sebanyak 23,5%. Hasil dari analisis yang dilakukan menghasilkan bahwa praktik-praktik manajemen limbah konstruksi telah dilakukan dengan baik dengan persentase sebesar 76,5%.
3. Langkah-langkah yang dapat diambil untuk menunjang keberhasilan manajemen limbah konstruksi guna mendukung konstruksi berkelanjutan adalah dengan 5 cara yaitu, menggunakan kembali dengan poin YA sebesar 56,7%, menjual kembali dengan poin YA sebesar 45,0%, mendaur ulang kembali dengan poin YA sebesar 58,3%, memberikan kepada orang lain dengan poin YA sebesar 52,0%, dan dibuang dengan poin YA sebesar 56,7%. Dari langkah-langkah tersebut menghasilkan bahwa limbah yang dihasilkan oleh proyek pembangunan Perumahan *Family* 100 masih banyak yang bisa di pergunakan kembali atau dikelola di proyek tersebut, sehingga dari itu sistem konstruksi berkelanjutan bisa diterapkan.

Daftar Pustaka

- Benedikta, P. (2018). *Kajian Terhadap Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Hotel @Hom Di Yogyakarta*. 6(2), 2–4.
- Bruantama, D. M., & Pontan, D. (2023). Identifikasi Waste Material dan Faktor Penyebab Timbulnya Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 01(02), 396–401.
- Djollong, A. F. (2014). Teknik Pelaksanaan Penelitian Kuantitatif (Technique of Quantitative Research). *Istiqra'*, 2(1), 86–100.
- Firmawan, F. (2012). Karakteristik dan Komposisi Limbah (Construction Waste). *Majalah Ilmiah Sultan Agung*, 50(127), 35–44.
- Hartono, W., Ali, I. H., & Sugiyarto. (2016). Evaluasi Sistem Manajemen Limbah Konstruksi Pada Kontraktor Pembangunan Perumahan Di Kota Surakarta Untuk Mendukung Green Construction. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 271–278.
- 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>
- Hermawan, & Wibowo, A. C. (2023). Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Masjid Annur Pegundungan Pejawaran, Banjarnegara. *Journal Of Economic, Business and Engineering (JEBE)*, 5, 160–166.
- Idrus, I., & Musdalifah. (2023). Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Dalam Mewujudkan Teknologi Hijau Pada Proyek Pembangunan IKN. *KoNTekS : Konferensi Nasional Teknis*

Sipil Ke-17, November, 289–299.

- Irwanto, T. J., Sali, A. B. S., & Khotimah, K. (2022). Pemanfaatan Limbah Konstruksi untuk Timbunan Jalan Desa di Dsn. Nglundo Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Pengabdian Teknik Dan Sains (JPTS)*, 2(01), 15–20. <https://doi.org/10.30595/jpts.v2i01.13100>
- Janna, N. M., & Herianto. (2021). Artikel Statistik yang Benar. *Jurnal Darul Dakwah Wal-Irsyad (DDI)*, 18210047, 1–12.
- Jusmawandi, J., & Putra, H. P. (2024). Analisis Penanganan Limbah Konstruksi pada Proyek Pasar Tumburuni di Kabupaten Fakfak. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 9(1), 38–44. <https://doi.org/10.33084/mitl.v9i1.6432>
- Khasanah, N., Supriyanto, D. H., & Susanto, S. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Cooperative Integrated Reading And Composition (Circ) Terhadap Kemampuan Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Kelas V. *Jurnal Pendidikan Modern*, 5(2), 48–56. <https://doi.org/10.37471/jpm.v5i2.74>
- P, R. A., Jabar, K. A., Rahmawati, D., & Anggraini, L. (2017). *Analisis sistem kerja manajemen kontruksi dalam proyek pembangunan gedung rawat inap rsud karangawen demak 1. 3*, 1–12.
- Ramadhani, S. A. (2024). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Penerapan Implementasi Pengolahan Limbah Konstruksi Berkelanjutan Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 22(3), 307. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v22i3.20835>
- Rohan Wijaya, M. I., & Huda, M. (2020). Analisis Penyebab Terjadinya Sisa Material Proyek Gedung Di Surabaya. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(2), 149. <https://doi.org/10.30742/axial.v8i2.1036>
- Sugiyono 2019. (2018). Sugiyono- Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D (Sutopo (Ed.); edisi kedua). Alfabeta. *Metode Penelitian*, 32–41.
- Susanto & Rohman. (2023). *FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SEMARANG 2023*. 1–180.
- Whyte, H. H. (2008). *Archive of SID Composition and Characteristics of Construction Waste*.
- Widhiawati, I. A. R., Astana, N. Y., & Indrayani, N. L. A. (2019). Proyek Pembangunan Gedung Di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 23(1), 55–61.
- Zalaya, Y., Handayani, P., & Lestari, I. W. (2019). Pengelolaan Limbah Hasil Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung. *Forum Ilmiah*, 16(1), 63–72.
- Zerlita, N. F., & Rini, T. S. (2019). Identifikasi Penyebab Timbulnya Limbah Proyek Konstruksi Dikota Surabaya. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 7(2), 75. <https://doi.org/10.30742/axial.v7i2.712>