

**ANALISIS LIMBAH KONSTRUKSI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA PROYEK
STUDI KASUS: PERUMAHAN *CLUSTER MOZART PHASE 2***



TUGAS AKHIR

“Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S1) Jenjang Pendidikan Strata-1”

Diajukan Oleh:

Sophian Ibnu Hermawan

1810107001

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PRADITA

TANGERANG

2023

**ANALISIS LIMBAH KONSTRUKSI UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA PROYEK
STUDI KASUS: PERUMAHAN *CLUSTER MOZART PHASE 2***

**TUGAS AKHIR
UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN DARI SYARAT-SYARAT
GUNA MENCAPAI GELAR SARJANA TEKNIK SIPIL (S1)**

Diajukan Oleh:

Sophian Ibnu Hermawan

1810107001



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PRADITA

TANGERANG

2023

ii

PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

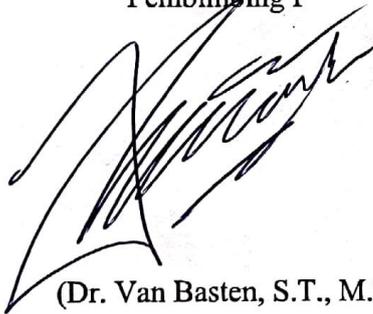
Nama : Sophian Ibnu Hermawan
NIM : 1810107001
Program Studi : Teknik Sipil
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Rekayasa Konstruksi
Judul Tugas Akhir : Analisis Limbah Konstruksi untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2*

Diterima dan Disetujui untuk Diujikan

Tangerang, 19 Juni 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



(Dr. Van Basten, S.T., M.T.)

Pembimbing II



(Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.)

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

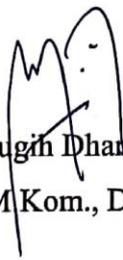
Nama : Sophian Ibnu Hermawan
NIM : 1810107001
Program Studi : Teknik Sipil
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi
Peminatan Tugas Akhir : Manajemen Rekayasa Konstruksi
Judul Tugas Akhir : Analisis Limbah Konstruksi untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2*

Telah diujikan pada hari Senin, tanggal 31, bulan Juli, tahun 2023

Dengan dinyatakan lulus

TIM PENGUJI

Penguji I



(Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M.,
M.Th., M.Kom., D.M.S.)

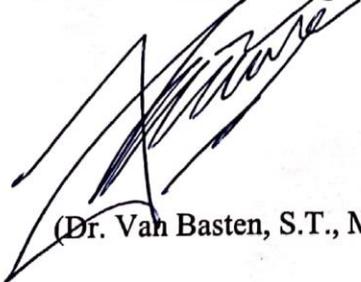
Penguji II



(Nadia Diandra, S.T., M.T.)

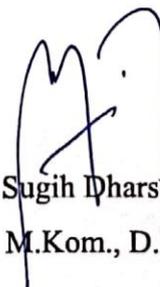
Disahkan oleh:

Dosen Koordinator Tugas Akhir



(Dr. Van Basten, S.T., M.T.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M.,
M.Th., M.Kom., D.M.S.)

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang telah saya susun ini adalah benar karya ilmiah saya sendiri dan tidak mengandung unsur plagiat dari karya ilmiah orang lain (sebagian/seluruhnya). Semua karya ilmiah orang lain atau Lembaga lain yang dikutip dalam tugas akhir ini telah disebutkan sumber kutipannya dan dicantumkan di dalam Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan atau penyimpangan baik dalam pelaksanaan maupun penyusunan tugas akhir, maka saya bersedia untuk mendapatkan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku dan dinyatakan **TIDAK LULUS**.

Tangerang, 21 Juni 2023

Yang Menyatakan



Sophian Ibnu Hermawan

NIM: 1810107001

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Dengan ini saya sebagai civitas akademik Universitas Pradita yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Sophian Ibnu Hermawan
NIM : 1810107001
Program Studi : Teknik Sipil
Bentuk Tugas Akhir : Skripsi/Karya Ilmiah (Publikasi) /Karya Akhir
(Pameran) /Proyek Akhir

untuk meningkatkan pengembangan ilmu pengetahuan, memberikan skripsi/tugas akhir kepada Universitas Pradita Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) dengan judul:

**Analisis Limbah Konstruksi untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek
Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2***

beserta dokumen tugas akhir yang ada sesuai ketentuan yang berlaku. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) ini, maka Universitas Pradita berhak menyimpan dan mengelola dalam bentuk *database*, dan mempublikasikan tugas akhir ini dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis tugas akhir ini sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 21 Juni 2023

Yang Menyatakan



(Sophian Ibnu Hermawan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT. karena atas kemudahan dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Analisis Limbah Konstruksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik sipil jenjang pendidikan Strata-1.

Selesainya laporan tugas akhir saya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, baik dari segi moril maupun material kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Richardus Eko Indrajit, M. Phil. M.A., selaku Kepala Rektor Universitas Pradita.
2. Bapak Dr. Van Basten, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Bapak Ir. Mulyadi Sugih Dharsono, M.M., M.Th., M.Kom., D.M.S. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Pradita.
4. Semua dosen pengajar pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Pradita.
5. Kedua orang tua yang selalu membantu dalam berbagai hal untuk selesainya laporan tugas akhir.
6. Teman-teman perkuliahan yang selalu memberikan dukungan dan bantuannya.

Penulis sadar bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan penulis serta berbagai hambatan lainnya. Kritik dan saran penulis terima untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

ABSTRAK

Sophian Ibnu Hermawan (1810107001)

ANALISIS LIMBAH KONSTRUKSI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA PROYEK STUDI KASUS: PERUMAHAN *CLUSTER MOZART PHASE 2*

(xvi+109 halaman; 4 gambar; 19 tabel; 9 lampiran)

Industri konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun, hal ini berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Industri konstruksi juga menghasilkan limbah yang berdampak kepada lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi dan untuk mengetahui kinerja efisiensi biaya pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*. Penelitian ini menggunakan analisis *spearman correlation* antara variabel desain, material, dan pelaksanaan terhadap penyebab terjadinya limbah konstruksi. Sedangkan untuk kinerja efisiensi biaya dilakukan perhitungan *waste level* dan *waste cost* dari material beton, besi, dan triplek. Hasil penelitian dari analisis *spearman correlation* didapatkan bahwa variabel desain, material, dan pelaksanaan mempunyai hubungan atau berkorelasi terhadap faktor penyebab limbah konstruksi. Sedangkan berdasarkan perhitungan *waste level* dan *waste cost* didapatkan hasil penelitian bahwa material beton, besi, dan triplek terjadi inefisiensi dengan rata-rata sebesar Rp. 21.025.851, Rp. 55.318.024, dan Rp. 7.992.830.

Kata kunci: limbah konstruksi, faktor-faktor penyebab *waste*, efisiensi biaya proyek

Referensi: 32 (2000-2021)

ABSTRACT

Sophian Ibnu Hermawan (1810107001)

ANALYSIS OF CONSTRUCTION WASTE TO IMPROVE PROJECT COST EFFICIENCY CASE STUDY: MOZART PHASE 2 CLUSTER HOUSING

(xvi+109 page; 4 picture; 19 table; 9 attachment)

The construction industry in Indonesia is increasing every year, this affects the economic growth in Indonesia. The construction industry also produces waste that have an impact to the environment. The purpose of this research is to know the causing factors of the construction industry waste and to find out the efficiency performance on Cluster Mozart Phase 2 project. This research uses spearman correlation analysis between the design variables, materials, and the implementation to the causes of the construction waste. Whereas the efficiency performance, there will be a calculation for the water level and waste cost from the materials like concrete, steel, and plywood. The results obtained from the spearman correlation analysis are design variables, materials, and the implementation have a connection or correlate to the causing factors of the construction waste. Meanwhile, based on the calculation of the waste level and waste cost, the research results show that inefficiencies occur in concrete, iron, and plywood materials with an average of Rp. 21,025,851, Rp. 55,318,024, and Rp. 7,992,830.

Keywords: construction waste, waste causing factors, project cost efficiency

Referensi: 32 (2000-2021)

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK (Bahasa Indonesia).....	viii
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Ruang Lingkup Pembahasan	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Limbah Konstruksi	6
3.7.1. Limbah beton.....	7
3.7.2. Limbah kayu	8

3.7.3.	Limbah besi	9
3.7.4.	Limbah Bata Merah	10
3.7.5.	Limbah Keramik	10
3.7.6.	Limbah Mortar Instan	11
2.2.	Faktor-Faktor Penyebab <i>Waste</i>	11
2.3.	Efisiensi Biaya Proyek	12
2.4.	Penelitian Terdahulu	13
BAB 3	METODOLOGI' PENELITIAN	19
3.1.	Kerangka Penelitian	19
3.2.	Subjek dan Objek Penelitian	22
3.2.1.	Subjek Penelitian	22
3.2.2.	Objek Penelitian	22
3.3.	Variabel Penelitian	23
3.3.1.	Identifikasi Variabel	23
3.3.2.	Indikator Variabel	23
3.3.3.	Pengukuran Variabel	24
3.4.	Gambaran Umum Proyek	25
3.4.1.	Deskripsi Umum Proyek	25
3.4.2.	Data Umum Proyek	26
3.5.	Populasi dan Sampel	27
3.5.1.	Populasi	27
3.5.2.	Sampel	27
3.6.	Metode Pengumpulan Data	28
3.6.1.	Sumber Data	28
3.6.2.	Metode Pengumpulan Data	28

3.7. Metode Analisis Data	29
3.7.1. Uji Validitas dan Reliabilitas.....	29
3.7.2. Uji <i>Spearman Correlation</i>	31
3.7.3. Menghitung <i>Waste Level</i> dan <i>Waste Cost</i>	32
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Validasi Awal	34
4.2. Survei Responden	36
4.2.1. Hasil Uji Validitas	36
4.2.2. Hasil Uji Realibilitas	37
4.2.3. Hasil Uji <i>Spearman Correlation</i>	38
4.3. Studi Kasus	40
4.4. Validasi Akhir.....	45
4.4.1. Validasi Akhir Survei Responden	46
4.4.2. Validasi Akhir Studi Kasus	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Implikasi	50
5.3. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN 1.....	L-1
LAMPIRAN 2.....	L-4
LAMPIRAN 3.....	L-8
LAMPIRAN 4.....	L-10
LAMPIRAN 5.....	L-15
LAMPIRAN 6.....	L-17
LAMPIRAN 7.....	L-19

LAMPIRAN 8	L-21
LAMPIRAN 9	L-23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Indeks triwulan dan pertumbuhan Nilai Konstruksi yang Diselesaikan	1
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	19
Gambar 4. 1 Identitas responden validasi awal berdasarkan pengalaman kerja	34
Gambar 4. 2 Identitas responden validasi awal berdasarkan pendidikan terakhir.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Data <i>Waste Cost</i> Kawasan Serpong.....	2
Tabel 2.1 Ukuran dan Toleransi Bata Merah untuk Pasangan Dinding.....	10
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Indikator Variabel	24
Tabel 3.2 Skala <i>Likert</i> Kuesioner Variabel Bebas	25
Tabel 3. 3 Skala <i>Likert</i> Kuesioner Variabel Terikat	25
Tabel 3.4 Banyak Unit Rumah yang Dikerjakan Kontraktor.....	26
Tabel 3.5 Tabel rtabel Yang Digunakan Untuk Uji Validitas.....	30
Tabel 3.7 Interpretasi Hasil Uji Korelasi	32
Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas.....	36
Tabel 4. 2 Hasil Uji Realibilitas	38
Tabel 4. 3 Hasil Uji <i>Spearman Correlation</i>	39
Tabel 4. 4 Volume Material Rencana	40
Tabel 4.5 Volume Material Terpasang.....	41
Tabel 4. 6 Hasil <i>Waste Level</i>	43
Tabel 4. 7 Identitas Responden Validasi Akhir Berdasarkan Pengalaman Kerja dan Pendidikan Terakhir	46
Tabel 4. 8 Hasil Validasi Akhir Hasil Penelitian Data Primer.....	47
Tabel 4. 9 Validasi Akhir Hasil Penelitian Data Sekunder	48

DAFTAR LAMPIRAN

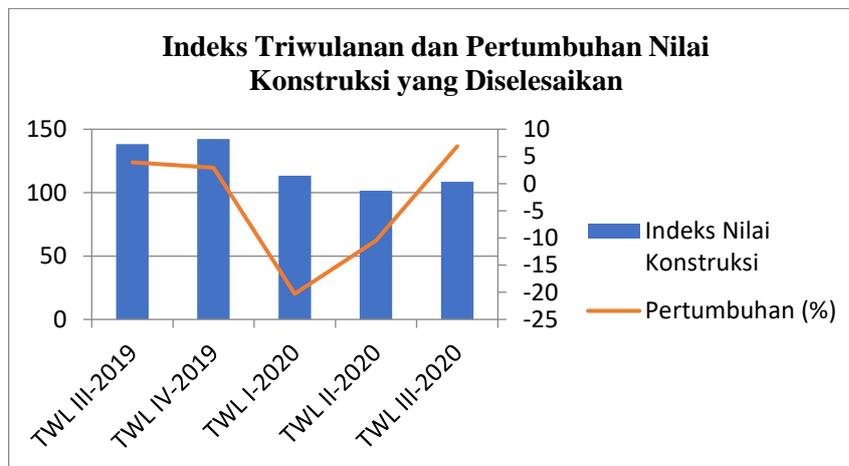
Lampiran 1 Kuesioner Validasi Awal.....	L-1
Lampiran 2 Hasil Validasi Awal ke Para Ahli.....	L-4
Lampiran 3 Hasil Waste Cost	L-8
Lampiran 4 Kuesioner Penelitian.....	L-10
Lampiran 5 Uji Validitas.....	L-15
Lampiran 6 Uji Realibilitas.....	L-17
Lampiran 7 Uji Spearman Correlation.....	L-19
Lampiran 8 Surat Jalan.....	L-21
Lampiran 9 Kuesioner Validasi Akhir	L-23

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2020, konstruksi memberikan kontribusi sebesar 10,6% terhadap perekonomian Indonesia sehingga berada pada urutan keempat akan Produk Domestik Bruto (PDB). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) perkembangan konstruksi di Indonesia menggunakan data yang dikumpulkan dari Survei Perusahaan Konstruksi Triwulanan (SKTR). Salah satu indikator yang mempengaruhi fluktuasi konstruksi di Indonesia adalah indeks nilai konstruksi yang diselesaikan. Banyaknya nilai pekerjaan fisik yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu merupakan pengertian dari Nilai konstruksi yang diselesaikan. Nilai konstruksi yang diselesaikan diperoleh berdasarkan surat perintah kerja atau berdasarkan surat perjanjian antara kontraktor dengan pemilik. Gambar 1.1 menunjukkan Indeks Triwulan dan Pertumbuhan Nilai Konstruksi yang Diselesaikan.



Gambar 1.1 Indeks triwulan dan pertumbuhan Nilai Konstruksi yang Diselesaikan
Sumber: Badan Pusat Statistik (2020)

Industri konstruksi di Indonesia sedang mengalami peningkatan. Hal ini berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia menjadi lebih baik. Selain meningkatkan pertumbuhan ekonomi, industri konstruksi juga menghasilkan limbah yang berdampak kepada lingkungan. Menurut Bossink dan Brouwer, memperkirakan 15%-30% limbah konstruksi berasal dari limbah padat yang kemudian dibuang ke TPA.

Menurut penelitian (Jason Lim dkk., 2020) untuk meminimasi limbah konstruksi dilihat dari dua perspektif yaitu penghematan biaya konstruksi serta untuk mengurangi dampak lingkungan dan penghematan dari segi sumber daya alam. Tujuan dari penelitian (Jason Lim dkk., 2020) adalah untuk mengukur dan menghitung tingkat pemborosan dari enam limbah yang diteliti serta jenis limbah mana yang paling mungkin menjadi pemborosan. Hasil penelitian (Jason Lim dkk., 2020) didapatkan data seperti tabel berikut.

Tabel 1.1 Hasil Data *Waste Cost* Kawasan Serpong

No.	Limbah Material	Cluster	Total Unit	% Waste	Pemborosan (Rp)	
					Total (1 Cluster)	Rata-rata (1 unit)
1.	Besi beton	Ver	244	5,00%	255.431.294	1.046.850
		Viv	186	11,67%	894.045.568	4.806.697
2.	Bata merah	Ver	244	7,88%	4.186.094	17.156
		Viv	186	13,13%	7.050.764	37.907
3.	Bata ringan	Ver	244	5,67%	16.644.910	68.217
		Viv	186	8,13%	30.787.591	165.525
4.	Mortar instan	Ver	244	7,50%	300.402.659	1.231.158
		Viv	186	13,13%	758.484.797	4.077.875
5.	Keramik	Ver	244	13,75%	370.560.761	1.518.692
		Viv	186	11,88%	442.077.120	2.376.759

Sumber: Jason Lim dkk. (2020)

Berdasarkan tabel 1.1 satu jenis material yaitu genteng belum ada data limbahnya. Dikarenakan pada saat penelitian belum masuk ke dalam *progress* pekerjaan genteng. Data pada tabel di atas membuktikan bahwa biaya limbah kawasan Serpong bernilai lebih dari 3 juta rupiah. Untuk jenis material yang paling berpotensi menjadi *waste* yaitu limbah besi beton, mortal instan, dan keramik.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah didapatkan berdasarkan penjabaran latar belakang sebagai berikut:

- a. Apa saja faktor yang menimbulkan limbah konstruksi pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*?
- b. Bagaimana meningkatkan kinerja efisiensi biaya pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi pada proyek Perumahan *Cluster Mozart Phase 2*.
- b. Untuk mengetahui kinerja efisiensi biaya pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini menguraikan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi pada proyek pembangunan. Selain itu penelitian ini menghitung biaya pemborosan yang dihasilkan dari material konstruksi. Penelitian ini dapat dimanfaatkan bagi pengguna jasa konstruksi sebagai bahan referensi untuk upaya peningkatan efisiensi biaya dalam mengurangi limbah konstruksi.

1.5. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan berisikan batasan masalah berupa limbah yang ditinjau untuk penelitian pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2* yaitu limbah besi, beton, dan triplek.

1.6. Sistematika Penulisan

Pembahasan per bab dari penelitian ini tercantum didalam sistematika penulisan. Adapun untuk isi pembahasan per bab yaitu sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Bab pendahuluan menjelaskan tentang Latar Belakang, sampai dengan Sistematika Penulisan. Sebelum Sistematika Penulisan terdapat Perumusan Masalah, Ruang Lingkup Pembahasan, Tujuan Penelitian, dan Manfaat Penelitian.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka menjelaskan mengenai teori dalam mendukung analisis dan pembahasan dari referensi yang mendasari penelitian.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian memberikan gambaran objek penelitian, tahapan penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini akan didapatkan hasil kajian dari metode yang sudah dijelaskan pada bab tiga. Hasil yang didapat akan ditulis secara jelas, logis, dan padat. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, diagram, grafik, foto, gambar, dan dilengkapi dengan uraian pembahasan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan ditulis dengan padat dan jelas serta sebagai jawaban dari rumusan masalah. Kesimpulan ditulis dalam bentuk uraian, butir-butir atau rincian. Pada bab 5 ini juga terdapat saran untuk dijadikan sumber inspirasi oleh pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Konstruksi

Limbah adalah barang sisa yang tidak diinginkan dan sudah tidak berguna lagi tanpa suatu penanganan tertentu. Menurut UU No. 18 Tahun 2008 dalam (Hayati dkk., 2021) limbah merupakan sebagai sisa kegiatan sehari-hari dari kegiatan manusia. Seiring perkembangan ekonomi, penambahan penduduk dan kemajuan teknologi, jumlah limbah yang dihasilkan akan terus meningkat. Limbah merupakan sisa kegiatan manusia yang dapat berupa padat, cair maupun gas.

Menurut Henry dan Heinke, limbah padat merupakan limbah yang sudah tidak dapat digunakan kembali dan limbah yang tidak dapat diangkut oleh air (Situmorang dan Paradipa, 2018). Menurut George dan Samuel, mengkategorikan limbah padat menjadi 8 kategori berdasarkan sumber limbahnya. Limbah padat berdasarkan sumbernya itu berasal dari pemukiman, institusi, instalasi pengolahan, komersial, konstruksi dan demolisi, pelayanan *municipal*, industri dan pertanian. Dari delapan kategori tersebut limbah padat konstruksi termasuk ke dalam jenis limbah tersebut.

Menurut Yahya dan Boussabaine, limbah konstruksi adalah sisa material atau bahan pada pekerjaan konstruksi yang tidak lagi digunakan tanpa suatu penanganan tertentu. Menurut Thoengsal, ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan limbah konstruksi, antara lain: proses pengiriman material, adanya perubahan pekerjaan oleh *owner*, kualitas material, adanya perubahan desain, keahlian atau keterampilan SDM, kondisi lapangan, kesalahan estimasi volume, cara menyimpan material di

lokasi, kualitas material. Berikut merupakan jenis-jenis limbah yang ada pada proyek perumahan.

3.7.1. Limbah beton

Beton adalah material komposit yang terdiri dari campuran pasir, kerikil, air dan semen. Beton biasanya digunakan untuk komponen struktur, namun bisa juga digunakan untuk komponen non struktur. Untuk penggunaan komponen struktur pada pengecoran pile cap, kolom, pelat lantai dan balok. Sedangkan untuk komponen non struktur bisa digunakan pada pengecoran kolom praktis.

Beton banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi dan kekuatan beton dapat dibedakan dari berbagai macam klasifikasi yang ada di Indonesia. Menurut Tjokrodinuljo dalam (Latjemma, 2020), ada beberapa klasifikasi beton antara lain:

- a. Beton normal, mempunyai nilai kuat tekan sebesar 15 sampai 40 MPa tergolong beton yang cukup berat, dengan nilai berat volume 2.400 kg/m^3 dan dapat menghantarkan panas.
- b. Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat volume kurang dari 1.800 kg/m^3 , yang memiliki nilai kekuatan dan sifat perpindahan panas yang lebih rendah daripada beton normal.
- c. Beton massa, merupakan beton yang dituang ke tempat pengecoran dengan dimensinya $> 60 \text{ cm}$.
- d. *Ferosemen*, merupakan beton yang ditambahkan dengan tulangan, biasa disebut juga beton bertulang.
- e. Beton serat, merupakan beton biasa yang ditambahkan bahan berupa serat, dapat berupa serat serat tumbuhan, serat plastik (*polypropylene*), serat asbes atau potongan kawat logam.

- f. Beton non pasir, sesuai namanya, beton ini tidak terdapat campuran agregat halus sehingga memiliki rongga dalam beton mencapai 20-25%.
- g. Beton siklop, merupakan beton yang proporsi agregat tidak boleh lebih dari 20% dan ukuran agregat kasarnya mencapai 20 cm.
- h. Beton hampa (*vacuum concrete*), merupakan beton biasa yang sisa air reaksinya disedot dengan alat khusus.
- i. Mortar, atau sering disebut dengan spesi yang terdiri dari bahan perekat, pasir, semen dan kapur.

Limbah beton dihasilkan dari pengecoran yang tidak baik, pembongkaran bangunan, dan penyalahgunaan sumber daya. Bahan kimia merupakan salah satu komponen yang ada pada limbah beton yang berdampak terhadap lingkungan. Bahan kimia tersebut berasal dari semen yang disebabkan oleh pelepasan partikel-partikel ke udara (Siang dan Makmur, 2020).

3.7.2. Limbah kayu

Kayu merupakan bahan baku pengolahan yang mudah dibentuk sesuai kebutuhan dan permintaan, serta banyak digunakan di Indonesia. Kayu penting untuk pemenuhan kebutuhan manusia. Selain untuk barang kerajinan, kayu juga sering di produksi untuk konstruksi bangunan.

Karbohidrat, lignin, selulosa, dan zat ekstraktif merupakan komposisi kimia kayu. Komponen struktur utama dinding dan komponen kayu terbesar yaitu selulosa. Sedangkan komponen terbesar kedua yang terletak di dalam dinding sel yaitu lignin dan diantara sel-sel. Komponen kimia kayu yang seterusnya dan memiliki peranan penting dalam meningkatkan keawetan kayu adalah zat

ekstraktif. Zat ekstraktif adalah cairan yang terdapat dalam rongga (protoplasma) pada waktu sel-sel masih hidup berupa bahan organik dan anorganik.

Menurut Simarmata dan Sunarso dalam (Belinda dkk., 2020), menerangkan bahwa limbah kayu merupakan bagian kayu yang sudah tidak terpakai serta tidak mempunyai nilai ekonomi pada tempat tertentu dan waktu tertentu. Biasanya kayu dipakai untuk pekerjaan bekisting sebelum dilakukan pengecoran. Limbah kayu biasanya dihasilkan dari sumber daya manusia yang kurang terampil sehingga dalam pelepasan bekisting sering terjadi patah dan bekisting tidak dapat digunakan kembali.

3.7.3. Limbah besi

Besi merupakan material yang terbuat dari bijih besi serta penggunaannya sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Besi mempunyai nomor atom 26 serta bersimbol Fe. Besi merupakan salah satu logam berbahaya apabila kadarnya melebihi ambang batas besi.

Komponen struktur yang memiliki persentase sekitar 20-30% terhadap biaya proyek ialah material besi. Hal ini menjadikan material besi merupakan salah satu komponen tertinggi yang berpengaruh terhadap biaya proyek. Sehingga dengan adanya material sisa atau limbah besi dapat dipastikan terjadi pembengkakan pada sektor pendanaan.

Salah satu penyebab timbulnya limbah besi konstruksi ialah pola pemotongan tulangan yang tidak optimal. Persentase sisa besi sekitar 11-15% dalam sebuah proyek konstruksi yang terbuang akibat kesalahan pemotongan besi. Hal ini harus diperhatikan supaya meminimalisir adanya limbah besi agar dapat menghindari pembengkakan biaya dan dampak buruk bagi lingkungan.

3.7.4. Limbah Bata Merah

Bata merah yang digunakan untuk konstruksi dinding bangunan berbentuk prisma dan, terbuat dari tanah liat tidak ada campuran bahan aditif kemudian dibakar pada suhu tertentu. Penampilan bata merah berupa prisma segi empat, rusuk berbentuk siku, permukaan rata, dan bebas retak. Daya serap air maksimum bata merah pada sepasang dinding adalah 20%. Nilai dari 1,2 gram/cm² merupakan kerapatan semu minimal bata merah. Ukuran dan toleransi bata merah untuk pasangan dinding sesuai dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ukuran dan Toleransi Bata Merah untuk Pasangan Dinding

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M - 5a	65 ± 2	90 ± 3	190 ± 4
M - 5b	65 ± 2	100 ± 3	190 ± 4
M - 6a	52 ± 3	110 ± 4	230 ± 4
M - 6b	52 ± 3	110 ± 6	230 ± 5
M - 6c	70 ± 3	110 ± 6	230 ± 5
M - 6d	80 ± 3	110 ± 6	230 ± 5

Sumber: SNI 15-2094-2000

Limbah bata merah yaitu material sisa yang sudah cacat dan tidak bisa dipakai kembali. Limbah bata merah biasanya terjadi karena pekerja kurang terampil dalam proses pemotongan. Apabila sumber daya manusia terampil dalam pemotongannya, maka akan mengurangi cacat atau pecah dalam proses pemotongannya.

3.7.5. Limbah Keramik

Limbah keramik adalah material sisa potongan keramik yang sudah pecah dan sudah tidak sesuai ukuran sehingga tidak dapat digunakan kembali. Limbah

keramik biasanya berasal dari proses pemotongan dan juga faktor tidak terduga. Faktor tidak terduga antara lain terinjak, tertimpa benda tumpul, atau pada proses pemindahan material yang kurang hati-hati.

3.7.6. Limbah Mortar Instan

Limbah mortar instan berasal dari kemasan mortar instan yang sudah kosong. Dapat juga berasal dari saat pemakaiannya tidak dialasi triplek untuk mencegah material sisa tidak berceceran dan dapat digunakan kembali sebelum mengeras. Faktor penyebab terjadinya limbah mortar instan juga dapat berasal dari SDMnya yang kurang terampil sehingga pada saat pengerjaannya masih berceceran.

2.2. Faktor-Faktor Penyebab *Waste*

Sumber utama sampah dapat dibagi menjadi dua tahap: tahap desain dan tahap konstruksi. Perubahan desain akibat permintaan klien merupakan salah satu penyebab terjadinya limbah pada fase desain. Sehingga terjadi pembongkaran karena desain yang sudah ada harus dirubah. Sedangkan penyebab utama dari adanya limbah saat fase konstruksi adalah pada saat proses pemotongan. Bentuk material yang dipotong sesuai dengan desain tentunya ada kelebihan sehingga menghasilkan sampah yang tidak dapat digunakan kembali. Penyebab limbah konstruksi dibagi menjadi beberapa bagian yaitu (Putra, 2018):

a. Desain

Munculnya *waste* salah satu penyebabnya karena perubahan desain. Akibat dari perubahan desain ialah melakukan pekerjaan ulang, karena itu merupakan permintaan dari konsumen. Pekerjaan ulang dilakukan dengan membongkar pekerjaan sebelumnya sehingga menghasilkan limbah dan tentunya akan membutuhkan waktu untuk membangun kembali.

b. Pemeliharaan

Kesalahan pemeliharaan material akan menyebabkan *waste*. Salah satu contohnya adalah bata merah retak dan cacat karena perlakuan kasar pekerja. Penyimpanan material yang salah juga dapat menimbulkan *waste*. Seperti penyimpanan semen diruang terbuka maka kemungkinan terbesar akan terkena air hujan sehingga menyebabkan semen akan mengeras.

c. Pekerja

Terlalu lamban saat bekerja, peralatan kurang berfungsi dengan baik, serta kurangnya kepedulian dapat menyebabkan kesalahan pekerjaan. Pekerja tidak terampil cenderung membuat kesalahan dan etos kerja yang buruk merupakan salah satu kesalahan pekerja. Akibat dari kesalahan tersebut dapat menimbulkan limbah konstruksi.

d. Faktor Eksternal

Salah satu faktor eksternal yaitu pengaruh dari cuaca yang dapat menimbulkan limbah konstruksi. Material akan rusak seperti bekisting patah, tulangan baja berkarat dapat diakibatkan oleh hujan yang sangat deras. Cuaca juga dapat mengakibatkan keterlambatan pekerjaan seperti hujan yang memaksa pekerja menghentikan aktifitasnya dan sebagainya.

2.3. Efisiensi Biaya Proyek

Efisiensi adalah ukuran kesuksesan perusahaan untuk memperoleh hasil yang diinginkan kemudian dinilai dari besarnya pengeluaran sumber daya yang digunakan. Biaya adalah suatu pengeluaran ekonomis yang menghasilkan keuntungan dimasa mendatang. Jadi efisiensi biaya merupakan pengeluaran sumber

daya yang disesuaikan dengan tingkat kemanfaatan untuk menghasilkan keuntungan dimasa mendatang.

Setiap proyek konstruksi berbagai limbah dihasilkan sehingga berpengaruh terhadap pemborosan biaya. Perlu adanya efisiensi biaya proyek untuk mengurangi limbah konstruksi menggunakan *waste hierarchy*. *Waste hierarchy* terdiri dari istilah 3R antara lain *reuse* (penggunaan ulang), *recycle* (daur ulang), dan *reduce* (mengurangi).

a. *Reduce*

Reduce (pengurangan) limbah material terbagi menjadi dua cara, yaitu: *minimalization* (minimalisasi) dan *prevention* (pencegahan).

b. *Reuse*

Reuse (penggunaan kembali) dari sisa material yang masih bisa digunakan kembali. Berdasarkan jenis pekerjaannya perlu adanya pemisahan sisa material untuk mempermudah kontraktor dalam me-*reuse*-nya.

c. *Recycle*

Recycle (daur ulang) adalah suatu kegiatan mengolah sisa material menjadi material konstruksi baru tetapi untuk kualitas mempunyai tingkat hampir sama dengan yang sebelumnya

2.4. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh materi perbandingan dan acuan guna menghindari kesan kesamaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Dalam tinjauan pustaka ini, peneliti mencatat

temuan-temuan penelitian sebelumnya seperti yang tertera pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
1.	<u>Judul</u> Analisis Limbah Konstruksi Pada Proyek Kawasan Real Estate <u>Peneliti</u> Jason Lim, Agni Trian Bawono, Muhammad Nurul Afla, Vincentius Hartanto, Goldy Krisniren (2020)	Untuk menghasilkan <i>waste cost, index waste level</i> , dan <i>waste level</i> .	Biaya limbah untuk wilayah Bandung adalah sebesar Rp. 4.017.478.809, sedangkan untuk wilayah Serpong adalah sebesar Rp. 3.079.671.557. Tingkat indeks limbah yang didapatkan adalah 6,3, oleh karena itu penulis mengusulkan kepada Pengembang X agar tingkat indeks limbahnya harus kurang dari 3,0. Dengan total kerugian sebesar Rp. 7.097.150.366, penghematan yang dapat dicapai adalah sebesar 3,0 / 6,3 x Rp. 7.097.150.366 = Rp. 3.379.595.412.	Penelitian terdahulu menelaah tentang <i>waste level, waste cost</i> dan <i>index waste level</i> sedangkan penelitian ini menelaah faktor penyebab terjadinya limbah dan upaya efisiensi biayanya.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
2.	<u>Judul</u> Analisis Faktor Penyebab <i>Construction Waste</i> dan Pengelolaannya Serta Dampaknya Terhadap Biaya <u>Peneliti</u> Sebastian Baki Henong dan Mauritius R. Naikofi (2021)	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor yang menimbulkan limbah, untuk mengetahui besarnya biaya limbah konstruksi serta pengelolaan limbah konstruksi pada proyek pembangunan gedung FKIP Kampus Unwira	<ul style="list-style-type: none"> Menghasilkan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi. Total biaya limbah konstruksi yang dihasilkan mencapai Rp 530,378,485.00. Biaya terendah terjadi pada pembelian batako sebesar Rp 4,950,000.00, sementara biaya tertinggi terjadi pada pembelian kayu penyanggah sebesar Rp 206,142,000.00. Menghasilkan solusi pengelolaan limbah konstruksi. 	Penelitian sebelumnya tidak mengadopsi penggunaan kuesioner sebagai alat pengumpulan data, sedangkan dalam penelitian ini, kuesioner digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data.
3.	<u>Judul</u> Faktor-Faktor Penyebab Timbulnya <i>Waste</i> Material dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Kota Banda Aceh	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor utama yang menjadi penyebab munculnya limbah material dalam pelaksanaan proyek konstruksi	Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa terdapat enam faktor yang menyebabkan timbulnya limbah material, yaitu faktor pelaksanaan, desain, pengadaan material, pengontrolan material,	Penelitian terdahulu tidak menghitung <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> sedangkan penelitian ini menghasilkan <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> .

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
		gedung di Kota Banda Aceh.	spesifikasi, dan penanganan material	

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
	<u>Peneliti</u> M. Nawawi, Muttaqin, M. Afifuddin (2021)		residual. Faktor desain memiliki varian sebesar 36,92%, sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor desain merupakan faktor dominan yang menyebabkan timbulnya limbah material.	
4.	<u>Judul</u> Identifikasi Penyebab Timbulnya Limbah Proyek Konstruksi di Kota Surabaya <u>Peneliti</u> Nurul Farah Zerlita dan Titien Setiyo Rini (2019)	Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan apa saja faktor yang menimbulkan limbah konstruksi dan untuk mendapatkan faktor paling tinggi yang menjadi limbah konstruksi di Kota Surabaya	<ul style="list-style-type: none"> Diperoleh faktor yang menimbulkan limbah konstruksi di kota Surabaya. Kesimpulan kedua dari penelitian ini adalah bahwa faktor dominan yang dapat menyebabkan timbulnya limbah material adalah perubahan desain awal, dengan persentase yang tinggi mencapai 	Penelitian terdahulu tidak menghitung <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> sedangkan penelitian ini menghasilkan <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> .

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
			83,7% dari 30 indikator yang diteliti.	

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Judul, Peneliti, dan Tahun Terbit	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian Skripsi ini
5.	<u>Judul</u> Analisis Penyebab Terjadinya Sisa Material Proyek Gedung di Surabaya <u>Peneliti</u> Muhammad Iqbal Rohan Wijaya dan Miftahul Huda (2020)	Mengetahui faktor penyebab timbulnya limbah pada proyek gedung di Kota Surabaya merupakan tujuan penelitian ini.	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor penyebab timbulnya sisa material proyek gedung • Pengurangan limbah dengan memperhatikan indikator kuadran pertama, perhatian khusus dan pengalaman pada proyek selanjutnya. 	Penelitian terdahulu tidak menghitung <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> sedangkan penelitian ini melakukan perhitungan <i>waste level</i> dan <i>waste cost</i> .

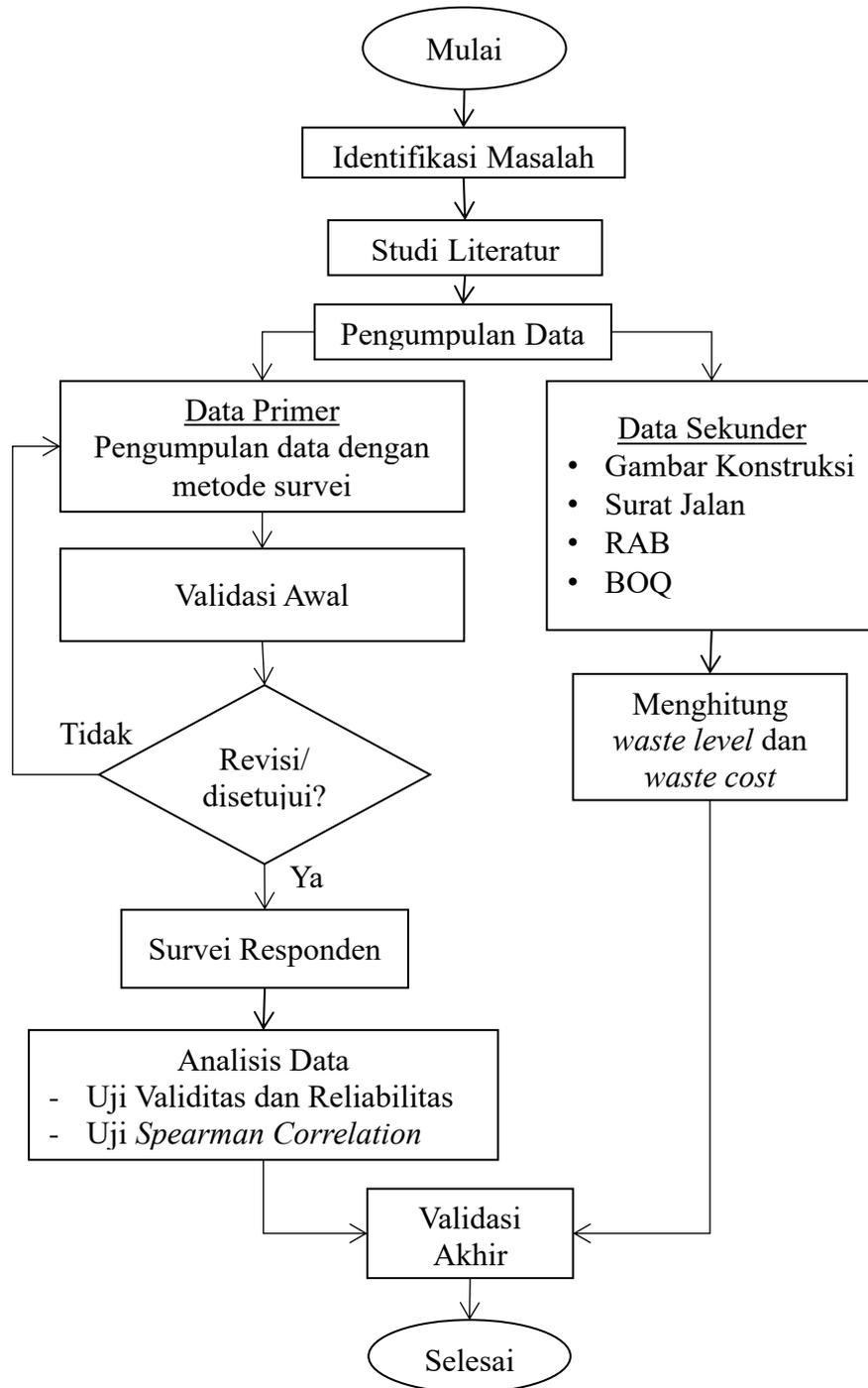
Berdasarkan penelitian terdahulu, kebaruan pada penelitian ini yaitu menganalisis hubungan antara variabel desain, material, dan pelaksanaan terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variabel desain, material, dan pelaksanaan. Sedangkan untuk variabel terikatnya adalah faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi. Metode untuk

mengetahui hubungan atau korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat menggunakan metode survei dengan instrumen penelitian berupa kuesioner.

Untuk mengembangkan penelitian dari segi material, maka penulis melakukan studi kasus pada proyek pembangunan *Cluster Mozart Phase 2*. Pengumpulan data didapatkan dari gambar konstruksi, surat jalan material, RAB, dan BOQ. Pengumpulan data dari gambar konstruksi menghasilkan volume material rencana, sedangkan pengumpulan data dari surat jalan material menghasilkan volume material terpasang. Kemudian untuk hasil penelitian menghasilkan *waste level* dan *waste cost* dari material yang diuji.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Penjelasan kerangka penelitian adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi masalah

Menentukan penelitian yang dihasilkan berasal dari masalah yang teridentifikasi. Secara umum, masalah penelitian akan menghasilkan variabel yang ada dalam suatu fenomena.

b. Studi literatur

Studi literatur dalam penelitian ini menghasilkan faktor penyebab limbah konstruksi yang ada pada proyek perumahan. Studi literatur didapat dari buku, jurnal ilmiah maupun penelitian terdahulu. Nantinya faktor penyebab limbah ini akan dijadikan variabel terikat dalam kuesioner penelitian.

c. Pengumpulan data

Pengumpulan data terbagi menjadi dua sumber, yaitu data sekunder dan data primer. Data primer dengan metode survei dan setelah itu, data tersebut dianalisis menggunakan uji validitas dan reliabilitas serta uji *Spearman Correlation* sedangkan untuk data sekunder berupa dokumen-dokumen penunjang penelitian untuk perhitungan *waste level* dan *waste cost*.

d. Validasi Awal

Setelah mendapatkan indikator variabel dari studi literatur akan dilakukan validasi awal dengan menggunakan metode survei ke para ahli. Tujuan dari validasi awal untuk menguji keefektifan apakah indikator variabel penelitian yang disusun dalam kuesioner sudah cocok dan dapat dipahami oleh responden. Para ahli yang dijadikan responden untuk validasi awal minimal pendidikan terakhir Strata-2 (S2) dan pengalaman kerja minimal 5 tahun.

e. Survei Responden

Survei responden dilakukan dengan penyebaran kuesioner atau angket. Kuesioner berisi tentang faktor penyebab limbah konstruksi sebagai variabel terikat (Y) sedangkan desain, material, dan pelaksanaan sebagai variabel bebas (X).

f. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas merupakan pengujian untuk mengukur kecermatan atau ketepatan instrument penelitian, sedangkan uji reliabilitas mengukur konsistensi alat ukur apakah dapat dipercaya dan tetap konsisten jika dilakukan pengukuran ulang.

g. Uji *Spearman Correlation*

Uji *Spearman Correlation* merupakan teknik statistik yang bertujuan untuk menganalisis korelasi antara variabel yang berupa skala ordinal. Korelasi antar variabel dapat berupa arah dan kekuatan korelasinya. Arah korelasi ditandai dengan hubungan antar variabel apakah positif atau negatif, sedangkan untuk kekuatan korelasi apakah hubungan antar variabel lemah, sedang, atau kuat.

h. Perhitungan *waste level* dan *waste cost*

Perhitungan *waste level* untuk mengetahui banyaknya limbah dari setiap material yang diteliti. Sedangkan *waste cost* merupakan perhitungan *waste level* dikali dengan jumlah harga material sehingga menghasilkan kerugian dari limbah yang ditinjau berupa nilai rupiah.

i. Validasi Akhir

Validasi akhir bertujuan untuk mengukur seberapa tepat dan cermat hasil penelitian dengan keadaan aktual di lapangan. Validasi akhir dilakukan dengan metode survei. Metode survei menggunakan instrument berupa kuesioner yang disebarakan kepada *Project Manager* dari pihak kontraktor. Responden yang dituju memiliki pengalaman kerja selama 10 tahun untuk lulusan SMA sederajat dan pengalaman kerja selama 5 tahun untuk lulusan Strata-1.

j. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran adalah langkah terakhir dari penulisan skripsi ini. Kesimpulan ini berisikan hasil penelitian yang didapat dari analisa data dan pemberian saran untuk menjadikan penelitian ini menjadi lebih baik.

3.2. Subjek dan Objek Penelitian

3.2.1. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah orang-orang yang akan menjadi responden. Responden yang sebagai subjek penelitian adalah *Project Manager, Site Manager, Building Inspector, Quality Control*, dan logistik dari pihak *owner* maupun dari pihak kontraktor pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*.

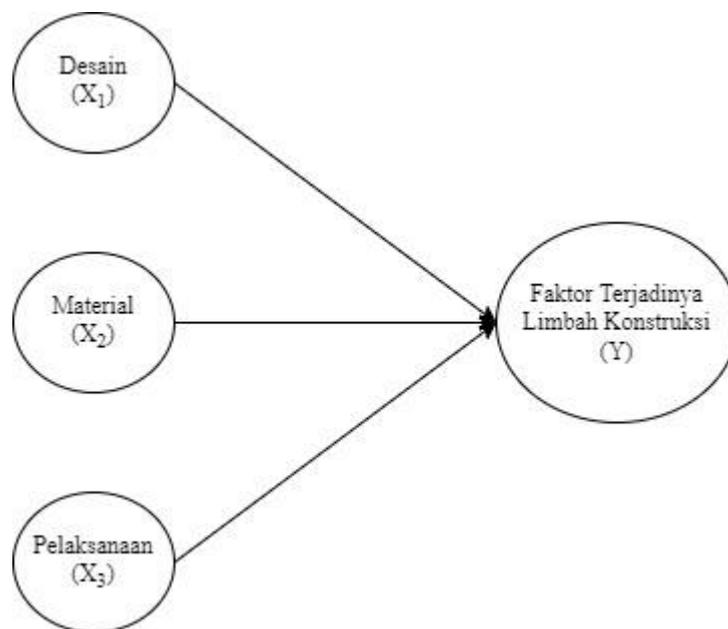
3.2.2. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini yaitu tanggapan subjek penelitian yaitu faktor penyebab timbulnya limbah konstruksi pada pembangunan perumahan *Cluster Mozart Phase 2*. Faktor penyebab terjadinya limbah dilihat dari segi desain, material dan pelaksanaannya.

3.3. Variabel Penelitian

3.3.1. Identifikasi Variabel

Variabel penelitian merujuk pada semua elemen yang digunakan oleh peneliti untuk dipahami dan memperoleh informasi tentang suatu fenomena guna mencapai kesimpulan. Variabel ini dapat diperoleh melalui studi literatur dan juga data primer yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Berikut variabel penelitian yang tercantum dalam gambar 3.2.



Gambar 3.1 Variabel Penelitian
Sumber: Nawawi dkk. (2021)

3.3.2. Indikator Variabel

Indikator merupakan variabel untuk mengukur suatu perubahan yang menunjukkan satu kecenderungan situasi sehingga dapat digunakan. Fungsi dari indikator variabel adalah untuk mewakili permasalahan pokok dan menyusun butir-butir pertanyaan dalam penelitian. Berikut indikator variabel tercantum dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Indikator Variabel

Variabel Terikat (Y)	Kode	Variabel Bebas (X)	Kode	Indikator
Faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi	X ₁	Desain	X _{1.1}	Ketidaklengkapan dokumen kontrak
			X _{1.2}	Perubahan desain oleh pemilik proyek
			X _{1.3}	Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan
			X _{1.4}	Material mengalami kerusakan karena pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik
			X _{1.5}	Kurang detailnya gambar kerja
	X ₂	Material	X _{2.1}	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya
			X _{2.2}	Kerusakan material dalam perjalanan
			X _{2.3}	Perlakuan yang kasar terhadap material
			X _{2.4}	Penempatan material yang kurang tepat
			X _{2.5}	Penurunan material yang kurang hati-hati
	X ₃	Pelaksanaan	X _{3.1}	Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi
			X _{3.2}	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik
			X _{3.3}	Cuaca yang buruk
			X _{3.4}	Pergantian material karena penggunaan material yang salah
			X _{3.5}	Pekerja yang kurang terampil

Sumber: Nawawi dkk. (2021)

3.3.3. Pengukuran Variabel

Penelitian ini menggunakan skala *Likert* sebagai skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur pendapat, persepsi dan sikap seseorang atau sekelompok orang tentang suatu fenomena. Terdapat 2 tipe skala *Likert*, yang pertama skala *Likert* kuesioner variabel bebas dan yang kedua skala *Likert*

kuesioner variabel terikat. Untuk skala *Likert* kuesioner variabel bebas jawaban setiap responden mempunyai tingkatan dari Sangat Tidak Berpengaruh (STB) sampai dengan Sangat Berpengaruh (SB), yang masing-masing memiliki bobot 1 sampai dengan 4 secara berurutan seperti tabel 3.2.

Tabel 3.2 Skala *Likert* Kuesioner Variabel Bebas

Jawaban Responden	Skala Jawaban
Sangat Tidak Berpengaruh (STB)	1
Tidak Berpengaruh (TB)	2
Berpengaruh (B)	3
Sangat Berpengaruh (SB)	4

Sedangkan untuk skala *Likert* kuesioner variabel terikat jawaban setiap responden mempunyai tingkatan dari Tidak Pernah Terjadi (TPT) sampai dengan Selalu Terjadi (SLT), yang masing-masing memiliki bobot 1 sampai dengan 4 secara berurutan seperti tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Skala *Likert* Kuesioner Variabel Terikat

Jawaban Responden	Skala Jawaban
Tidak Pernah Terjadi (TPT)	1
Kadang - kadang Terjadi (KKT)	2
Sering Terjadi (SRT)	3
Selalu Terjadi (SLT)	4

3.4. Gambaran Umum Proyek

3.4.1. Deskripsi Umum Proyek

Cluster Mozart merupakan cluster terbaru dan mewah di kawasan Harmony, Kawasan Symphonia. Kawasan Symphonia merupakan kawasan seluas 200 hektar terintegrasi dan tersusun dengan lengkap antara lahan hijau, lokasi komersial,

pemukiman, sarana pendidikan hingga fasilitas publik lengkap. *Cluster Mozart* memiliki desain dan konsep hunian yang elegan, terdapat sebuah inovasi *inner court* atau taman dalam ruangan dan menerapkan kecerdasan teknologi untuk menyempurnakan *Cluster Mozart*.

3.4.2. Data Umum Proyek

Cluster Mozart Phase 2 ada tiga tipe, yaitu tipe 9, tipe 10, dan tipe 12. Untuk pilihan bangunannya terdiri dari Deluxe, Luxury, Premium dan Premium Hoek. Berikut informasi detail mengenai Proyek *Cluster Mozart* Tahap 2:

- a. Nama proyek : *Cluster Mozart Phase 2*
- b. Lokasi : *Cluster Mozart*, Jl. Mozart Selatan 2 Jl. Symphonia No.55, Gading, Kec. Serpong, Kabupaten Tangerang, Banten 15334
- c. Banyak unit : 93 unit
- d. Kontraktor :

Tabel 3.4 Banyak Unit Rumah yang Dikerjakan Kontraktor

No.	Perusahaan	Banyak Unit yang Dikerjakan		
		Tipe 9	Tipe 10	Tipe 12
1.	Kontraktor A	-	-	11 unit
2.	Kontraktor B	1 unit	-	7 unit
3.	Kontraktor C	4 unit	7 unit	-
4.	Kontraktor D	5 unit	3 unit	1 unit
5.	Kontraktor E	4 unit	2 unit	3 unit
6.	Kontraktor F	3 unit	3 unit	3 unit
7.	Kontraktor G	-	10 unit	4 unit
8.	Kontraktor H	-	2 unit	10 unit
9.	Kontraktor I	1 unit	1 unit	8 unit

Total	18 unit	28 unit	47 unit
-------	---------	---------	---------

Sumber: *Site Plan Cluster Mozart Phase 2*

3.5. Populasi dan Sampel

3.5.1. Populasi

Suatu objek atau subyek yang dijadikan peneliti kemudian dipelajari dan ditarik kesimpulan merupakan pengertian dari populai. (Sugiyono, 2017). Populasi dalam penelitian ini dibagi dua menurut pengumpulan datanya.

a. Data primer

Populasi dari data primer berupa subjek penelitian yaitu orang-orang yang akan menjadi responden. Responden dalam penelitian ini adalah *Project Manager, Site Manager, Building Inspector, Quality Control*, dan logistik dari pihak *owner* maupun dari pihak kontraktor pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*.

b. Data sekunder

Populasi dari data sekunder berupa seluruh unit rumah yang ada di proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*. Untuk perhitungan *waste level* dan *waste cost* nantinya akan dibagi berdasarkan masing-masing kontraktor.

3.5.2. Sampel

Sampel adalah jumlah kecilnya dari populasi yang ada untuk membatasi populasi yang terlalu besar. Untuk pengambilan sampel juga dibagi menjadi dua berdasarkan pengumpulan datanya.

a. Data primer

Menurut (Cresswell, 2005) dalam buku Dyah Budiastuti dan Agustinus Bandur, untuk penelitian uji korelasi membutuhkan minimal ada 30

responden. Jadi dari jumlah seluruh responden yang ada, hanya diambil sampel 30 responden berdasarkan teori dari *Cresswell* tahun 2005.

b. Data sekunder

Sampel penelitian dari data sekunder untuk perhitungan *waste level* dan *waste cost* berupa 93 unit yang ada di proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*. Jadi nantinya akan ada *waste level* dan *waste cost* yang dihasilkan dari setiap kontraktor.

3.6. Metode Pengumpulan Data

3.6.1. Sumber Data

Sesuatu yang menghasilkan informasi yang diperoleh dari mana saja merupakan pengertian dari sumber data. Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung (Barlian, 2016). Pengumpulan data primer dilakukan menggunakan metode survei.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang didapatkan melalui dokumen atau secara tidak langsung (Barlian, 2016). Data sekunder didapatkan dari gambar konstruksi, surat jalan, RAB, dan BOQ.

3.6.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu hal yang harus dilakukan dalam penelitian. Metode ini bertujuan untuk menganalisis, menggambar, dan menyimpulkan berbagai kondisi dari berbagai data yang dikumpulkan. Pengumpulan data digunakan untuk memperoleh kenyataan-kenyataan, keterangan,

bahan-bahan dan informasi yang dapat dipercaya. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Studi literatur merupakan teori yang digunakan sebagai dasar untuk mendukung suatu penelitian bahwa teori sudah sesuai dengan apa yang dikerjakan. Media yang digunakan berasal dari buku, jurnal ilmiah maupun penelitian terdahulu yang memiliki kaitan dengan penelitian ini. Studi literature ini menghasilkan jenis-jenis limbah yang ada pada proyek perumahan dan menghasilkan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi. Dari data studi literature yang didapat kemudian dijadikan acuan dalam pembuatan kuesioner.

b. Survei Responden (Kuesioner)

Kuesioner merupakan pertanyaan atau pernyataan yang didapatkan dari responden untuk memperoleh informasi. Dalam penelitian ini, penyebaran kuesioner dilakukan kepada *Project Manager*, *Site Manager*, *Building Inspector*, dan *Quality Control* dari pihak *owner* maupun dari pihak kontraktor pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*.

3.7. Metode Analisis Data

Proses analisis data melibatkan pengolahan data mentah menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan dibaca. Menurut Hardani dkk. (2020), metode analisis data merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah terkumpul sehingga dapat dengan mudah dipahami, dibaca, dan menghasilkan kesimpulan.

Berikut beberapa teknik yang digunakan dalam metode analisis data:

3.7.1. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas adalah pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan derajat ketepatan dari data yang didapat peneliti dengan data pada objek penelitian. Data yang dilaporkan peneliti tidak terdapat perbedaan dengan apa yang terjadi maka data dapat dikatakan valid. (Hardani dkk., 2020). Uji reliabilitas merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengukur tingkat kemampuan alat ukur untuk dapat dipercaya atau diandalkan. Kualitas dari kuesioner penelitian dikatakan baik apabila terbukti validitas dan reliabilitasnya.

SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan uji validitas dan reliabilitas. Dalam uji validitas, suatu variabel dikatakan valid jika nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai produk moment. Sebaliknya, jika nilai r_{hitung} lebih kecil dari nilai r_{tabel} , maka validitas dianggap tidak terpenuhi (Sujarweni, 2014). Nilai r_{hitung} dapat diperoleh dari output perangkat lunak SPSS, khususnya pada kolom *Corrected Item-Total Correlation* dalam tabel *Item Total Statistics*. Nilai r_{tabel} diperoleh dari tabel statistik dengan menggunakan derajat kebebasan (df), yang rumusnya adalah $n-2$, di mana n merupakan jumlah sampel yang digunakan. Tabel 3.5 berikut merupakan r_{tabel} yang digunakan untuk uji validitas.

Tabel 3.5 Tabel r_{tabel} Yang Digunakan Untuk Uji Validitas

<i>Degree of Freedom</i>	5%	1%
1	0,997	1,000
2	0,950	0,990
3	0,878	0,959
4	0,811	0,917
5	0,754	0,874
6	0,707	0,834

7	0,666	0,798
8	0,632	0,765
9	0,602	0,735

Tabel 3.5 Tabel r_{tabel} Yang Digunakan Untuk Uji Validitas (Lanjutan)

<i>Degree of Freedom</i>	5%	1%
10	0,576	0,708
15	0,482	0,606
20	0,423	0,537
25	0,381	0,487
30	0,349	0,449
35	0,325	0,418
40	0,304	0,393
45	0,288	0,372
50	0,278	0,354
	dst	

Uji reliabilitas dilakukan apabila butir soal sudah valid. Uji reliabilitas ini menggunakan korelasi *Split-Half Coefficient* dimana pengujian ini dinyatakan reliabel jika nilai *Cronbach's Alpha if Item Deleted* $\geq 0,60$ (Ghozali, 2011:48).

3.7.2. Uji Spearman Correlation

Uji *Spearman Correlation* merupakan teknik statistik yang bertujuan untuk mencari hubungan atau korelasi antara variabel yang berupa skala ordinal. Uji *Spearman Correlation* untuk menguji pengaruh antara desain (X_1), material (X_2), dan pelaksanaan (X_3) terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi (Y). Dalam uji *Spearman Correlation* ini dibantu dengan *software* yaitu *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) dengan intepretasi hasil uji korelasi seperti tabel 3.6.

Tabel 3.6 Interpretasi Hasil Uji Korelasi

No.	Parameter	Nilai	Interpretasi
1.	Kekuatan korelasi (r)	0,0 s/d <0,2	Sangat lemah
		0,2 s/d <0,4	Lemah
		0,4 s/d <0,6	Sedang
		0,6 s/d <0,8	Kuat
		0,8 s/d 1	Sangat kuat
2.	Nilai p	p < 0,05	Mempunyai korelasi antara dua variabel yang diuji
		p > 0,05	Tidak mempunyai korelasi antara dua variabel yang diuji
3.	Arah korelasi	+ (positif)	Searah, semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya
		- (negatif)	Berlawanan arah, semakin besar nilai satu variabel, semakin kecil nilai variabel lainnya

Sumber: Suyanto dkk. (2018)

3.7.3. Menghitung *Waste Level* dan *Waste Cost*

Untuk mendapatkan volume limbah dari setiap material yang diteliti dilakukan perhitungan *waste level*. *Waste level* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Waste\ level = \frac{Volume\ waste}{Volume\ material\ terpasang} \quad (1-3)$$

Keterangan:

Volume *waste* = volume material terpasang - volume material rencana

Pengolahan limbah yang efisien dapat mengurangi *waste* dan menaikkan pendapatan menggunakan perhitungan *waste cost*. *Waste cost* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Waste\ cost = waste\ level \times \text{nilai rencana total kebutuhan material} \quad (2-3)$$

BAB 4

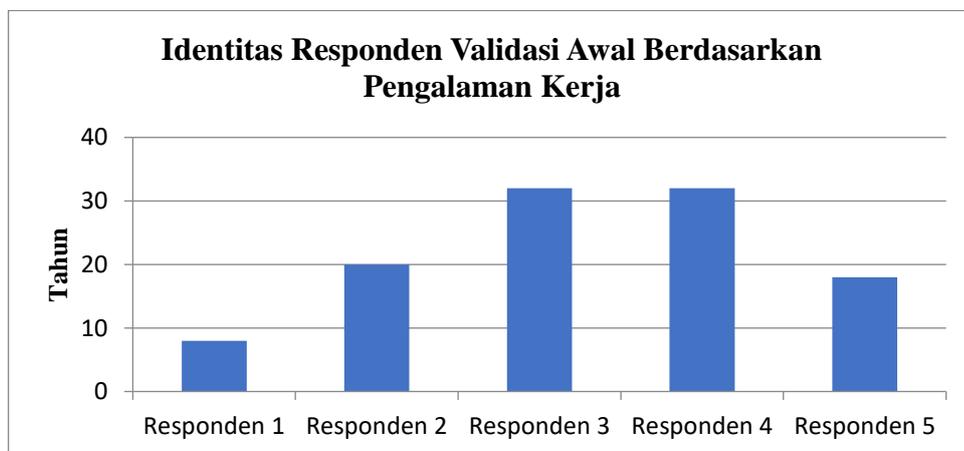
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Validasi Awal

Tujuan dari validasi awal untuk menguji keefektifan apakah indikator variabel penelitian yang diajukan dalam kuesioner sudah sesuai dan dapat dimengerti oleh responden. Para ahli yang dijadikan responden untuk validasi awal minimal pendidikan terakhir Strata-2 (S2) dan pengalaman kerja minimal lima tahun dengan jumlah responden sebanyak lima orang ahli. Berikut identitas responden para ahli untuk validasi awal indikator variabel:

a. Pengalaman kerja

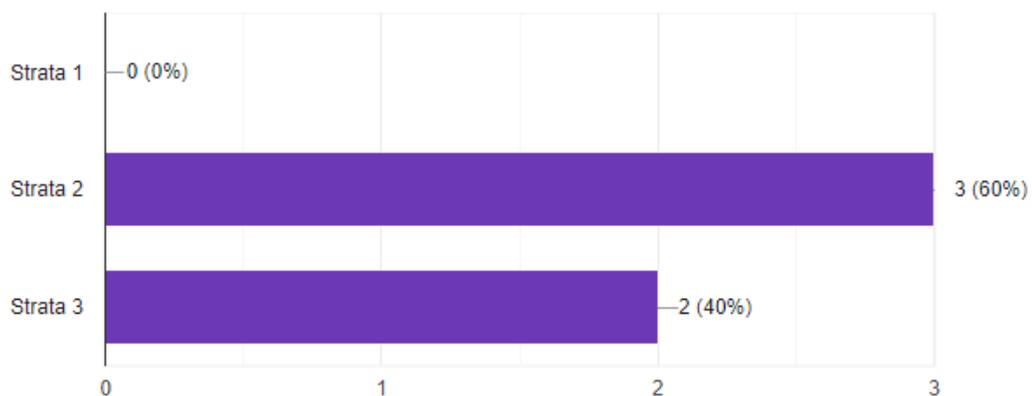
Berdasarkan ketentuan, pengalaman kerja responden untuk validasi awal minimal lima tahun. Dari lima responden didapatkan pengalaman kerja delapan sampai 32 tahun. Sehingga pengalaman kerja kelima responden lebih dari lima tahun. Maka kelima responden memenuhi ketentuan awal dengan minimal pengalaman kerja lima tahun. Berikut pengelompokan kelima responden untuk kategori pengalaman kerja pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Identitas responden validasi awal berdasarkan pengalaman kerja

b. Pendidikan terakhir

Berdasarkan ketentuan, pendidikan terakhir responden untuk validasi awal minimal Strata 2 (S2). Dari kelima responden didapatkan sebanyak tiga responden pendidikan terakhirnya yaitu Strata 2 (S2) sedangkan dua responden pendidikan terakhirnya yaitu Strata 3 (S3). Karena ketentuan untuk validasi awal pendidikan terakhir minimal Strata 2 (S2), maka kelima responden memenuhi syarat dari ketentuan tersebut. Berikut pengelompokan kelima responden untuk kategori pendidikan terakhir pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Identitas responden validasi awal berdasarkan pendidikan terakhir

Dari identitas responden berdasarkan lama pengalaman kerja dan pendidikan terakhir dari lima responden semua memenuhi ketentuan. Maka selanjutnya dilakukan validasi berdasarkan indikator variabel yang sudah penulis dapat. Karena responden sebanyak lima orang, maka apabila tiga responden mengisi setuju maka indikator variabel dapat digunakan sedangkan apabila tiga responden mengisi tidak setuju maka indikator variabel perlu direvisi. Hasil dari validasi indikator variabel terlampir pada Lampiran 2.

Dari hasil validasi awal yang terlampir pada Lampiran 2 diperoleh hasil semua indikator variabel dapat digunakan untuk pernyataan/pertanyaan isi kuesioner selanjutnya. Kuesioner selanjutnya untuk mendapatkan korelasi atau hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

4.2. Survei Responden

4.2.1. Hasil Uji Validitas

Uji validitas adalah pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan derajat ketepatan dari data yang didapat peneliti dengan data pada objek penelitian. Dalam uji validitas, suatu variabel dikatakan valid jika nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai produk moment. Sebaliknya, jika nilai r_{hitung} lebih kecil dari nilai r_{tabel} , maka validitas dianggap tidak terpenuhi (Sujarweni, 2014). Nilai r_{hitung} dapat diperoleh dari output perangkat lunak SPSS, khususnya pada kolom *Corrected Item-Total Correlation* dalam tabel *Item Total Statistics*. Nilai r_{tabel} diperoleh dari tabel statistik dengan menggunakan derajat kebebasan (df), yang rumusnya adalah $n-2$, di mana n merupakan jumlah sampel yang digunakan. Berdasarkan tabel 3.5 r_{tabel} dengan *level of significance* 5% diperoleh nilai 5 r_{tabel} sebesar 0,374. Berikut hasil uji validitas seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas

Kode	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
X _{1.1}	0.547	0.374	Valid
X _{1.2}	0.478	0.374	Valid
X _{1.3}	0.643	0.374	Valid
X _{1.4}	0.577	0.374	Valid

Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas (Lanjutan)

Kode	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
X _{1.5}	0.714	0.374	Valid
X _{2.1}	0.627	0.374	Valid
X _{2.2}	0.748	0.374	Valid
X _{2.3}	0.861	0.374	Valid
X _{2.4}	0.667	0.374	Valid
X _{2.5}	0.880	0.374	Valid
X _{3.1}	0.385	0.374	Valid
X _{3.2}	0.815	0.374	Valid
X _{3.3}	0.801	0.374	Valid
X _{3.4}	0.650	0.374	Valid
X _{3.5}	0,749	0,374	Valid

Berdasarkan tabel hasil uji validitas di atas dapat disimpulkan semua item-item instrument penelitian dikatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$. Setelah semua item dinyatakan valid kemudian langkah selanjutnya dilakukan uji realibilitas.

4.2.2. Hasil Uji Realibilitas

Uji reliabilitas merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengukur tingkat kemampuan alat ukur untuk dapat dipercaya atau diandalkan.. Uji reliabilitas dilakukan apabila butir soal sudah valid. Uji reliabilitas ini menggunakan korelasi *Split-Half Coefficient* dimana pengujian ini dinyatakan reliabel jika nilai *Cronbach's Alpha if Item Deleted* $\geq 0,60$ (Ghozali, 2011:48). Berikut hasil untuk uji realibilitas setiap variabel seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Realibilitas

Variabel	Nilai <i>Cronbach's Alpha</i>	Kesimpulan
Desain	0,611	Reliabel
Material	0,817	Reliabel
Pelaksanaan	0,724	Reliabel

Berdasarkan tabel 4.2 di atas, semua variabel menunjukkan nilai reliabilitas yang memenuhi syarat dan dapat dikatakan reliabel, karena nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6. Setelah dilakukan uji validitas, semua item dinyatakan valid, dan uji reliabilitas untuk semua variabel menunjukkan reliabilitas yang memadai. Oleh karena itu, penelitian dapat dilanjutkan dengan melakukan uji *Spearman Correlation* untuk menganalisis hubungan atau korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat.

4.2.3. Hasil Uji *Spearman Correlation*

Uji *Spearman Correlation* merupakan teknik statistik yang bertujuan untuk mencari hubungan atau korelasi antara variabel yang berupa skala ordinal. Uji *Spearman Correlation* untuk menguji pengaruh antara desain (X_1), material (X_2), dan pelaksanaan (X_3) terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi (Y). Ada tiga parameter yang diukur yaitu nilai P, kekuatan korelasi, dan arah korelasi. Masing-masing parameter mempunyai interpretasi sendiri sesuai pada tabel 3.6 pada bab 3. Berikut adalah hasil penelitian dari uji *Spearman Correlation* seperti tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji *Spearman Correlation*

Variabel yang Diuji	Parameter	Nilai	Interpretasi
Variabel Desain (X1) terhadap Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)	Nilai P	0,043 < 0,05	Mempunyai korelasi antara dua variabel yang diuji
	Kekuatan korelasi	0,372 maka 0,2 s/d < 0,4	Korelasi Lemah
	Arah korelasi	+ (positif)	Searah, semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya
Variabel Material (X2) terhadap Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)	Nilai P	0,028 < 0,05	Mempunyai korelasi antara dua variabel yang diuji
	Kekuatan korelasi	0,401 maka 0,4 s/d < 0,6	Korelasi Sedang
	Arah korelasi	+ (positif)	Searah, semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya
Variabel Pelaksanaan (X3) terhadap Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)	Nilai P	0,013 < 0,05	Mempunyai korelasi antara dua variabel yang diuji
	Kekuatan korelasi	0,447 maka 0,4 s/d < 0,6	Korelasi Sedang
	Arah korelasi	+ (positif)	Searah, semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya

Berdasarkan tabel 4.3 di atas didapatkan hasil untuk variabel Desain (X1) dinyatakan secara individual berhubungan dengan Faktor Penyebab Limbah Konstruksi (Y), dengan kekuatan korelasi lemah, dan arah korelasi positif. Untuk variabel Material (X2) dinyatakan secara individual berhubungan dengan Faktor Penyebab Limbah Konstruksi (Y), dengan kekuatan korelasi sedang, dan arah korelasi positif. Sedangkan untuk variabel Pelaksanaan (X3) dinyatakan secara

individual berhubungan dengan Faktor Penyebab Limbah Konstruksi (Y), dengan kekuatan korelasi sedang, dan arah korelasi positif.

4.3. Studi Kasus

Pengumpulan data berasal dari data-data seperti gambar konstruksi, surat jalan, RAB, dan BOQ. Gambar konstruksi digunakan untuk menghitung volume pekerjaan terkait limbah konstruksi yang ditinjau yaitu besi, beton dan triplek. Dari gambar konstruksi apabila sesuai dengan persamaan (1-3) akan menghasilkan volume material rencana. Berikut untuk hasil perhitungan dari gambar konstruksi seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Volume Material Rencana

Nama Kontraktor	Material Beton (m ³)	Material Besi (kg)	Material Triplek (m ²)	Keterangan
Kontraktor A	1.372,69	247.828,79	16.483,28	11 Unit, 1 Tipe
Kontraktor B	958,36	172.990,40	11.778,56	8 Unit, 3 Tipe
Kontraktor C	966,75	167.855,99	10.964,36	11 Unit, 5 Unit
Kontraktor D	789,17	138.773,91	9.069,35	9 Unit, 3 Tipe
Kontraktor E	873,95	155.302,90	10.583,39	9 Unit, 6 Tipe
Kontraktor F	850,87	149.364,49	9.916,99	9 Unit, 5 Tipe
Kontraktor G	1.403,70	244.679,86	17.052,82	14 Unit, 2 Tipe

Tabel 4. 4 Volume Material Rencana (Lanjutan)

Nama Kontraktor	Material Beton (m ³)	Material Besi (kg)	Material Triplek (m ²)	Keterangan
Kontraktor H	1.346,89	238.854,83	16.334,17	12 Unit, 4 Tipe
Kontraktor I	1.111,22	197.970,05	13.377,88	10 Unit, 5 Tipe

Sumber : Gambar konstruksi (2023)

Berdasarkan tabel 4.4 di atas Kontraktor G menghasilkan material beton terbanyak sebesar 1.403,70 m³ dan material triplek terbanyak sebesar oleh 17.052,82 m². Kontraktor G mengerjakan 14 unit rumah dengan 2 tipe yaitu tipe 10x17 Premium dan 12x17 Premium Hoek. Sedangkan Kontraktor A menghasilkan material besi terbanyak sebesar 247.828,79 kg yang mengerjakan 11 unit rumah tipe 12x23 Var Premium. Selanjutnya untuk mengetahui volume *waste* perlu mengetahui volume material terpasang yang didapatkan dari surat jalan masing-masing kontraktor. Berikut volume material terpasang dari masing-masing kontraktor seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Volume Material Terpasang

Nama Kontraktor	Material Beton (m ³)	Material Besi (kg)	Material Triplek (m ²)	Keterangan
Kontraktor A	1.416	252.292,08	16.724,736	11 Unit, 1 Tipe
Kontraktor B	1.005,5	177.768,42	11.967,84	8 Unit, 3 Tipe

Tabel 4.5 Volume Material Terpasang (Lanjutan)

Nama Kontraktor	Material Beton (m ³)	Material Besi (kg)	Material Triplek (m ²)	Keterangan
Kontraktor C	998,7	171.277,2	11.192,64	11 Unit, 5 Unit
Kontraktor D	810,5	143.367,3	9.313,35	9 Unit, 3 Tipe
Kontraktor E	894,83	165.238,74	10.657,92	9 Unit, 6 Tipe
Kontraktor F	870,72	155.108,96	10.028,30	9 Unit, 5 Tipe
Kontraktor G	1.479	254.646,55	17.267,96	14 Unit, 2 Tipe
Kontraktor H	1.380	246.497,53	16.776,96	12 Unit, 4 Tipe
Kontraktor I	1.157,12	204.832,50	13.635,45	10 Unit, 5 Tipe

Sumber: Surat jalan material (2023)

Setelah mendapatkan volume material terpasang pada tabel 4.5 dan volume material rencana pada tabel 4.4, maka selanjutnya bisa didapatkan volume *waste* dari masing-masing kontraktor. Contoh perhitungan volume *waste* untuk material beton Kontraktor A sebagai berikut:

Volume *waste* = volume material terpasang - volume material rencana

Volume *waste* = 1.416- 1.372,69

Volume *waste* = 43,31 m³

Karena perhitungan selisih maka memungkinkan hasil penelitian minus (-). Apabila hasil penelitian minus (-), maka tidak ada *waste* yang dihasilkan dan tidak mengalami kerugian. Setelah didapatkan volume *waste* masing-masing kontraktor kemudian bias dihitung untuk perhitungan *waste level*. Perhitungan *waste level* menggunakan rumus sesuai dengan persamaan (1-3) pada bab 3. Berikut contoh perhitungan *waste level* untuk material beton Kontraktor A beserta hasil keseluruhan pada tabel 4.6 berikut:

$$Waste\ level = \frac{Volume\ waste}{Volume\ material\ terpasang}$$

$$Waste\ level = \frac{43,31}{1,416} \times 100\% = 3,06\%$$

Tabel 4. 6 Hasil *Waste Level*

Nama Kontraktor	Volume Waste			Waste Level		
	Material Beton (m ³)	Material Besi (kg)	Material Triplek (m ²)	Material Beton (%)	Material Besi (%)	Material Triplek (%)
Kontraktor A	43,31	4.463,29	241,45	3,06	1,77	1,44
Kontraktor B	47,14	4.778,02	189,28	4,69	2,69	1,58
Kontraktor C	31,95	3.421,21	228,28	3,20	2,00	2,04
Kontraktor D	21,33	4.593,39	244,00	2,63	3,20	2,62
Kontraktor E	20,88	9.935,84	74,53	2,33	6,01	0,70
Kontraktor F	19,85	5.744,47	111,31	2,28	3,70	1,11
Kontraktor G	75,30	9.966,69	215,14	5,09	3,91	1,25
Kontraktor H	33,11	7.642,70	442,79	2,40	3,10	2,64
Kontraktor I	45,90	6.862,45	257,57	3,97	3,35	1,89

Berdasarkan tabel 4.6 di atas didapatkan hasil *waste level* terbesar material beton didapatkan oleh Kontraktor G yaitu sebesar 5,09% karena pemasangan bekisting kurang kuat sehingga jebol yang membuat beton berceceran, sedangkan yang terendah didapatkan oleh Kontraktor F yaitu sebesar 2,28%. Untuk *waste level* terbesar material besi didapatkan oleh Kontraktor E yaitu sebesar 6,01% karena pemotongan besi yang kurang presisi, sedangkan untuk yang terendah didapatkan oleh Kontraktor A yaitu sebesar 1,77%.

Setelah *waste level* diketahui maka selanjutnya perhitungan *waste cost* ketiga material dari masing-masing kontraktor. Adapun perhitungan sesuai dengan persamaan (2-3) pada bab 3. Namun sebelum menghitung *waste cost* perlu menghitung nilai rencana total kebutuhan material terlebih dahulu. Berikut contoh perhitungan nilai rencana total kebutuhan material untuk material beton Kontraktor A sebagai berikut:

Nilai rencana total kebutuhan material = volume material rencana x harga material

Nilai rencana total kebutuhan material = 1.372,69 x 580.000

Nilai rencana total kebutuhan material = Rp. 796.160.200

Setelah didapatkan nilai rencana total kebutuhan material, kemudian bisa dihitung untuk *waste cost* dari masing-masing kontraktor. Berikut contoh perhitungan *waste cost* untuk material beton Kontraktor A sebagai berikut:

Waste cost = waste level x nilai rencana total kebutuhan material

Waste cost = 3,06% x Rp. 796.160.200

Waste cost = Rp. 24.351.482

Setelah didapat *waste cost* ketiga material tersebut, kemudian dilakukan perhitungan *waste cost level* setiap kontraktor dengan rumus perhitungan penjumlahan *waste cost* material beton, besi, dan triplek dibagi dengan nilai rencana total kebutuhan material dari ketiga material yang diuji. Berikut contoh perhitungan *waste cost level* untuk Kontraktor A sebagai berikut:

$$Waste\ cost\ level = \frac{waste\ cost\ material\ yang\ diuji}{nilai\ rencana\ kebutuhan\ material\ yang\ diuji}$$

$$Waste\ cost\ level = \frac{Rp. 24.351.482 + Rp. 39.458.971 + Rp. 8.707.922}{Rp. 796.160.200 + Rp. 2.230.459.110 + Rp. 603.164.520}$$

$$Waste\ cost\ level = \frac{Rp. 72.518.374}{Rp. 3.629.783.830} \times 100\% = 2\%$$

Dari perhitungan *waste cost level* didapatkan hasil setiap kontraktor masih terdapat kerugian dari *waste* yang dihasilkan dengan rata-rata pada proyek pembangunan *Cluster Mozart Phase 2* sebesar 3,03%. Hasil dari *waste cost* dan *waste cost level* dapat dilihat pada lampiran 3.

4.4. Validasi Akhir

Validasi akhir bertujuan untuk mengukur seberapa tepat dan cermat hasil penelitian dengan keadaan aktual di lapangan. Validasi akhir dilakukan dengan metode survei. Metode survei menggunakan instrument berupa kuesioner yang disebarakan kepada *Project Manager* dari pihak kontraktor. Responden yang dituju memiliki pengalaman kerja selama 10 tahun untuk lulusan SMA sederajat dan pengalaman kerja selama 5 tahun untuk lulusan Strata-1. Karena ada 9 kontraktor maka responden terdiri dari 9 orang. Berikut identitas responden berdasarkan pengalaman kerja dan pendidikan terakhir seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Identitas Responden Validasi Akhir Berdasarkan Pengalaman Kerja dan Pendidikan Terakhir

No.	Responden	Pengalaman Kerja (Tahun)	Pendidikan Terakhir
1.	Responden 1	14	SMA sederajat
2.	Responden 2	10	S1
3.	Responden 3	15	SMA sederajat
4.	Responden 4	19	S1
5.	Responden 5	17	SMA sederajat
6.	Responden 6	15	S1
7.	Responden 7	13	S1
8.	Responden 8	12	SMA sederajat
9.	Responden 9	8	S1

Berdasarkan tabel 4.7 semua responden memenuhi kriteria validasi akhir yaitu memiliki pengalaman kerja selama 10 tahun untuk lulusan SMA sederajat dan pengalaman kerja selama 5 tahun untuk lulusan Strata-1. Karena kesembilan responden memenuhi kriteria maka akan dilanjutkan pada tahap berikutnya.

4.4.1. Validasi Akhir Survei Responden

Validasi akhir dilakukan untuk mengetahui pendapat dari responden terkait hasil penelitian. Responden diminta untuk memberikan tanggapan “Setuju” atau “Tidak Setuju” terhadap hasil penelitian data primer yang telah diuji pada sub bab 4.2. Berikut hasil validasi akhir seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 8 Hasil Validasi Akhir Hasil Penelitian Survei Responden

Variabel Yang Diuji	Hasil Penelitian	Setuju	Tidak Setuju
Variabel Desain (X1)	Terdapat korelasi antar variabel yang diuji	9 Responden	-
	Terhadap Kekuatan korelasi lemah	9 Responden	-
	Variabel Y Arah korelasi positif	9 Responden	-
Variabel Material (X2)	Terdapat korelasi antar variabel yang diuji	9 Responden	-
	Terhadap Kekuatan korelasi sedang	9 Responden	-
	Variabel Y Arah korelasi positif	9 Responden	-
Variabel Pelaksanaan (X3)	Terdapat korelasi antar variabel yang diuji	9 Responden	-
	Terhadap Kekuatan korelasi sedang	9 Responden	-
	Variabel Y Arah korelasi positif	9 Responden	-

Hasil validasi akhir berdasarkan tabel 4.8 di atas menunjukkan bahwa semua responden menyetujui hasil penelitian data primer, sehingga hasil penelitian cukup tepat terhadap keadaan aktual di lapangan.

4.4.2. Validasi Akhir Studi Kasus

Pada validasi akhir hasil penelitian data sekunder responden juga diminta untuk memberikan tanggapan “Setuju” atau “Tidak Setuju” terhadap hasil penelitian data sekunder yang telah diuji pada sub bab 4.3. Berikut hasil validasi akhir seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Validasi Akhir Hasil Penelitian Studi Kasus

Limbah Yang Ditinjau	Hasil Penelitian	Setuju	Tidak Setuju
Limbah Beton	<i>Waste Level</i>	9 Responden	-
	<i>Waste Cost</i>	9 Responden	-
Limbah Besi	<i>Waste Level</i>	9 Responden	-
	<i>Waste Cost</i>	9 Responden	-
Limbah Triplek	<i>Waste Level</i>	9 Responden	-
	<i>Waste Cost</i>	9 Responden	-

Berdasarkan hasil validasi akhir pada tabel 4.9 di atas menunjukkan semua responden menyetujui akan hasil penelitian studi kasus, sehingga hasil penelitian cukup tepat terhadap keadaan aktual di lapangan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian survei responden didapatkan kesimpulan bahwa variabel desain, material, dan pelaksanaan mempunyai hubungan atau korelasi terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi. Variabel desain memiliki hubungan yang lemah terhadap faktor terjadinya limbah konstruksi. Sedangkan variabel material dan pelaksanaan memiliki hubungan yang sedang terhadap faktor terjadinya limbah konstruksi. Dan hubungan yang tercipta antara ketiga variabel tersebut adalah positif atau searah yang artinya semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya.

Untuk mengembangkan penelitian dari segi material, maka penulis melakukan studi kasus perhitungan *waste level* dan *waste cost* terhadap material beton, besi, dan triplek pada proyek pembangunan *Cluster Mozart Phase 2*. Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian studi kasus terhadap kinerja efisiensi biaya yaitu masih terdapat limbah material beton, besi, dan triplek yang dihasilkan, sehingga masih perlu adanya efisiensi biaya. Efisiensi yang dapat dilakukan untuk material beton menggunakan metode *reduce* yaitu dengan mengorder material beton sesuai dengan volume yang dibutuhkan. Dapat juga untuk material beton menggunakan metode *reuse* yaitu apabila ada kelebihan material dapat digunakan kembali untuk pengecoran meja wastafel. Efisiensi material besi menggunakan metode *reuse* yaitu penggunaan kembali sisa pemotongan besi untuk stek penahan dinding bata atau bata ringan. Efisiensi material triplek juga menggunakan metode

reuse yaitu penggunaan kembali material triplek yang masih bagus untuk bekisting lantai atasnya.

5.2. Implikasi

Berdasarkan pada hasil penelitian, dapat dijabarkan beberapa implikasi secara teoritis dan praktis sebagai berikut:

a. Implikasi Teoritis

- Berdasarkan penelitian terdahulu setiap proyek pembangunan menimbulkan limbah yang merugikan, namun dalam penelitian ini material triplek dapat diefisiensikan karena penggunaan material triplek dapat digunakan berulang.
- Berdasarkan teori variabel desain, material, dan pelaksanaan dapat menjadi penyebab terjadinya limbah konstruksi. Dan pada penelitian ini membuktikan bahwa variabel desain, material, dan pelaksanaan mempunyai hubungan atau korelasi terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi.

b. Implikasi Praktis

Secara praktis penelitian ini dapat menyadarkan kontraktor mengenai limbah konstruksi, sehingga kontraktor lebih berhati-hati dalam berbagai hal supaya tidak menghasilkan limbah konstruksi yang mengakibatkan kerugian.

5.3. Saran

Penelitian ini terbatas hanya tiga material yang diuji pada pembangunan konstruksi rumah yaitu material beton, besi dan triplek. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan jenis material lainnya seperti keramik, genteng, bata merah dan lain-lain sehingga didapatkan potensi efisiensi yang lebih

besar atau kemungkinan terjadinya inefisiensi akibat dari penggunaan material yang berlebihan. Selain itu dari akumulasi jumlah efisiensi atau inefisiensi dapat melingkupi seluruh material yang digunakan pada bangunan dapat meningkatkan akurasi perhitungan dari nilai efisiensi atau inefisiensi tersebut.

Sampel penelitian ini masih terbatas hanya proyek pembangunan *Cluster Mozart* tahap 2. Sehingga saran untuk penelitian selanjutnya sampel penelitian dapat diperluas seperti satu *cluster* maupun satu kawasan. Semakin luas sampel penelitian maka hasil penelitian akan semakin lengkap dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alief Castollani, S. P. (2020). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Apartemen Dengan Metode Earned Value Concept. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Teknik*, 39-48.
- Arasy Satya Perdana, M. I. (2018). Identifikasi Construction Material Waste Pada Proyek Pembangunan Gedung. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang Volume 5 Nomor 2*, 1-9.
- Aureliansyah, R. A. (2020). *Pengaplikasian Adsorben Dari Abu Jerami Padi Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Tembaga (Cu)*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Bandur, D. B. (2018). *Validitas dan Reliabilitas Penelitian*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Berlian, E. (2016). *Metodologi Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Padang: Sukabina Press.
- Dharsono, M. S. (2020). *Perancangan Sistem Informasi Pada Supervisi Proyek Berkaitan Dengan Efektivitas Quality Control Menggunakan Aplikasi Smartphone Berbasis Android*. Jakarta: Universitas Pradita.
- Erlangga, M. H. (2020). Aplikasi E-Marketing Panglong Kayu Menggunakan Metode Colaborative Filtering. *Jurnal Sistem Informasi dan Telematika*, 57-66.
- Febrianita, A. R. (2020). Penelitian Beton dengan Penambahan Abu Sekam Padi dan Limbah Keramik sebagai Substitusi Semen. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil Volume 3 Nomor 2* , 276-288.
- Hardani, H. A. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group.
- Heru S. Wibisono, J. W. (2018). Komposisi Kimia dan Keawetan Alami Delapan Jenis Kayu di Bawah Naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 36 No. 1*, 59-65.

- I Kustiani, R. W. (2020). Analisis Pengelolaan Limbah Konstruksi dengan Skema Stepwise Incentive System . *Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri* (pp. 1-9). Lampung : Universitas Lampung.
- Ida Ayu Rai Widhiawati, N. Y. (2019). Kajian Pengelolaan Limbah Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung di Bali. *A Scientific Journal of Civil Engineering*, 55-61.
- Isharijadi, C. A. (2017). Analisis Efisiensi Biaya Dengan Menggunakan Metode Lot For Lot Dalam Pengendalian Persediaan . *Jurnal Akuntansi dan Pendidikan Volume 6 Nomor 2*, 142-152.
- Isra Hayati, N. N. (2021). Peningkatan Pendapatan Rumah Tangga Melalui Daur Ulang Limbah Masyarakat. *Proceeding Seminar Nasional Kewirausahaan* (pp. 1077-1082). Sumatera Utara: Pusat Kewirausahaan, Inovasi dan Inkubator Bisnis.
- Jam'an, E. R. (2017). *Metodologi Penelitian Bisnis*. Makassar: Lembaga Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Jason Lim, A. T. (2020). Analisis Limbah Konstruksi Pada Proyek Kawasan Real Estate. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Desain Universitas Pradita*, 71-85.
- M. Nawawi, M. M. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Timbulnya Waste Materials Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Kota Banda Aceh. *Teras Jurnal Volume 11 Nomor 2* , 295-306.
- Makmur, R. S. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Terhadap Parameter Marshall Campuran Beraspal Berpori. *Jurnal Transportasi Vol. 20 No. 2*, 97-104.
- Muhammad Iqbal Rohan Wijaya, M. H. (2020). Analisis Penyebab Terjadinya Sisa Material Proyek Gedung di Surabaya. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Volume 8 Nomor 2*, 149-158.
- Naikofi, S. B. (2021). Analisis Faktor Penyebab Construction Waste dan Pengelolaannya Serta Dampak Terhadap Biaya. *Jurnal Deformasi*, 60-69.

- Nasional, B. S. (2000). *SNI 15-2094-2000 tentang Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Nurul Farah Zerlita, T. S. (2019). Identifikasi Penyebab Timbulnya Limbah Proyek Konstruksi di Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Volume 7 Nomor 1*, 75-82.
- Paradipa, T. S. (2018). Identifikasi Komposisi Limbah Konstruksi Pembangunan Struktur Bangunan Bertingkat Di Hotel Pematangsiantar. *Jurnal Teknik Unefa: Bunga Rampai Teknik Lingkungan, Teknik Informatika dan Teknik Elektro*.
- Prasetyo, L. (2018). Pengaruh Variasi Gradasi Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton. *Seminar Nasional dan Rekayasa*, 52-55.
- Prayogo, S. E. (2021). Optimasi Pemotongan Besi Tulangan Pada Proyek Kompleks Pergudangan Menggunakan Integer Linear Programming. *Dimensi Utama Teknik Sipil Vol. 8 No. 2*, 84-94.
- Putra, B. F. (2018). *Analisis Faktor Penyebab dan Mitigasi Waste Pada Proyek Konstruksi Gedung di Kota Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahmasari, A. R. (2020). *Indikator Konstruksi, Triwulan III - 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia.
- Sarwono, J. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sudirman Latjemma, S. T. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Agregat Kasar pada Beton Normal. *Siimo Engineering Vol. 4 No. 1*, 29-38.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.

Sujarweni, V. W. (2014). *SPSS untuk Penelitian*. Yogyakarta: Yogyakarta Pustaka Baru Press.

Suyanto, A. I. (2018). *Analisis Data Penelitian Petunjuk Praktis Bagi Mahasiswa Kesehatan Menggunakan SPSS*. Semarang: UNISSULA PRESS.

LAMPIRAN 1

Kuesioner Validasi Awal

KUESIONER VALIDASI AWAL

Tujuan Kuesioner Validasi Awal

Tujuan kuesioner penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh desain, material dan pelaksanaan sebagai variabel bebas (X) terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi sebagai variabel terikat (Y). Sedangkan untuk tujuan kuesioner validasi awal ini adalah untuk memverifikasi dan klarifikasi indikator yang diperoleh melalui studi literatur. Hasil dari verifikasi dan klarifikasi ini akan dijadikan pertanyaan/pernyataan untuk disebarkan ke responden pada tahap kuesioner selanjutnya.

Petunjuk Pengisian

Berilah tanda ceklis (✓) pada kolom “Ya/Tidak”, serta berikan tanggapan/komentar terhadap indikator tersebut.

Identitas Responden

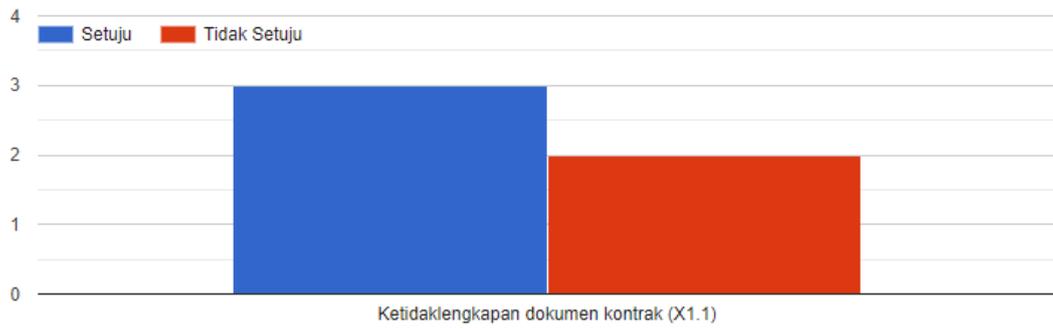
1. Nama :
2. Email :
3. Perusahaan :
4. Jabatan :
5. Pengalaman kerja : tahun
6. Pendidikan terakhir : S2/S3 (coret yang tidak perlu)

Kode	Indikator	Validasi		Tanggapan/komentar
		Ya	Tidak	
Desain (X ₁)				
X _{1.1}	Ketidaklengkapan dokumen kontrak			
X _{1.2}	Perubahan desain oleh pemilik proyek			
X _{1.3}	Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan			
X _{1.4}	Pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik sehingga ketika digunakan mudah mengalami kerusakan			
X _{1.5}	Kurang detailnya gambar kerja			
Material (X ₂)				
X _{2.1}	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya			
X _{2.2}	Kerusakan material dalam perjalanan			
X _{2.3}	Perlakuan yang kasar terhadap material			
X _{2.4}	Penempatan material yang kurang tepat			
X _{2.5}	Penurunan material yang kurang hati-hati			
Pelaksanaan (X ₃)				
X _{3.1}	Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi			
X _{3.2}	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik			
X _{3.3}	Cuaca yang buruk			
X _{3.4}	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti			
X _{3.5}	Pekerja kurang terampil			

--TERIMA KASIH--

LAMPIRAN 2

Hasil Validasi Awal ke Para Ahli



Variabel Bebas (X)	Kode	Indikator Variabel	Setuju	Tidak Setuju	Keterangan
Desain (X1)	X _{1.1}	Ketidaklengkapan dokumen kontrak	3 Responden	2 Responden	Dapat digunakan
	X _{1.2}	Perubahan desain oleh pemilik proyek	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{1.3}	Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{1.4}	Pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik sehingga ketika digunakan mudah mengalami kerusakan	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{1.5}	Kurang detailnya gambar kerja	5 Responden	-	Dapat digunakan
Material (X2)	X _{2.1}	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{2.2}	Kerusakan material dalam perjalanan	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{2.3}	Perlakuan yang kasar terhadap material	3 Responden	2 Responden	Dapat digunakan
	X _{2.4}	Penempatan material yang kurang tepat	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{2.5}	Penurunan material yang kurang hati-hati	3 Responden	2 Responden	Dapat digunakan

Pelaksanaan (X3)	X _{3.1}	Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi	4 Responden	1 Responden	Dapat digunakan
	X _{3.2}	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik	5 Responden	-	Dapat digunakan
	X _{3.3}	Cuaca yang buruk	3 Responden	2 Responden	Dapat digunakan
	X _{3.4}	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti	4 Responden	1 Responden	Dapat digunakan
	X _{3.5}	Pekerja kurang terampil	5 Responden	-	Dapat digunakan

LAMPIRAN 3

Hasil Waste Cost

Nama Kontraktor	Nilai Rencana Total Kebutuhan Material			Waste Cost			Waste Cost
	Material Beton (Rupiah)	Material Besi (Rupiah)	Material Triplek (Rupiah)	Material Beton (Rupiah)	Material Besi (Rupiah)	Material Triplek (Rupiah)	Level (%)
Kontraktor A	Rp. 796.160.200	Rp. 2.230.459.110	Rp. 603.164.520	Rp. 24.351.482	Rp. 39.458.971	Rp. 8.707.922	2,00
Kontraktor B	Rp. 555.848.800	Rp. 1.556.913.600	Rp. 431.007.026	Rp. 26.059.386	Rp. 41.846.377	Rp. 6.816.686	2,94
Kontraktor C	Rp. 560.715.000	Rp.1.510.703.910	Rp. 401.213.407	Rp. 17.938.164	Rp. 30.175.851	Rp. 8.182.966	2,28
Kontraktor D	Rp. 457.718.600	Rp. 1.248.965.190	Rp. 331.870.243	Rp. 12.045.821	Rp. 40.015.988	Rp. 8.694.736	2,98
Kontraktor E	Rp. 506.891.000	Rp. 1.397.726.100	Rp. 387.272.761	Rp. 11.827.815	Rp. 84.045.563	Rp. 2.708.168	4,30
Kontraktor F	Rp. 493.504.600	Rp. 1.344.280.410	Rp. 362.887.515	Rp. 11.250.536	Rp. 49.785.542	Rp. 4.028.045	2,96
Kontraktor G	Rp. 814.146.000	Rp. 2.202.118.740	Rp. 624.005.416	Rp. 41.450.435	Rp. 86.189.422	Rp. 7.774.486	3,72
Kontraktor H	Rp. 781.196.200	Rp. 2.149.693.470	Rp. 597.708.211	Rp. 18.743.048	Rp. 66.651.647	Rp. 15.775.159	2,87
Kontraktor I	Rp. 644.507.600	Rp. 1.781.730.450	Rp. 489.530.152	Rp. 25.565.973	Rp. 59.692.852	Rp. 9.247.305	3,24
	Rata-rata			Rp. 21.025.851	Rp. 55.318.025	Rp. 7.992.830	3,03

LAMPIRAN 4

Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

Kepada,

Yth. Bapak/Ibu

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam penyusunan tugas akhir saya yang berjudul “**Analisis Limbah Konstruksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2***” dalam rangka memenuhi syarat untuk dapat menyelesaikan program Strata Satu pada Fakultas Teknik Universitas Pradita, diperlukan data-data dan informasi yang mendukung kelancaran penelitian ini. Dengan ini menyampaikan saya:

Nama : Sophian Ibnu Hermawan

NIM : 1810107001

Program studi : Teknik Sipil

Memohon kesediaan bapak/ibu untuk memberikan jawaban pertanyaan/pernyataan dalam kuesioner penelitian ini dengan bersungguh-sungguh. Keberhasilan saya dalam melakukan penelitian ini tidak lepas dari partisipasi bapak/ibu semua. Jawaban yang bapak/ibu berikan akan dirahasiakan karena semata-mata hanya untuk kepentingan akademik.

Atas ketersediaan bapak/ibu dalam pengisian kuesioner penelitian ini, saya mengucapkan banyak terima kasih karena telah meluangkan waktunya. Mohon maaf apabila ada pertanyaan/pernyataan yang kurang berkenan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

KUESIONER PENELITIAN

Tujuan kuesioner penelitian

Tujuan kuesioner penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada korelasi atau tidak antara desain, material dan pelaksanaan sebagai variabel bebas (X) terhadap faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi sebagai variabel terikat (Y)..

Petunjuk Pengisian

1. Isilah data dibawah ini dengan lengkap dan sebenar-benarnya
2. Berilah tanda ceklis (✓) pada salah satu pilihan jawaban yang tersedia sesuai pendapat anda. Masing-masing pilihan jawaban memiliki makna sebagai berikut:
 - a. STB : apabila jawaban tersebut menurut anda Sangat Tidak Berpengaruh
 - b. TB : apabila jawaban tersebut menurut anda Tidak Berpengaruh
 - c. B : apabila jawaban tersebut menurut anda Berpengaruh
 - d. SB : apabila jawaban tersebut menurut anda Sangat Berpengaruh

Identitas Responden

1. Nama :
2. Jabatan :
3. Umur :
4. Pengalaman kerja : bulan/tahun*
5. Pendidikan terakhir : SMA/SMK, D3, S1, S2, S3*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

KUESIONER PENELITIAN

Apakah indikator variabel di bawah mempunyai hubungan terhadap faktor terjadinya limbah konstruksi?

Kode	Indikator Variabel	STB	TB	B	SB
Desain (X₁)					
X _{1.1}	Ketidaklengkapan dokumen kontrak				
X _{1.2}	Perubahan desain oleh pemilik proyek				
X _{1.3}	Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan				
X _{1.4}	Pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik sehingga ketika digunakan mudah mengalami kerusakan				
X _{1.5}	Kurang detailnya gambar kerja				
Material (X₂)					
X _{2.1}	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya				
X _{2.2}	Kerusakan material dalam perjalanan				
X _{2.3}	Perlakuan yang kasar terhadap material				
X _{2.4}	Penempatan material yang kurang tepat				
X _{2.5}	Penurunan material yang kurang hati-hati				
Pelaksanaan (X₃)					
X _{3.1}	Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi				
X _{3.2}	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik				
X _{3.3}	Cuaca yang buruk				
X _{3.4}	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti				
X _{3.5}	Pekerja kurang terampil				

--TERIMA KASIH--

KUESIONER PENELITIAN

Catatan— yang dimaksud **penyebab limbah konstruksi** dalam pertanyaan/pernyataan di bawah adalah suatu hasil kerja yang dicapai seseorang dalam melaksanakan pekerjaan sesuai kenyataan dilapangan berdasarkan pengalaman responden.

Keterangan :

SLT : Selalu Terjadi

SRT : Sering Terjadi

KKT : Kadang-kadang Terjadi

TPT : Tidak Pernah Terjadi

No.	Penyebab Limbah Konstruksi	TPT	KKT	SRT	SLT
1.	Perubahan desain oleh pemilik proyek disaat konstruksi sudah berjalan dan terjadi pekerjaan pembongkaran yang menyebabkan terjadinya limbah konstruksi				
2.	Pembelian material berlebihan sehingga menimbulkan limbah konstruksi				
3.	Kejadian yang menyebabkan kerusakan material seperti perlakuan kasar dari pekerja, penurunan material kurang hati-hati, peralatan yang kurang berfungsi dengan baik, dan kerusakan material saat diperjalanan sehingga menimbulkan limbah konstruksi				
4.	Material kehujanan dapat mengakibatkan material mudah rusak dan tidak dapat digunakan				
5.	Pekerja kurang terampil (misalnya penggunaan metode yang salah, pekerja kurang memahami material yang akan digunakan, penggunaan metode yang salah) menimbulkan limbah konstruksi				

--TERIMA KASIH--

LAMPIRAN 5

Uji Validitas

Correlations

		X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X1.5	TotalX1
X1.1	Pearson Correlation	1	.014	.169	-.139	.370 [*]	.547 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		.941	.372	.463	.044	.002
	N	30	30	30	30	30	30
X1.2	Pearson Correlation	.014	1	.160	.105	.258	.478 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.941		.398	.583	.169	.008
	N	30	30	30	30	30	30
X1.3	Pearson Correlation	.169	.160	1	.490 ^{**}	.137	.643 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.372	.398		.006	.471	.000
	N	30	30	30	30	30	30
X1.4	Pearson Correlation	-.139	.105	.490 ^{**}	1	.347	.577 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.463	.583	.006		.061	.001
	N	30	30	30	30	30	30
X1.5	Pearson Correlation	.370 [*]	.258	.137	.347	1	.714 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.044	.169	.471	.061		.000
	N	30	30	30	30	30	30
TotalX1	Pearson Correlation	.547 ^{**}	.478 ^{**}	.643 ^{**}	.577 ^{**}	.714 ^{**}	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.008	.000	.001	.000	
	N	30	30	30	30	30	30
X2.1	Pearson Correlation	.051	.106	.376 [*]	.285	-.067	.247
	Sig. (2-tailed)	.788	.578	.041	.127	.725	.189
	N	30	30	30	30	30	30
X2.2	Pearson Correlation	-.025	.034	.216	-.031	-.049	.042
	Sig. (2-tailed)	.896	.857	.251	.872	.798	.827
	N	30	30	30	30	30	30

Correlations

		X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X2.5	TotalX2
X1.1	Pearson Correlation	.051	-.025	-.027	-.173	.004	-.039
	Sig. (2-tailed)	.788	.896	.887	.362	.982	.836
	N	30	30	30	30	30	30
X1.2	Pearson Correlation	.106	.034	.223	.103	.054	.134
	Sig. (2-tailed)	.578	.857	.235	.587	.776	.479
	N	30	30	30	30	30	30
X1.3	Pearson Correlation	.376 [*]	.216	.505 ^{**}	.271	.532 ^{**}	.501 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.041	.251	.004	.148	.002	.005
	N	30	30	30	30	30	30
X1.4	Pearson Correlation	.285	-.031	.217	.474 ^{**}	.195	.278
	Sig. (2-tailed)	.127	.872	.249	.008	.302	.138
	N	30	30	30	30	30	30
X1.5	Pearson Correlation	-.067	-.049	-.141	.225	-.091	-.046
	Sig. (2-tailed)	.725	.798	.467	.232	.631	.814
	N	30	30	30	30	30	30
TotalX1	Pearson Correlation	.247	.042	.243	.277	.222	.261
	Sig. (2-tailed)	.189	.827	.195	.139	.239	.163
	N	30	30	30	30	30	30
X2.1	Pearson Correlation	1	.374 [*]	.304	.417 [*]	.362 [*]	.627 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		.042	.102	.022	.050	.000
	N	30	30	30	30	30	30
X2.2	Pearson Correlation	.374 [*]	1	.592 ^{**}	.223	.543 ^{**}	.748 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.042		.001	.236	.002	.000
	N	30	30	30	30	30	30

LAMPIRAN 6

Uji Realibilitas

Reliability Statistics

Cronbach's	
Alpha	N of Items
.611	5

Reliability Statistics

Cronbach's	
Alpha	N of Items
.817	5

Reliability Statistics

Cronbach's	
Alpha	N of Items
.724	5

LAMPIRAN 7

Uji Spearman Correlation

Correlations

			DesainX1	VariabelY
Spearman's rho	DesainX1	Correlation Coefficient	1.000	.372*
		Sig. (2-tailed)	.	.043
		N	30	30
	VariabelY	Correlation Coefficient	.372*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.043	.
		N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			MaterialX2	VariabelY
Spearman's rho	MaterialX2	Correlation Coefficient	1.000	.401*
		Sig. (2-tailed)	.	.028
		N	30	30
	VariabelY	Correlation Coefficient	.401*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.028	.
		N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

			PelaksanaanX3	VariabelY
Spearman's rho	PelaksanaanX3	Correlation Coefficient	1.000	.447*
		Sig. (2-tailed)	.	.013
		N	30	30
	VariabelY	Correlation Coefficient	.447*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.013	.
		N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

LAMPIRAN 8

Surat Jalan

PROYEK: Grsp-38

LAPORAN MINGGUAN

TANGGAL: 23-02-22

NO	NAMA MATERIAL	JUMLAH		TOTAL	SATUAN	KET
		MINGGU LALU	MINGGU INI			
1	BESI BETON 19 MM				BATANG	
2	BESI BETON 16 MM	400		400	BATANG	
3	BESI BETON 13 MM	6000		6000	BATANG	
4	BESI BETON 10 MM	6250		6250	BATANG	
5	BESI BETON 8 MM	6500		6500	BATANG	
6	PAKU SERI 10 CM	11		11	DUS	
7	PAKU SERI 7 CM	34	9	43	DUS	
8	PAKU SERI 4 CM	15	2	17	DUS	
9	KAWAT BENDRAT	70		70	ROLL	
10	KASO 4x6x3 M	58,631	7,041	65,672	M3	
11	BALOK 4x6x3 M	13,03		13,3	M3	
12	TRIPLEX 4x8x3	1580		15	LEMBAR	
13	SEMEN MP / TIGA RODA	1000		1000	ZAK	
14	PLESTERAN 875	960	800	1760	ZAK	
15	LEM HEBEL	372	86	458	ZAK	
16	LEM KRAMIK LANTAI				ZAK	
17	LEM KRAMIK DINDING				ZAK	
18	ACIAN				ZAK	
19	HEBEL R/UECK	184,1		184,1	M3	
20	HEBEL 15x20x60	12,6		12,6	M3	
21	BATA MERAH	42.000	21.000	63.000	PCS	
22	PIPA AW 4" ABU	80	15	95	BATANG	
23	PIPA AW 4" PUTIH	170		170	BATANG	
24	PIPA D 4" ABU	40	15	55	BATANG	
25	PIPA D 4" PUTIH	30	40	70	BATANG	
26	PIPA AW 3" PUTIH	70		70	BATANG	
27	PIPA D 3" PUTIH	45	30	75	BATANG	
28	PIPA AW 2" PUTIH	90		90	BATANG	
29	PIPA D 2" PUTIH	60	20	80	BATANG	
30	PIPA AW 1" PUTIH	30		30	BATANG	
31	PIPA AW 3/4"	270		270	BATANG	
32	DOP 4'	180		180	PCS	
33	DOP 3'	180		180	PCS	
34	DOP 2'	100		100	PCS	
35	DOP 1'				PCS	
36	DOP 3/4'	220		220	PCS	
37	KENIE 4' 90	170		170	PCS	
38	KENIE 4' 45	340	50	390	PCS	
39	KENIE 3' 90	80	50	130	PCS	
40	KENIE 3' 45	160	50	210	PCS	
41	KENIE 2' 90	145		145	PCS	
42	KENIE 2' 45	230		230	PCS	
43	KENIE 1' 90				PCS	
44	KENIE 3/4'	300	150	450	PCS	
45	TY 4' 90	58		58	PCS	
46	TY 4x3 45	120		120	PCS	
47	TY 4x2 45	10		10	PCS	
48	TY 3'x3	45		45	PCS	
49	TY 3x2	60		60	PCS	
50	V-SOCK 4x2	30		30	PCS	
51	V-SOCK 3x2				PCS	
52	V-SOCK 1x3/4				PCS	
53	TEE 4x1				PCS	
54	TEE 3/4				PCS	
55	LEM PIPA	192		192	PCS	
56	Abu Batu	113,5	23,97	137,47	M ³	
57	Japan Bauplang	110		110	Lembar	Cbs

JAKARTA 23 - 02 - 2022
PELAKSANA/LOGISTIK

LAMPIRAN 9

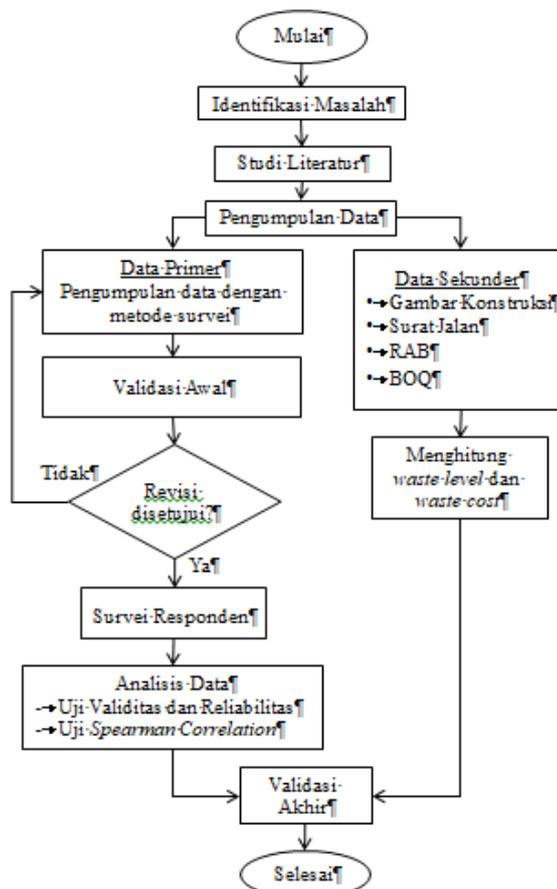
Kuesioner Validasi Akhir

Kepada Yth.

Bapak

Perkenalkan nama saya Sophian Ibnu Hermawan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Pradita. Pada semester ini saya sedang melakukan penelitian dalam rangka penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) yang berjudul “Analisis Limbah Konstruksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan *Cluster Mozart Phase 2*”. Ada dua hasil penelitian yang saya dapatkan yaitu pertama dari hasil penelitian data primer dan yang kedua dari hasil penelitian data sekunder.

Berikut kerangka penelitian yang saya lakukan dalam penelitian ini:



1. Hasil penelitian data primer menggunakan metode survei responden dengan instrument berupa penyebaran kuesioner. Penyebaran kuesioner dilakukan kepada *Project Manager*, *Site Manager*, *Building Inspector*, dan *Quality Control* dari pihak *owner* maupun dari pihak kontraktor pada proyek perumahan Kluster Mozart Tahap 2. Dalam Skripsi ini saya menganalisis menggunakan metode Uji *Spearman Correlation*. Output yang didapat dari Uji *Spearman Correlation* tersebut sebagai berikut:

- Adakah **hubungan atau korelasi** antara variabel Desain (X1), Material (X2), dan Pelaksanaan (X3) terhadap variabel Faktor Penyebab Limbah Konstruksi (Y).
- **Kekuatan korelasi**, yaitu kekuatan yang dihasilkan antara variabel X terhadap variabel Y apakah sangat lemah, lemah, sedang, kuat, atau sangat kuat.
- **Arah korelasi**, yaitu arah korelasi yang dihasilkan antara variabel X terhadap variabel Y apakah positif atau negatif. Apabila hasilnya positif maka searah, yang artinya semakin besar nilai satu variabel, semakin besar pula nilai variabel lainnya. Sedangkan apabila hasilnya negatif maka berlawanan arah, yang artinya semakin besar nilai satu variabel, semakin kecil nilai variabel lainnya.

Berikut untuk daftar indikator variabel yang saya teliti:

Variabel Terikat (Y)	Kode	Variabel Bebas (X)	Kode	Indikator
Faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi	X ₁	Desain	X _{1.1}	Ketidaklengkapan dokumen kontrak
			X _{1.2}	Perubahan desain oleh pemilik proyek
			X _{1.3}	Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan
			X _{1.4}	Pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik sehingga ketika digunakan mudah mengalami kerusakan
			X _{1.5}	Kurang detailnya gambar kerja
	X ₂	Material	X _{2.1}	Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya
			X _{2.2}	Kerusakan material dalam perjalanan
			X _{2.3}	Perlakuan yang kasar terhadap material
			X _{2.4}	Penempatan material yang kurang tepat
			X _{2.5}	Penurunan material yang kurang hati-hati
	X ₃	Pelaksanaan	X _{3.1}	Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi
			X _{3.2}	Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik
			X _{3.3}	Cuaca yang buruk
			X _{3.4}	Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti

2. Hasil penelitian dari data sekunder berupa *waste level* dan *waste cost* dari setiap kontraktor yang ada di *Cluster Mozart Phase 2*. Limbah yang saya tinjau hanya limbah beton, besi dan bekisting. Berikut perhitungan untuk *waste level* dan *waste cost*:

○
$$Waste\ level = \frac{Volume\ waste}{Volume\ kebutuhan\ material}$$

Keterangan:

Volume *waste* = volume material terpakai-volume material terpasang

Volume kebutuhan material = volume kebutuhan material yang ditinjau

○
$$Waste\ cost = waste\ level \times \% \text{ bobot pekerjaan} \times \text{total nilai kontrak}$$

Keterangan:

% bobot pekerjaan x total nilai kontrak = jumlah harga material

KUESIONER VALIDASI AKHIR

Petunjuk Pengisian

3. Isilah data dibawah ini dengan lengkap dan sebenar-benarnya
4. Berilah tanda ceklis (✓) pada salah satu pilihan jawaban yang tersedia sesuai pendapat anda.

Identitas Responden

6. Nama (beserta gelar) :
7. Asal perusahaan :
8. Jabatan :
9. Pengalaman kerja : bulan/tahun*
10. Pendidikan terakhir : SMA/SMK, D3, S1, S2, S3*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Pengisian Kuesioner dari Data Primer

1. Analisis variabel **Desain (X1)** terhadap **Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)**
 - 1.1. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **terdapat korelasi atau hubungan** antara variabel Desain (X1) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y).
 - Dari pernyataan diatas apakah Bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?
 Setuju

Tidak Setuju

- Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

1.2. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **kekuatan korelasi** antara variabel Desain (X1) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **lemah**

- Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?

Setuju

Tidak Setuju

- Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

- Menurut Bapak, manakah kekuatan korelasi paling kuat antara indikator variabel yang diuji?

- X1.1 Ketidaklengkapan dokumen kontrak
- X1.2 Perubahan desain oleh pemilik proyek
- X1.3 Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan
- X1.4 Pemilihan kualitas material yang dibeli kurang baik sehingga ketika digunakan mudah mengalami kerusakan
- X1.5 Kurang detailnya gambar kerja

1.3. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **arah korelasi** antara variabel Desain (X1) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **positif**. Sehingga besar nilai variabel Desain maka semakin besar pula nilai variabel Y.

- Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?

Setuju

Tidak Setuju

- Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

2. Analisis variabel **Material (X2)** terhadap **Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)**

- a. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **terdapat korelasi atau hubungan** antara variabel Material (X2) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y).
- Dari pernyataan diatas apakah Bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
 - Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas
- b. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **kekuatan korelasi** antara variabel Material (X2) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **sedang**
- Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
 - Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

- Menurut Bapak, manakah kekuatan korelasi paling kuat antara indikator variabel yang diuji?
 - X2.1 Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya
 - X2.2 Kerusakan material dalam perjalanan
 - X2.3 Kurang memperhatikan ukuran produk yang digunakan
 - X2.4 Penempatan material yang kurang tepat
 - X2.5 Penurunan material yang kurang hati-hati
- c. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **arah korelasi** antara variabel Material (X2) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **positif**. Sehingga besar nilai variabel Desain maka semakin besar pula nilai variabel Y.
 - Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
 - Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

3. Analisis variabel **Pelaksanaan (X3)** terhadap **Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y)**

1.1. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **terdapat korelasi atau hubungan** antara variabel Pelaksanaan (X3) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y).

- Dari pernyataan diatas apakah Bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
- Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

1.2. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **kekuatan korelasi** antara variabel Pelaksanaan (X3) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **sedang**

○ Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?

Setuju

Tidak Setuju

○ Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

○ Menurut Bapak, manakah kekuatan korelasi paling kuat antara indikator variabel yang diuji?

X3.1 Kurang kesadaran pekerja mengenai limbah konstruksi

X3.2 Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik

X3.3 Cuaca yang buruk

X3.4 Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti

X3.5 Pekerja kurang terampil

1.3. Dari hasil analisis menggunakan Uji *Spearman Correlation* **arah korelasi** antara variabel Pelaksanaan (X3) dengan Faktor Terjadinya Limbah Konstruksi (Y) adalah **positif**. Sehingga besar nilai variabel Desain maka semakin besar pula nilai variabel Y.

○ Dari pernyataan diatas, apakah bapak setuju akan hasil analisis yang didapat?

Setuju

Tidak Setuju

○ Tanggapan/komentar terhadap pernyataan di atas

Pengisian Kuesioner dari Data Sekunder

*Keterangan = Apabila terdapat hasil penelitian minus (-), maka tidak ada kerugian atau tidak ada limbah yang dihasilkan.

1. Limbah Beton

1.1. *Waste level* yang dihasilkan berdasarkan perhitungan peneliti adalah **2,63%**

○ Dari hasil *waste level* untuk limbah beton diatas apakah Bapak setuju untuk hasil tersebut?

Setuju

Tidak Setuju

- Menurut Bapak, apa saja faktor penyebab terjadinya limbah beton tersebut?

1.2. *Waste cost* yang dihasilkan berdasarkan perhitungan peneliti adalah **Rp. 12.045.821**

- Dari hasil *waste cost* untuk limbah beton diatas apakah Bapak setuju untuk hasil tersebut?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
- Menurut Bapak, bagaimana cara meng-efisiensikan biaya dari limbah beton tersebut?

2. Limbah besi

2.1. *Waste level* yang dihasilkan berdasarkan perhitungan peneliti adalah **3,20%**

- Dari hasil *waste level* untuk limbah besi diatas apakah Bapak setuju untuk hasil tersebut?

Setuju

Tidak Setuju

- Menurut Bapak, apa saja faktor penyebab terjadinya limbah besi tersebut?

2.2. *Waste cost* yang dihasilkan berdasarkan perhitungan peneliti adalah **Rp. 40.015.988**

- Dari hasil *waste cost* untuk limbah besi diatas apakah Bapak setuju untuk hasil tersebut?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
- Menurut Bapak apabila terdapat kerugian biaya, bagaimana cara meng-efisiensikannya?

3. Limbah triplek

***Waste level* dan *waste cost* yang dihasilkan berdasarkan perhitungan peneliti hasilnya minus (-), karena triplek bisa digunakan beberapa kali.**

- Apakah Bapak setuju dari hasil penelitian perhitungan *waste level* dan *waste cost* pada limbah triplek tersebut?
 - Setuju
 - Tidak Setuju
- Berapa kali triplek digunakan sebagai pembuatan bekisting pada proyek perumahan *Cluster Mozart Phase 2*?
 - 2 kali

3 kali

4 kali

lebih dari 4 kali

Demikian kuesioner sebagai validasi akhir dari hasil penelitian saya. Hasil dari penelitian ini akan saya samarkan hal-hal yang bersifat rahasia. Terima kasih atas waktu serta pendapat yang telah Bapak berikan. Apabila terdapat kesalahan nama atau penulisan dalam penyusunan kuesioner ini saya meminta maaf yang sebesar-besarnya. Semoga Bapak dan keluarga selalu dalam keadaan sehat.

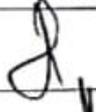
Salam hormat,

Sophian Ibnu Hermawan

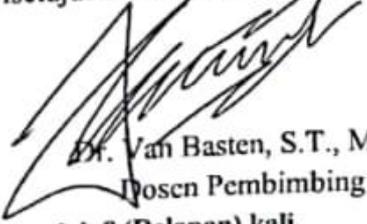
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pradita
Scientia Business Park Tower 1, Blok 0/1, Jl. Boulevard Gading Serpong, Kelapa Dua
Tangerang, Banten 15810

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Sophian Ibnu Hermawan
Nim : 1810107001
Bentuk Tugas Akhir : (skripsi/~~tugas-akhir~~/~~publikasi~~/~~karya-akhir~~/~~proyek-akhir~~) *coret yang tidak perlu
Peminatan : Manajemen Rekayasa Konstruksi
Pembimbing : Dr. Van Basten, S.T., M.T.
Judul Tugas Akhir : Analisis Limbah Konstruksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan Cluster Mozart Phase 2

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Paraf Dosen
1.	26 Februari 2022	Bimbingan mengenai topik yang akan diambil dalam Tugas Akhir	
2.	7 Maret 2022	Bimbingan bab 1	
3.	13 Maret 2022	Perbaikan bab 1 dan bimbingan bab 2	
4.	15 Maret 2022	Bimbingan mengenai metodologi penelitian	
5.	24 Maret 2022	Perbaikan bab 3 sebelum sidang sempro	
6.	12 April 2022	Bimbingan terkait revisi dosen penguji pada saat sidang sempro	
7.	20 April 2022	Bimbingan bab 4	
8.	5 April 2023	Bimbingan hasil penelitian	
9.	18 April 2023	Perbaikan bab 4 dan bimbingan masih terkait hasil penelitian	
10.	28 Mei 2023	Perbaikan bab 4 dan bimbingan terkait kesimpulan	
11.	12 Juni 2023	Perbaikan bab 5	

Tangerang 21 Juni 2023
Disetujui Untuk Sidang Tugas Akhir


Dr. Van Basten, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing

Untuk dapat mendaftar sidang tugas akhir minimal bimbingan adalah 8 (Delapan) kali.

Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pradita
Scientia Business Park Tower 1, Blok 0/1, Jl. Boulevard Gading Serpong, Kelapa Dua
Tangerang, Banten 15810

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Sophian Ibnu Hermawan
 Nim : 1810107001
 Bentuk Tugas Akhir : (skripsi/tugas-akhir/publikasi/karya-akhir/proyek-akhir) *corot yang tidak perlu
 Peminatan : Manajemen Rekayasa Konstruksi
 Pembimbing : Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.
 Judul Tugas Akhir : Analisis Limbah Konstruksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Proyek Studi Kasus: Perumahan Cluster Mozart Phase 2

No	Tanggal	Catatan Bimbingan	Paraf Dosen
1.	11 Maret 2022	Revisi penjelasan tahapan kuesioner	
2.	19 Juni 2023	Revisi penulisan	
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			

Tangerang 31 Juli 2023
Disetujui Untuk Sidang Tugas Akhir



Ir. Jason Lim, M.Eng., M.Sc.
Dosen Pembimbing

Untuk dapat mendaftar sidang tugas akhir minimal bimbingan adalah 8 (Delapan) kali.