

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu pilar utama dalam pertumbuhan ekonomi dan pemerataan pembangunan di Indonesia. Pemerintah secara konsisten mendorong percepatan proyek-proyek strategis nasional (PSN) untuk meningkatkan konektivitas dan daya saing bangsa. Sektor konstruksi, sebagai pelaksana utama, memegang peranan krusial dalam mewujudkan tujuan ini. Namun, industri konstruksi dikenal sebagai sektor yang kompleks, sarat dengan ketidakpastian, dan rentan terhadap berbagai permasalahan, salah satunya adalah inefisiensi yang berujung pada pemborosan (waste).

Waste dalam proyek konstruksi tidak hanya terbatas pada sisa material bangunan. Konsep waste mencakup spektrum yang lebih luas, termasuk waktu tunggu, pergerakan pekerja yang tidak perlu, proses kerja yang berlebihan, produksi berlebih, cacat produk, hingga inventaris yang menumpuk. Berbagai bentuk pemborosan ini secara langsung berdampak negatif pada kinerja proyek, menyebabkan pembengkakan biaya, keterlambatan jadwal penyelesaian, penurunan kualitas, dan bahkan dapat menimbulkan risiko keselamatan kerja. Oleh karena itu, identifikasi dan minimalisasi waste menjadi tantangan fundamental bagi para pelaku industri konstruksi.

Sebagai respons terhadap tantangan efisiensi tersebut, munculah filosofi *Lean Construction*. Diadaptasi dari *Lean Manufacturing Toyota Production System*, *Lean Construction* berfokus pada upaya memaksimalkan nilai (value) bagi pemilik proyek dengan cara meminimalkan atau mengeliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) atau waste. Penerapan prinsip-prinsip *Lean* terbukti mampu meningkatkan produktivitas, mengoptimalkan alur kerja, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan seluruh pihak yang terlibat dalam proyek.

Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu proyek yang memiliki skala besar dan kompleksitas tinggi. Proyek dengan nilai investasi yang signifikan dan tujuan strategis seperti pengendalian banjir, penyediaan air baku, dan irigasi sangat rentan terhadap berbagai jenis waste akibat durasi proyek yang panjang, banyaknya pihak yang terlibat, dan koordinasi yang rumit. Mengingat urgensi dan skala proyek ini, upaya untuk meningkatkan efisiensi dan menekan pemborosan menjadi sangat relevan.

Salah satu penyumbang waste konstruksi yang paling sering terjadi adalah pekerjaan beton. Seperti yang disebutkan oleh Haritha et al (2024) dalam jurnal yang berjudul *Reducing non-value added (NVA) activities through lean tools for the precast industry* yang dimuat dalam Jurnal Internasional *Heliyon*, disebutkan bahwa alat-alat dalam lean management dapat digunakan untuk mengurangi *non value added activities* untuk meningkatkan produktivitas dari industri beton precast. Namun secara spesifik, pada pekerjaan beton proyek konstruksi konvensional belum menjadi bahasan dalam penelitian tersebut. Sejalan dengan pendapat tersebut, Agana Parameswaran et al (2025) dalam jurnal yang berjudul *Application of lean techniques and tools in the precast concrete manufacturing process for sustainable construction: A critical review* yang

dimuat dalam jurnal internasional *Journal of Cleaner Production* menyebutkan bahwa tools lean construction yang digunakan paling banyak adalah Value Stream Mapping dan Just in Time.

Selain itu, Ibrahim et al, (2025) dalam penelitian yang berjudul *Trends and gaps in lean construction practices for construction of megaprojects: A critical review* yang dimuat dalam jurnal *Alexandria Engineering Journal* menyebutkan bahwa pada eksekusi mega proyek, prinsip lean construction masih perlu diintegrasikan dengan tools-tools lainnya untuk dapat mengeksekusi mega proyek dengan lebih efektif. Dari study yang dilakukannya, prinsip lean construction dapat meningkatkan efektivitas pelaksanaan mega proyek, namun masih menghadapi tantangan dalam implementasinya.

Pada proyek Bendungan Jenelata sendiri, untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pemborosan yang paling dominan dan signifikan dalam pekerjaan beton diperlukan sebuah metode analisis yang terstruktur. Dalam penelitian sebelumnya, Subhav, et al 2021 dalam penelitian yang berjudul *A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis* yang dimuat dalam jurnal internasional *Ain Shams Engineering Journal* menggunakan Metode Quantitative Survey yang diolah menggunakan SPSS dan Relative Importance Index untuk menunjukkan tingkat penggunaan tools dan teknik lean construction yang paling memberikan dampak dari persepsi pelaku industri konstruksi.

Dalam konteks pengurangan waste konstruksi, Musab et al, (2023) dalam penelitian yang berjudul *Strategies for reducing construction waste using lean principles* yang dimuat dalam jurnal internasional *Resources, Conservation & Recycling Advances* menghasilkan bahwa construction waste dengan menerapkan prinsip-prinsip lean construction dapat dikurangi hingga sebesar 10% yang semula 27% dibandingkan pada traditional management.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini akan menganalisis manajemen waste pada pekerjaan beton di Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata dengan sebagai bagian dari implementasi prinsip-prinsip lean construction menggunakan metode relative importance index. Metode Relative Importance Index (RII) adalah alat analisis kuantitatif yang umum digunakan dalam penelitian konstruksi untuk menentukan peringkat kepentingan relatif dari berbagai faktor berdasarkan persepsi para pemangku kepentingan. Dengan menggunakan RII, penelitian ini dapat secara objektif mengidentifikasi sumber-sumber pemborosan utama. Hasil analisis menggunakan metode Relative Importance Index diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis yang aplikatif bagi para pelaku proyek untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan meminimalkan dampak lingkungan, sehingga mendukung keberhasilan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

1.1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa rumusan masalah yang perlu diteliti lebih lanjut, yaitu:

1. Bagaimana penerapan Lean Construction dalam proyek pembangunan Bendungan Jenelata?
2. Faktor-faktor pemborosan apa saja yang paling dominan dalam proyek tersebut?

3. Bagaimana strategi penerapan Lean Construction terhadap upaya meminimalisasi waste pada proyek Bendungan Jenelata?

1.1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan di atas, tujuan penelitian adalah :

1. Menganalisis penerapan konsep Lean Construction dalam proyek pembangunan Bendungan Jenelata.
2. Menganalisis jenis dan faktor pemborosan (waste) yang terjadi selama proses konstruksi.
3. Mengembangkan upaya perbaikan penerapan Lean Construction terhadap pengurangan pemborosan pada proyek tersebut

1.1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi, khususnya terkait dengan penerapan Lean Construction dalam proyek pembangunan infrastruktur.
2. Memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan oleh pihak-pihak terkait dalam proyek pembangunan Bendungan Jenelata untuk meningkatkan efisiensi proyek dan meminimalkan pemborosan.
3. Sebagai masukan bagi pemerintah dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan proyek-proyek infrastruktur serupa untuk meningkatkan efektivitas penggunaan sumber daya.

1.1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata di Sulawesi Selatan, pada item pekerjaan beton.
2. Analisis dilakukan terhadap penerapan metode Lean Construction dalam upaya meminimalisasi waste.
3. Pembahasan pemborosan yang akan dianalisis mencakup pemborosan waktu, material, tenaga kerja, dan biaya.
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari dokumentasi proyek, wawancara, serta pengamatan langsung di lapangan.

1.2 Teori

1.2.1 Bendungan

Berdasarkan PP No. 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan, pengertian bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan/atau pasangan batu yang dibangun selain itu untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Pada umumnya, bangunan bendungan terdiri dari beberapa bangunan meliputi :

- a. Terowongan Pengelak (Diversion Tunnel)
Diversion tunnel merupakan terowongan yang digunakan untuk mengalihkan aliran sungai agar lokasinya menjadi kering yang memungkinkan pembangunan bendungan dilaksanakan secara teknis.
- b. Bendungan Utama (Main Dam)
Main Dam merupakan struktur utama yang berfungsi untuk membendung laju aliran sungai dan menaikkan tinggi muka air sungai dari elevasi awal.
- c. Bendungan Pengelak (Coffer Dam)
Coffer Dam merupakan bangunan penghalang atau pagar sementara seperti dinding yang kedap air. Bangunan ini dibuat untuk menghasilkan daerah yang kering yang aman terhadap keruntuhan tanah atau aliran air.
- d. Bendungan Pelana (Saddle Dam)
Saddle Dam merupakan bendungan yang terletak di tepi waduk yang berada pada daerah lebih rendah dari bendungan yang dibangun untuk mencegah keluarnya air dari waduk sehingga air waduk tidak mengalir ke daerah sekitarnya.
- e. Saluran Pelimpah (Spillway)
Spillway merupakan bagian dari struktur Bendungan yang berfungsi untuk melimpahkan debit kelebihan air pada saat banjir sebelum mencapai puncak bendungan untuk menghindari terjadinya over topping.
- f. Pintu Pengambilan (Intake)
Bangunan intake merupakan suatu bangunan pada bendung yang berfungsi sebagai penyadap aliran sungai untuk pengatur air irigasi.
- g. Kolam Olakan (Stilling Basin)
Stilling Basin merupakan suatu bangunan yang berfungsi untuk meredam energi yang timbul di dalam tipe air superkritis yang melewati pelimpah.

1.2.2 Proyek Konstruksi Bendungan Jenelata

Proyek Konstruksi Bendungan Jenelata adalah proyek strategis di Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan air, pengendalian banjir, dan menyediakan irigasi bagi lahan pertanian.

Fungsi dan tujuan pembuatan Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa, ini yaitu pengendalian banjir Sungai Jenelata, mengairi D.I Bili-bili, Bissua, dan Kampili, penyediaan air baku untuk Kota Makassar dan kebutuhan industri Takalar, potensi pembangkit listrik tenaga air 7 MW dan pengembangan daerah pariwisata, maka manfaat yang bisa diharapkan adalah:

- a. Menaikan cadangan air 223.6 juta m³
- b. Peningkatan luas tanam menjadi 26.773 ha, meliputi D.I Bili-bili (2.400 Ha), D.I Bissua (13.916 Ha), dan D.I Kampili (10.457 Ha).
- c. Peningkatan penyediaan air baku kota Makassar dan Takalar sebesar 6,05 m³ per detik
- d. Peningkatan intensitas tanam dari 100% menjadi 300% (padi - padi – palawija).
- e. Peningkatan taraf hidup masyarakat.

Adapun ruang lingkup pekerjaan terdiri dari

- a. Pekerjaan Persiapan

Lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan meliputi pekerjaan persiapan yang diawali dengan mobilisasi peralatan dan sumber daya, pembuatan sarana dan prasarana pekerjaan seperti kantor, barak kerja, bengkel, gudang dan fasilitas air bersih, pembersihan lahan, pembuatan jalan akses sementara termasuk pembuatan jembatan beley sepanjang 30 m, penyediaan listrik, pembuatan laboratorium beserta peralatan dan tambahan investigasi geologi untuk penyelesaian DED.

b. Pekerjaan Jalan Akses

Lingkup pekerjaan jalan akses meliputi pekerjaan galian, timbunan dan pembuatan jalan rigid yang bersifat permanen baik menaiki kelas jalan dan pembuatan jalan baru sepanjang 6,8 km

c. Pekerjaan Pengalihan (Channeling)

Lingkup pekerjaan pengalihan meliputi pekerjaan galian dan timbunan di hulu timbunan yang difungsikan pada saat melakukan pekerjaan galian di sungai.

d. Pekerjaan Bendungan CRFD

Lingkup pekerjaan bendungan CRFD mencakup pekerjaan galian tanah dan batu sesuai dengan batas elevasi pondasi yang dibutuhkan, pekerjaan beton plin sebesar 6.788 m³, pekerjaan timbunan berbagai zona sebesar 6.090.400 m³, pekerjaan beton facing concrete sebagai inti bendungan sebesar 49.275 m³, drilling dan grouting pada plin sepanjang 55.476 m', dan pekerjaan di puncak bendungan berupa finishing dan instrumentasi berupa inclinometer, piezometer, strain gauge, dan lain lain.

e. Pekerjaan Pelimpah

Lingkup pekerjaan pelimpah tengah meliputi pekerjaan galian tanah dan batu sesuai dengan pondasi yang dibutuhkan, pekerjaan beton berbagai mutu sebesar 613.643 m³, dan terowongan untuk pengelakan air sungai.

f. Pekerjaan Hidromekanikal

Lingkup pekerjaan hidromekanikal mencakup trash rack, pintu – pintu air, valve, pipa, dan lain lain.

g. Pekerjaan Perlengkapan Elektrikal dan Instalasi

Lingkup pekerjaan perlengkapan elektrikal dan instalasi mencakup pengadaan genset, panel listrik, grounding, kabel tegangan tinggi untuk menjamin prasarana PLTM.

h. Pekerjaan Bangunan Fasilitas Bendungan

Lingkup pekerjaan bangunan fasilitas bendungan mencakup rumah power, kantor operasional, gerbang, mesjid, beserta furniture didalamnya.

i. Pekerjaan Konservasi Tanah dan Air

Lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan adalah penimbunan Kembali area quarry menggunakan tanah overburden, pemasangan batu, saluran u ditch di disposal, dan lokasi kerja lainnya.

j. Pekerjaan Pengadaan K3

Lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan termasuk penyiapan RK3K, sosialisasi K3 berupa spanduk, poster dan papan informasi, pengadaan alat pelindung diri, asuransi, personil K3 dan fasilitas sarana kesehatan dan obat obatan, rambu rambu, dan lain lain terkait pengendalian resiko K3L.

1.2.3 Lean Construction

Menurut Koskela, dkk (2002) lean construction merupakan suatu cara dalam merencanakan sebuah prosedur produksi yang mana dapat meminimalisir terjadinya pemborosan (waste) dari penggunaan sumber daya dan Upaya meningkatkan nilai tambah secara optimal.

Lean Construction adalah pendekatan manajemen proyek konstruksi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan (waste), dan memaksimalkan nilai bagi semua pemangku kepentingan. Pendekatan ini diadaptasi dari konsep Lean Manufacturing yang pertama kali diperkenalkan oleh Toyota dalam sistem produksinya.

Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai Lean Construction.

- **1. Prinsip-Prinsip Lean Construction:**

Lean Construction memiliki beberapa prinsip utama yang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proyek konstruksi, yaitu:

- **Mengidentifikasi Nilai (Value):** Menentukan apa yang dianggap bernilai oleh klien atau pemilik proyek dan memastikan bahwa setiap proses dan kegiatan konstruksi berfokus pada penciptaan nilai tersebut.
- **Mengurangi Pemborosan (Waste):** Mengurangi pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah, seperti waktu tunggu, overproduksi, transportasi, inventaris yang berlebih, gerakan yang tidak perlu, cacat produk, dan kelebihan pemrosesan.
- **Aliran yang Lancar (Flow):** Memastikan aliran kerja yang lancar dan tidak terputus dari awal hingga akhir proses konstruksi, dengan meminimalkan gangguan atau hambatan yang dapat menyebabkan keterlambatan atau penundaan.
- **Penarikan Permintaan (Pull):** Produksi atau konstruksi dilakukan berdasarkan permintaan nyata, bukan prediksi, untuk menghindari overproduksi dan penyimpanan material yang tidak perlu.
- **Penyempurnaan Berkelanjutan (Continuous Improvement):** Selalu berusaha untuk melakukan perbaikan dalam setiap tahap proses konstruksi, baik dari segi kualitas, waktu, biaya, maupun keselamatan kerja.
- **Kolaborasi dan Komunikasi:** Meningkatkan kolaborasi dan komunikasi antara semua pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk pemilik, kontraktor, subkontraktor, dan pemasok.

1.2.4 Waste Management

Menurut Formoso, dkk (2002) merupakan kerugian yang ditimbulkan karena penggunaan sumber daya (material, waktu, dan modal) dalam suatu aktivitas yang membutuhkan biaya secara langsung ataupun tidak langsung namun pada produk akhir tidak terjadi penambahan nilai (value) bagi pengguna jasa konstruksi.

Ohno (1998) mengidentifikasi tujuh *waste* yaitu *defect, overproduction, waiting, transportation, inventory, motion, dan excess processing*. Liker (2004) menambah 1 waste *Not utilizing Talent*, hal ini kemudian dalam Waste Management dikenal dengan istilah “DOWNTIME”



Gambar 1.1 8 Waste of Lean

Lean Construction mengidentifikasi delapan kategori waste (sering dikenal sebagai "8 wastes of Lean") yang berasal dari Lean Manufacturing. Berikut penjelasan setiap jenis waste dalam konteks konstruksi:

1. **Defects**
Pekerjaan yang harus diulang atau diperbaiki karena kesalahan, spesifikasi yang tidak terpenuhi, atau kerusakan pada material.
2. **Overproduction (Produksi Berlebihan):**
Menghasilkan lebih banyak atau lebih cepat daripada yang diperlukan. Misalnya, mencetak atau memproduksi material lebih awal dari yang dibutuhkan, yang dapat menyebabkan penyimpanan berlebih dan potensi kerusakan.
3. **Waiting (Waktu Tunggu):**
Waktu yang hilang ketika pekerja, material, atau peralatan menunggu aktivitas sebelumnya selesai. Contohnya, pekerja menunggu material tiba atau menunggu instruksi lebih lanjut.
4. **Non-utilized Talent (Potensi Tenaga Kerja yang Tidak Terpakai) (Tambahan):** Tidak memanfaatkan keterampilan atau keahlian tim secara maksimal, yang dapat menghambat inovasi dan perbaikan.
5. **Transport (Transportasi):**
Pergerakan material, peralatan, atau informasi yang tidak perlu di lokasi konstruksi. Misalnya, mengangkut material dari satu tempat ke tempat lain yang sebenarnya tidak perlu jika perencanaan lokasi lebih baik.
6. **Inventory (Persediaan Berlebih):**
Material yang disimpan dalam jumlah berlebih atau terlalu dini, yang mengakibatkan ruang penyimpanan yang tidak efektif, kerusakan, atau keusangan.
7. **Motion (Gerakan yang Tidak Perlu):**

Gerakan yang tidak perlu dari pekerja atau peralatan, seperti mencari alat atau material yang tidak berada di tempat yang seharusnya.

8. Extra Processing (Pemrosesan Berlebih): Melakukan pekerjaan lebih dari yang diminta atau pekerjaan ulang yang seharusnya bisa dihindari. Misalnya, melakukan finishing ulang karena kesalahan atau spesifikasi yang tidak jelas.

1.2.5 Relative Importance Index

Teori Relative Importance Index (RII) adalah konsep yang digunakan untuk mengukur dan menilai tingkat kepentingan relatif dari berbagai faktor atau variabel dalam konteks penelitian atau survei. Ini adalah alat yang sangat berguna dalam bidang-bidang seperti manajemen proyek, konstruksi, pendidikan, dan ilmu sosial, di mana peneliti sering kali perlu memprioritaskan berbagai faktor berdasarkan persepsi atau penilaian responden.

Konsep Relative Importance Index (RII) ini berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan untuk menilai dan memprioritaskan berbagai faktor berdasarkan persepsi responden dalam penelitian survei. RII lebih merupakan teknik atau metode statistik yang telah diadopsi dan disesuaikan dari berbagai prinsip dasar statistik dan metodologi riset.

RII muncul sebagai hasil dari kebutuhan untuk menilai kepentingan relatif dari berbagai faktor dalam konteks di mana data kualitatif dari survei digunakan untuk pengambilan keputusan. Peneliti mulai menggunakan metode ini untuk mengubah data kualitatif menjadi metrik kuantitatif yang dapat diinterpretasikan.

RII digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu faktor dianggap penting oleh sekelompok responden. Ini berguna ketika ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan, dan peneliti perlu memahami mana yang paling penting berdasarkan perspektif responden.

Biasanya, responden diminta untuk menilai berbagai faktor menggunakan skala Likert, yang mungkin berkisar dari "Sangat Tidak Penting" hingga "Sangat Penting". Setiap tanggapan pada skala ini diberi bobot numerik, yang kemudian digunakan dalam perhitungan RII. Skala Likert adalah sebuah teknik yang digunakan dalam survei untuk mengukur sikap, opini, atau persepsi responden terhadap suatu subjek atau pernyataan. Dikembangkan oleh psikolog Rensis Likert pada tahun 1932. Namun penggunaan dari RII tidak hanya dapat digunakan pada skala likert. Tetapi semua jenis skala numerik dapat menggunakan RII untuk menentukan tingkat kepentingan secara relative pada jawaban responden.

Cara perhitungan RII melibatkan pemberian bobot pada setiap respon berdasarkan skala yang digunakan dalam survei. RII dihitung dengan rumus

$$RII = \frac{\sum W}{A \times N}$$

Dimana :

$\sum W$ jumlah dari semua bobot yang diberikan oleh responden untuk setiap faktor

A adalah nilai maksimum pada skala.

N adalah jumlah total responden yang menilai faktor tersebut.

Nilai RII berkisar antara 0 hingga 1. Nilai RII yang mendekati 1 menunjukkan bahwa faktor tersebut dianggap sangat penting oleh responden, sementara nilai yang mendekati 0 menunjukkan faktor yang dianggap kurang penting.

Keunggulan penggunaa RII adalah RII ini sangat sederhana untuk dihitung dan diinterpretasikan, serta memberikan gambaran yang jelas tentang prioritas responden. Ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih informasional. Namun ketebatasannya karena RII didasarkan pada persepsi subjektif responden, hasilnya mungkin dipengaruhi oleh bias persepsi. Selain itu, penggunaan skala Likert yang sempit mungkin tidak selalu menangkap nuansa dalam penilaian responden.

Saat ini, RII sering digunakan dalam penelitian akademis dan industri untuk mengukur dan menganalisis data survei. Banyak studi yang berfokus pada penilaian risiko, kepuasan pelanggan, atau kriteria keberhasilan menggunakan RII untuk memberikan gambaran yang jelas tentang apa yang paling penting bagi pemangku kepentingan

1.2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 1-1. Penelitian terdahulu

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
1	Application of lean techniques and tools in the precast concrete manufacturing process for sustainable construction: A critical review	Agana Parameswaran, Vivian WY. Tam, Linna Geng, (2025), Jurnal : Journal of Cleaner Production. SJR : 2.174 Q1	Mengeksplorasi aplikasi dan dampak dari lean techniques and tools di sektor beton pracetak	Tinjauan kritis tiga tahap terhadap 35 publikasi yang sangat relevan dari tahun 1999 hingga 2024, yang mengeksplorasi aplikasi dan dampak dari teknik dan alat ramping di sektor beton pracetak.	Mengidentifikasi bahwa Value-Stream Mapping (VSM), dan Just-In-Time (JIT) merupakan tools lean construction yang paling banyak digunakan di area ini.	Penelitian berfokus terhadap metode apa saja yang paling sering digunakan untuk meningkatkan produksi beton pracetak
2	Strategies for reducing construction waste using lean principles	Musab Jamal Maraqa, Rafael Sacks, Sabrina Spatari, (2023), Jurnal : Resources, Conservation & Recycling	Mengidentifikasi metode-metode untuk mereduksi waste pada proyek konstruksi sesuai prinsip lean	Membandingkan metode yang sudah dilakukan kontraktor antara management traditional dengan VDC dan Lean	Teknik konstruksi ramping dalam berbagai proses konstruksi dapat meningkatkan konstruksi dengan mengurangi emisi gas rumah kaca	Penelitian berfokus pada perbandingan metode tradisional terhadap VDC dan Lean.

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
		Advances. SJR : 1.385 Q1			selama tahap konstruksi, sehingga dapat memitigasi perubahan iklim dan pemborosan lingkungan dalam konstruksi.	
3	Reducing non-value added (NVA) activities through lean tools for the precast industry	Haritha Malika Dara, Ashwin Raut, Musa Adamu, Yasser E. Ibrahim, Prachi Vinod Ingle, 2024, Jurnal : Heliyon, SJR : 0.644 Q1	Menyelidiki penggunaan alat-alat lean dalam meminimalkan aktivitas yang tidak menambah nilai (NVA) di konstruksi	Integrative Literature Review (ILR), survey kuesioner	Didapatkan hasil hubungan yang signifikan antara Lean Tools pada Non Value Added (NVA) Activities, sehingga Lean Tools dapat digunakan sebagai alat untuk meningkatkan produktivitas	Study dilakukan pada industry precast, belum merujuk kepada industry konstruksi dalam tahap pelaksanaan
4	A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis	Subhav Sing, Kaushal Kumar, 2021, Jurnal : Ain Shams Engineering Journal, SJR : 1.076 Q1	Penggunaan Visual Management Tools yang membantu meningkatkan efisiensi dan nilai proyek konstruksi proyek	Survey, SPSS dan Relative Importance Index	Studi ini menyimpulkan bahwa alat dan teknik lean yang paling signifikan dan penting	Penelitian ini berfokus kepada tools yang berperan lebih baik dalam implementasi lean construction

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
					adalah Big rooms, 5S, LPS, dan BIM dengan nilai RII masing-masing sebesar 92%, 91%, 90%, dan 88%.	
5	TRIZ as an innovation tool for opportunity management and Lean Construction	Tobias O. Malvik (2024), Jurnal : Procedia Computer Science, SJR : 0.471	Integrasi Teori Pemecahan Masalah Inventif (TRIZ) ke dalam praktik manajemen proyek, terutama di samping manajemen peluang dan metodologi Lean Construction	Melakukan survey kepada lebih 100 responden dan literature review	Pembuktian teoretis dan pendekatan praktis TRIZ untuk inovasi dan meningkatkan keberhasilan proyek dalam proyek konstruksi.	Membahas metode dalam peningkatan produktivitas dengan TRIZ dalam konsep lean construction
6	Trends and gaps in lean construction practices for construction of megaprojects: A critical review	Abdelazim Ibrahim, Tarek Zayed, Zoubeir Lafhaj, 2025, Jurnal : Alexandria Engineering Journal, SJR : 1.037 Q1	Untuk memberikan gambaran komprehensif tentang karakteristik dan status penerapan LC dalam proyek-proyek besar,	Literature Review, dan Qualitative Content Analysis	Menerapkan Prinsip Lean untuk Pelaksanaan Proyek Besar yang Efektif dan Praktik Lean serta Integrasinya	Penelitian berfokus pada prinsip lean construction secara umum

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
			sekaligus mengidentifikasi celah penelitian dan tren masa depan.		dengan Alat Lainnya	
7	Implementation of Lean Construction to Reduce Waste with the Value Stream Analysis Tools (VALSAT) Method in the Project Casting Process	Ananda Rizqullah Adhirajasa, Yetty Dwi Lestari, (2024), Jurnal : Southeast Asian Business Review	Mengidentifikasi waste yang terjadi pada proses pengecoran proyek yang dilakukan oleh CV. Wishitama dengan menggunakan tools value stream analysis (VALSAT) dan memberikan usulan perbaikan dengan fishbone diagram pada proses pengecoran proyek yang dilakukan oleh CV. Wishitama.	Menggunakan pendekatan kualitatif dan studi kasus dengan alat analisis value stream analysis (VALSAT) dan analisis fishbone diagram	Mengidentifikasi empat jenis pemborosan yang diprioritaskan untuk dihilangkan, yaitu, overprocessing, produk cacat, antrian, dan gerakan	Penelitian ini menggunakan VALSAT dan fishbone diagram untuk menentukan waste yang diprioritaskan untuk dihilangkan
8	Implementasi Lean Construction pada Proyek	Rani Risty Fauzi (2024)	Menganalisis penerapan Lean Construction untuk mengurangi	Studi kasus menggunakan metode Last Planner System	Penurunan waktu penyelesaian proyek sebesar 15% dan	Penelitian berfokus pada last planner system, belum berfokus

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
	Pembangunan Bendungan XYZ		pemborosan waktu dan biaya pada proyek pembangunan bendungan.	(LPS) dan analisis Value Stream Mapping (VSM) pada proyek bendungan skala besar.	pengurangan biaya hingga 10%.	terhadap waste management
9	Analisis Efisiensi Lean Construction dalam Pembangunan Jalan Raya	Archia Itqan (2020)	Meningkatkan efisiensi konstruksi jalan raya melalui identifikasi pemborosan dan penerapan prinsip-prinsip Lean Construction.	Penggunaan metode simulasi berbasis Critical Chain Project Management (CCPM) dan 5S untuk mengoptimalkan jadwal dan penggunaan sumber daya.	Efisiensi biaya meningkat hingga 12% dan waktu penyelesaian berkurang 10%.	Penelitian berfokus kepada Analisa efisiensi secara keseluruhan, belum spesifik terkait pengendalian waste.
10	Penerapan Lean Construction menggunakan Root Cause Analysis dan Metode Borda dalam mengidentifikasi Waste Non-	Tri Okto Pamungkas, Muji Rifai, Koosdaryani Soeryodarundino (2024), Jurnal : Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal	Mengetahui variabel dan faktor waste berupa non-value added activity yang sering terjadi pada Proyek Pembangunan Bendungan Jragung Paket I PT	Menggunakan root cause analysis dan metode Borda	Didapatkan variabel <i>waste</i> yang paling dominan adalah variabel <i>money</i> dengan faktor terjadi kesalahan saat perhitungan RAB	Penelitian menggunakan metode root cause analysis untuk menentukan variable yang paling berpengaruh

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
	Value Added Activity (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Bendungan Jragung Paket I PT Waskita Karya)		Waskita Karya Kabupaten Semarang			
11	Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang)	Ahmad Chasan Mudzakir, Arif Setiawan, M. Agung Wibowo, Riqi Radian Khasani. (2017), Jurnal : Jurnal Karya Teknik Sipil, Undip	Mengevaluasi pemborosan (waste) yang terjadi pada proyek gedung serbaguna dan penerapan Lean Construction untuk meningkatkan efisiensi.	Studi kasus dengan analisis jenis waste utama menggunakan metode Fishbone dan penerapan Last Planner System (LPS) untuk pengelolaan waktu dan aktivitas.	Identifikasi waste terbesar pada transportasi material dan waktu tunggu; penerapan LPS mampu mengurangi pemborosan hingga 15%.	Penelitian berfokus pada satu proyek spesifik dan belum membahas pengintegrasian prinsip Lean dengan teknologi digital seperti BIM.
12	Analisis pengaruh faktor-faktor produktivitas kerja	Noviyarsi, M. Nursyaifi Yulius, Yusrizal Bakar, Eva Suryani, (2023), Jurnal : Jurnal	Menganalisis pengaruh faktor-faktor produktivitas kerja proyek konstruksi di Kota Padang. Penelitian	Menggunakan Relative Importance Index (RII) dan Analisis Regresi.	Hasil RII menunjukkan 9 variabel sangat mempengaruhi produktivitas kerja proyek konstruksi	Penelitian berfokus kepada factor penunjang produktivitas

No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
	Proyek konstruksi dengan relative importance index (rii) dan regresi linear berganda	Integrasi Sistem Industri	menggunakan metode Relative Importance Index (RII) dan Analisis Regresi		dengan nilai RII berkisar antara 84,2%-89.6%.	
13	Analisis Relative Importance Indeks (RII) terhadap Faktor Penghambat Perkembangan Industri Konstruksi di Indonesia	Seng Hansen, (2024), Jurnal : Teknik, Undip	Menginvestigasi berbagai permasalahan yang menghambat perkembangan industri konstruksi di Indonesia	Integrative Literature Review (ILR), survey kuesioner, dan RII	Didapatkan lima peringkat teratas faktor penghambat secara keseluruhan adalah perubahan desain atau lingkup pekerjaan, diikuti dengan tender yang kompetitif, permasalahan terkait aspek pembayaran, keterbatasan waktu atau pelaksanaan pekerjaan yang dipercepat, dan lembur yang berlebihan.	Study yang dilakukan secara umum untuk proyek konstruksi

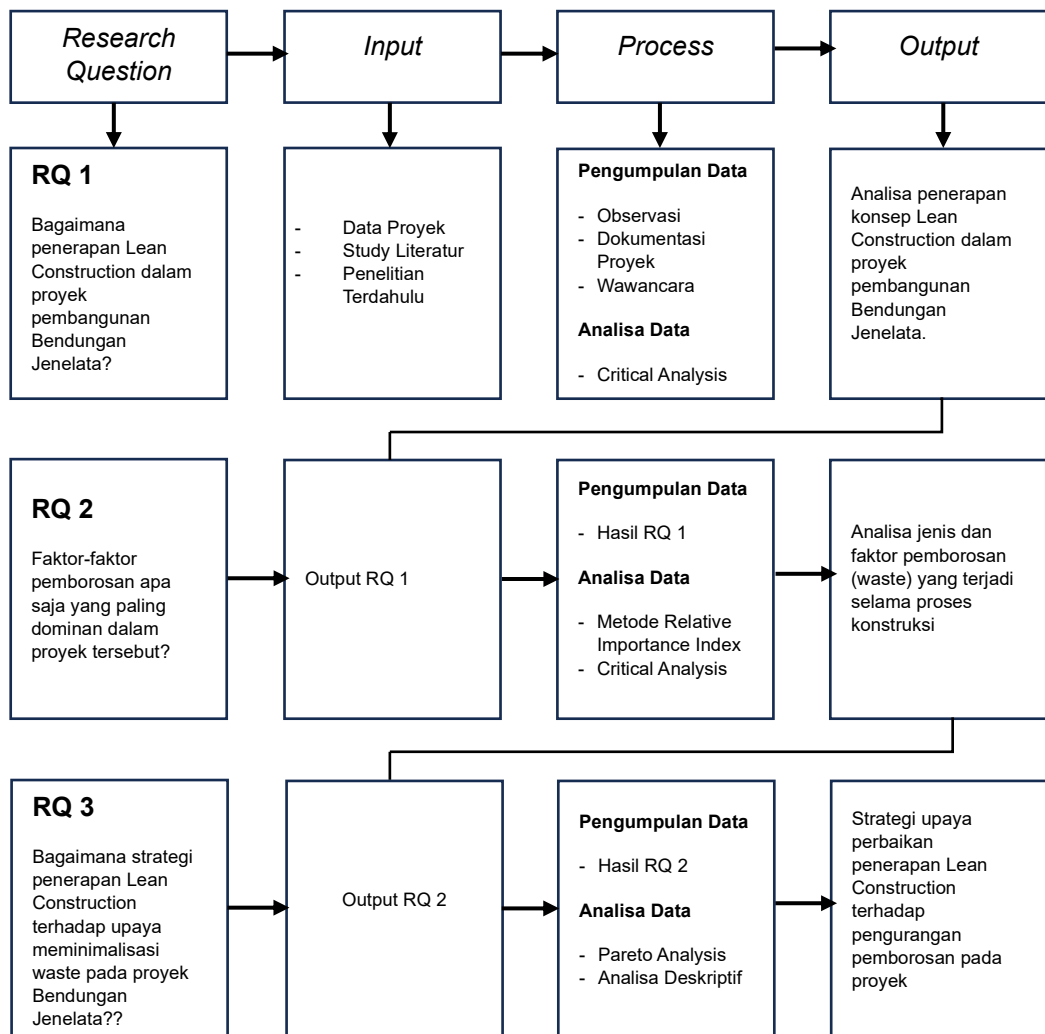
No.	Judul	Penulis, Tahun, Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	GAP Analisis
14	Minimising construction waste - a study by applying the lean construction techniques	Dr. V. Rengarajan, Dr.G.Sankararaman, Dr.S.Dinesh, Dr. S.T. Surulivel, Dr. V. Vijay Anand, Jurnal : Journal of Critical Reviews	Penelitian eksploratif dalam identifikasi limbah konstruksi dan teknik-teknik yang digunakan untuk menghilangkannya.	Survey Kuesioner, ANOVA dan Analisis Regresi Linier	Kategorisasi waste konstruksi dan Teknik yang baik untuk mengendalikannya	Penelitian sejenis, namun ruang lingkupnya masih belum spesifik untuk proyek bendungan

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data langsung Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata. Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yakni data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian dan data sekunder yang bersumber dari data kontrak, data teknis proyek dan juga literatur terdahulu yang relevan dengan topik yang diteliti. Penelitian ini berfokus pada manajemen waste di proyek bendungan Jenelata terutama pada pekerjaan beton.



Gambar 2.1 Kerangka Operasional Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan tahapan untuk memperoleh data atau informasi yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk menjawab pertanyaan penelitian ini, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Untuk menjawab RQ1, dilakukan metode pengumpulan data sebagai berikut:
 - a. Data Proyek, dilakukan dengan mengumpulkan data yang bersumber pada laporan proyek Bendungan Jenelata terkait implementasi Lean Construction yang sudah berjalan.
 - b. Study Literatur, dilakukan pengumpulan data yang bersumber dari jurnal jurnal relevan, serta kajian terdahulu dengan tujuan untuk mendapatkan data tentang penerapan metode lean construction pada proyek konstruksi terutama mengenai penerapan waste management
2. Untuk menjawab RQ2, dilakukan metode pengumpulan data sebagai berikut :
 - a. Output RQ1, yang merupakan hasil dari pengolahan analisa kritis terkait informasi penerapan Lean Construction, digunakan sebagai data untuk menjawab RQ2.
3. Untuk menjawab RQ3, dilakukan metode pengumpulan data sebagai berikut :
 - a. Output RQ2, dimana data ini dilengkapi dengan survei atau kuesioner kepada responden di proyek untuk menilai tingkat kepentingan setiap faktor pemborosan.

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari 2 data utama sebagai berikut

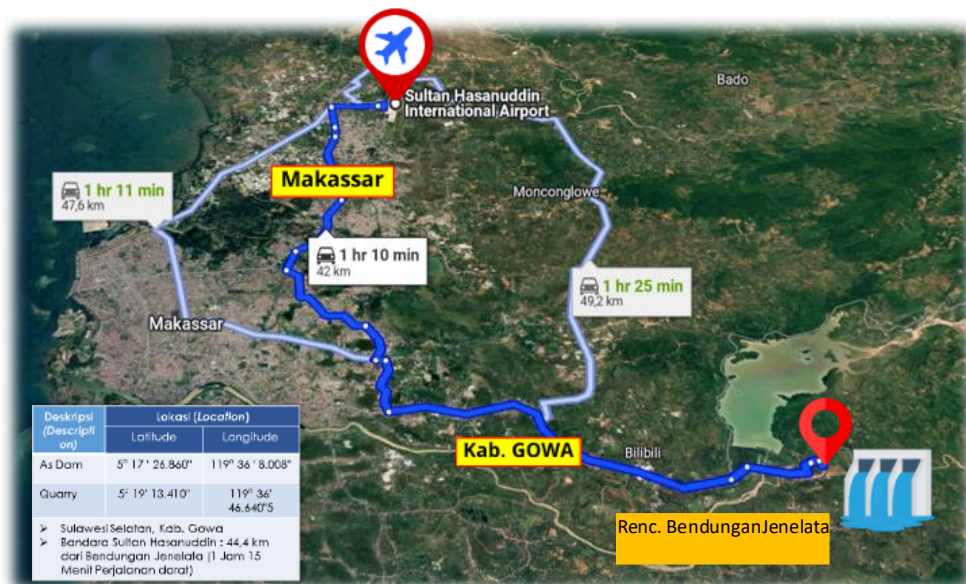
- a. Data Primer: Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lokasi proyek dan kuesioner yang diberikan kepada stakeholder proyek. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penerapan Lean Construction mempengaruhi pelaksanaan proyek dan pengurangan pemborosan.
- b. Data Sekunder: Data sekunder meliputi dokumentasi proyek, laporan kemajuan, dan dokumen lain yang berkaitan dengan manajemen dan operasional proyek pembangunan Bendungan Jenelata. Data ini diperoleh dari pihak manajemen proyek serta lembaga-lembaga terkait

Adapun data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan beberapa teknik berikut:

- a. Analisis Deskriptif: Digunakan untuk memberikan gambaran umum terkait kondisi penerapan Lean Construction di proyek Bendungan Jenelata.
- b. Analisis Statistik: Untuk mengukur hubungan antara penerapan Lean Construction dengan pengurangan pemborosan. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan metode regresi untuk melihat korelasi antara variabel independen dan dependen dengan menggunakan kuesioner yang ditujukan kepada stakeholder proyek yang memenuhi syarat. Uji ini dilakukan dengan menggunakan RII (Relative Importance Index) berdasarkan hasil kuesioner responden.
- c. Analisis Kualitatif: Wawancara dan observasi lapangan dianalisis secara kualitatif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terkait kendala dan peluang dalam penerapan Lean Construction

2.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata. Waktu penelitian dilakukan pada masa konstruksi Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata. Dari dimulainya proyek 16 Oktober 2023 sampai dengan Desember 2025. Proyek Bendungan Jenelata terletak di dekat Desa Pattalikang, Kecamatan Manuju, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Lokasi bendungan terletak di Sungai Jenelata dan hulu pertemuan Sungai Jenebarang dan Sungai Jenelata. Proyek ini berlokasi di antara $5^{\circ} 15' - 5^{\circ} 20'S$ dan $119^{\circ} 36' - 119^{\circ} 40'E$. Bendungan ini direncanakan dengan tampungan efektif 174,56 juta m³, tampungan normal 223,6 juta m³ dan tampungan mati 49,1 juta m³. Untuk panjang bendungan sekitar 1,5 km dengan tinggi 62,8 meter. Untuk debit banjir maksimus 3.607 m³/dtk dan debit banjir rencana (Q1000) : 1.685 m³/dtk dengan tipe Spillway (pelimpah) tengah. Tipe Bendungan merupakan CFRD atau Concrete Face Rockfill Dam (Bendungan Urugan Bantu Membrane Beton) dimana pekerjaan beton menjadi pekerjaan utama sebagai lapisan kedap.



Gambar 2.2 Lokasi Penelitian

Tabel 2-1 Timeline Penelitian

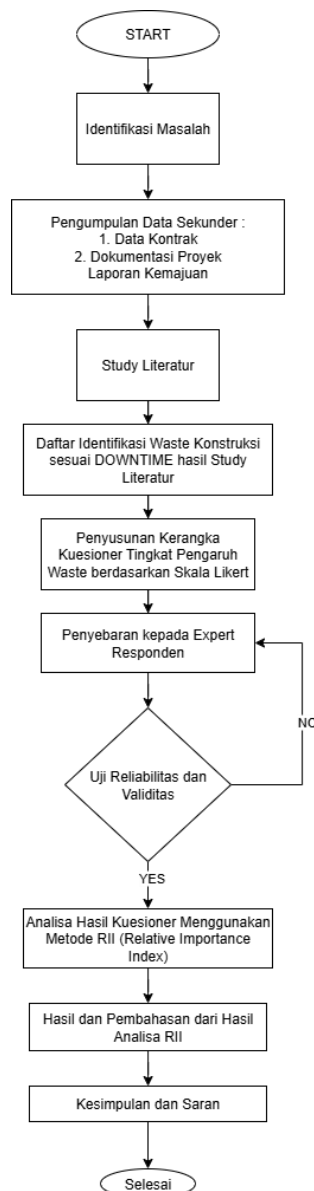
[illegible]

2.4 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran tentang penerapan konsep Lean Construction pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata.

Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur sejauh mana penerapan Lean Construction berpengaruh terhadap pengurangan waste pada proyek tersebut. Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara statistik untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel yang diteliti.

Adapun proses analisis dilakukan dengan proses sebagai berikut :



Gambar 2.3 Flowchat Penelitian

Penelitian ini diawali dengan tahap identifikasi masalah, yaitu merumuskan isu-isu utama yang berhubungan dengan timbulnya waste dalam proyek konstruksi. Setelah permasalahan terdefinisi dengan jelas, dilakukan pengumpulan data sekunder berupa data kontrak, dokumentasi proyek, dan laporan kemajuan yang relevan. Data sekunder ini berfungsi untuk memberikan gambaran awal mengenai kondisi proyek dan mendukung pemahaman terhadap potensi timbulnya pemborosan.

Tahap berikutnya adalah studi literatur, yang digunakan untuk meninjau teori, konsep, serta hasil penelitian terdahulu terkait waste konstruksi. Hasil studi literatur ini menjadi dasar dalam menyusun daftar indikator waste sesuai kategori DOWNTIME (*Defect, Overproduction, Waiting, Non-Utilized Talent, Transportation, Inventory, Motion, dan Extra Processing*). Daftar indikator tersebut selanjutnya diformulasikan dalam bentuk instrumen kuesioner, dengan skala Likert untuk mengukur tingkat pengaruh masing-masing indikator terhadap kinerja proyek.

Instrumen kuesioner kemudian disebarkan kepada responden ahli (expert respondents) yang memiliki kompetensi dalam bidang manajemen konstruksi. Data yang diperoleh dari kuesioner selanjutnya melalui tahap uji reliabilitas dan validitas, dengan tujuan memastikan bahwa instrumen yang digunakan dapat dipercaya (reliable) dan benar-benar mengukur konstruk yang dimaksud (valid). Apabila hasil uji menunjukkan instrumen belum memenuhi kriteria, dilakukan perbaikan. Namun, apabila instrumen terbukti reliabel dan valid, penelitian dilanjutkan pada tahap analisis.

Uji Reliabilitas dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen penelitian mampu menghasilkan data yang konsisten dan dapat dipercaya. Melalui uji ini, peneliti menilai apakah setiap item dalam instrumen memiliki tingkat keselarasan yang baik dalam mengukur konstruk yang sama. Instrumen yang reliabel akan memberikan hasil pengukuran yang relatif stabil dan tidak dipengaruhi oleh kesalahan acak, sehingga data yang dihasilkan layak digunakan sebagai dasar analisis dan penarikan kesimpulan penelitian. Reliabilitas diukur dengan menggunakan koefisien Cronbach Alpha, menurut Sujiyanto (2020) kuesioner dinyatakan reliabel jika nilai Cronbach Alpha lebih besar dari 0,6 dan jika nilai Cronbach Alpha lebih kecil dari 0,6 maka kuesioner dinyatakan tidak reliabel.

Uji Validitas digunakan untuk menilai sejauh mana setiap butir pertanyaan dalam instrumen penelitian mampu mengukur konstruk yang dimaksud secara tepat. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor masing-masing item dengan skor total variabel, di mana koefisien korelasi yang tinggi menunjukkan bahwa item tersebut relevan dan sejalan dengan konstruk yang diukur. Apabila nilai korelasi hitung lebih besar daripada nilai kritis yang ditetapkan, maka item dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian. Dalam penelitian ini, Program IBM SPSS Statistics versi 27 dapat digunakan untuk melakukan uji validitas dengan metode korelasi Product Moment (Sugiyono, 2021).

Uji validitas dengan metode Pearson Product Moment menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{[n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{\{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]\}}}$$

dengan :

r_{xy}	: koefisien korelasi antara skor item (X) dan skor total (Y)
X	: skor item
Y	: skor total variabel
n	: jumlah responden
ΣXY	: jumlah hasil perkalian skor X dan Y
ΣX^2	: jumlah kuadrat skor X
ΣY^2	: jumlah kuadrat skor Y

Dasar pengambilan keputusan atas hasil analisa validitas didasarkan pada perbandingan dengan nilai r_{tabel} yang merupakan nilai-nilai kritis yang untuk koefisien korelasi Pearson. Dalam penelitian ini, nilai signifikansi diambil sebesar 5% atau 0.05. Adapun pengambilan keputusan didapatkan pada kondisi sebagai berikut :

- a. Membandingkan nilai r_{hitung} dengan r_{tabel}
 - Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka data dinyatakan Valid
 - Jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka data dinyatakan Tidak Valid
- b. Membandingkan nilai signifikansi
 - Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka hubungan antara item dan total dianggap signifikan.
 - Jika nilai signifikansi $> 0,05$, maka hubungan tidak signifikan.

Setelah dilakukan pemeriksaan realibilitas dan validitas, data yang sudah didapatkan dianalisis dengan metode Relative Importance Index (RII). Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing indikator waste sehingga dapat diketahui indikator mana yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap efisiensi proyek. Selanjutnya, hasil analisis RII dibahas secara mendalam untuk memberikan interpretasi akademik maupun praktis mengenai faktor-faktor dominan penyebab waste dalam proyek konstruksi.

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisi ringkasan temuan utama penelitian, sedangkan saran diarahkan pada strategi atau rekomendasi yang dapat diterapkan untuk meminimalkan pemborosan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Dengan demikian, alur penelitian ini secara sistematis berkontribusi pada upaya peningkatan efisiensi dan penerapan prinsip Lean Construction di sektor konstruksi.