

ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

by Widinanta Emir Assidiqi

TUGAS AKHIR
ANALISIS *LEAN CONSTRUCTION* DALAM MANAJEMEN
MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK
PEMBANGUNAN ³GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA
KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA
SURABAYA



Disusun Oleh:
WIDINANTA EMIR ASSIDIQI
1432200013

¹PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS *LEAN CONSTRUCTION* DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

Disusun sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun Oleh:

WIDINANTA EMIR ASSIDIQI

1432200013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2026

FINAR PROJECT

LEAN CONSTRUCTION ANALYSIS IN MATERIAL MANAGEMENT AND MITIGATION STRATEGIES IN THE FACULTY OF CULTURAL SCIENCES BUILDING CONSTRUCTION PROJECT, CAMPUS B, UNIVERSITAS AIRLANGGGA, SURABAYA CITY

Prepared as a Requirement to Obtain ² of Engineering Degree (S.T.)

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



By:

WIDINANTA EMIR ASSIDIQI

1432200013

¹
**CIVIL ENGINEERING PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026

Nama : Widinanta Emir Assidiqi
NBI : 1432200013
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM
MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI
MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS
B UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

Surabaya, 24 Juni 2026

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing

Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.
NPP. 2043F.15.0660
Mengetahui

Dekan
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua
Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Dr. Ir. Ar.R.A.Retno Hasitijanti, M.T.,
IPU., IAI., APEC Eng
NPP.20440.91.0218

Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.
NPP.2043F.15.0660

² **SURAT PERNYATAAN** **KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Widinanta Emir Assdiqi

NBI/NPM : 1432200013

Alamat : Jl.Nginden 3 no 33, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya

Telpon/HP : 087873225879

Menyatakan bahwa **“TUGAS AKHIR”** yang telah saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan strata (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya judul:

“ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA”

Dokumen ini merupakan hasil riset mandiri saya tanpa melakukan penjiplakan terhadap hasil karya pihak lain. Jika di masa mendatang muncul gugatan kepemilikan dari pihak ketiga, hal tersebut sepenuhnya menjadi tanggung jawab pribadi saya dan bukan tanggung jawab dosen pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri. Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 24 Juni 2026

Yang Menyatakan,

Widinanta Emir Assidiqi

NBI. 1432200013



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
Email : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

¹ Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Widinanta Emir Assidiqi
NBI : 1432200013
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir Strata 1

Sebagai kontribusi terhadap penyebaran sains, saya mendelegasikan **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** kepada Unit Perpustakaan Untag Surabaya atas karya ilmiah ini yang berjudul :

**“ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN
MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK
PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B
UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA”**

² Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Pada
Tanggal : 24 Juni 2026

Surabaya, 24 Juni 2026

Widinanta Emir Assidiqi
NBI. 1432200013

Puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga pen dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **"Analisis Lean Construction dalam Manajemen Material dan Strategi Mitigasi Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya"** ini dengan lancar. Penelitian ini disusun sebagai salah satu bentuk kontribusi akademik dalam bidang manajemen konstruksi, khususnya dalam upaya meningkatkan efisiensi pengelolaan material melalui pendekatan *Lean Construction*. Peneliti menyadari bahwa tersusunnya penelitian ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak.

Dengan segala hormat dan rasa terima kasih yang tulus, peneliti menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ibunda Wisnu Setiyati, pintu surga, idola, dan separuh nafas penulis, serta sumber kekuatan di setiap langkah perjalanan ini. Tiada hari yang indah tanpa do'a, kasih sayang, dan dukungan tanpa batas dari ibunda, yang menjadi sumber semangat bagi penulis untuk terus maju, bahkan ketika perjalanan terasa berat dan gelap.
2. Ayahanda Aris Abidin, sosok yang menjadi teladan dan garda terdepan bagi peneliti. Beliau tidak pernah mengenal lelah untuk menghantarkan putera semata wayangnya ini meraih impian-impian, hingga akhirnya bisa mendapatkan gelar Sarjana. Setiap tetes keringat, do'a, cinta, dan dukungan tanpa pamrih yang beliau berikan adalah alasan penulis bisa berdiri kokoh di sini.
3. Keluarga tercinta, kata-kata tidak akan pernah cukup untuk mengungkapkan betapa besar rasa terima kasih penulis. Kalian adalah sumber kebahagiaan yang tak ternilai dalam perjalanan ini.
4. Ibu Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya sekaligus dosen pembimbing, yang telah memberikan arahan, dukungan, serta dengan penuh kesabaran dan dedikasi membimbing dan mendampingi peneliti selama proses studi hingga penyusunan penelitian ini.
5. Ibu Dr. Ir. Dika Ayu Safitri S.T., M.T., PhD., selaku Koordinator Tugas Akhir serta Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan arahan sepanjang perjalanan penulis di dunia perkuliahan ini. Beliau tidak hanya memberikan bimbingan akademik, tetapi juga memberikan arah dalam hal kehidupan pribadi dan profesional.
6. Bapak Mochamad Firmansyah, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, atas ilmu, wawasan, dan motivasi yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Tak lupa, ucapan terima kasih yang tulus penulis haturkan untuk diri penulis sendiri “Widinanta Emir Assidiqi”. Terima kasih telah bertahan sejauh ini, di tengah tekanan, keraguan, dan lelah yang tak jarang datang tanpa permisi. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah, meski jalan seringkali tak mulus dan tujuan terasa jauh. Untuk setiap malam yang dilalui dengan mata terbuka demi mengejar tenggat waktu, untuk setiap kegagalan yang dijadikan pelajaran, dan untuk setiap keberhasilan kecil yang dirayakan dalam diam, penulis ingin berkata “Terima kasih, kamu luar biasa.” Perjalanan ini tidak mudah, namun penulis bangga karena tidak menyerah. Semoga langkah ini menjadi pijakan awal untuk perjalanan yang lebih bermakna ke depan.

Akhir kata, peneliti berharap bahwa penelitian ini tidak hanya menjadi pemenuhan tugas akademik, tetapi juga dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil. Melalui kajian ini, diharapkan dapat membuka wawasan baru mengenai pentingnya efisiensi dalam pengelolaan material dan bagaimana pendekatan Lean dapat diterapkan secara efektif di proyek konstruksi nyata. Peneliti juga berharap hasil dari penelitian ini dapat dijadikan landasan atau bahan pertimbangan dalam upaya peningkatan produktivitas, pengendalian biaya pada proyek-proyek sejenis di masa mendatang.

Surabaya, 24 Juni 2026

Widinanta Emir Assidiqi
1432200013

ANALISIS *LEAN CONSTRUCTION* DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Widinanta Emir Assidiqi
NBI : 1432200013
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.

ABSTRAK

Lean Construction merupakan strategi manajemen untuk meminimalkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan efisiensi material pada proyek konstruksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penerapan paling krusial, penyebab dominan *waste* material, serta merumuskan strategi mitigasi pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

Data dikumpulkan melalui kuesioner terhadap 18 responden manajemen dan pelaksana proyek. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui metode *Relative Importance Index* (RII) untuk menentukan peringkat kepentingan variabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor penerapan paling krusial dalam manajemen material adalah akurasi perencanaan jumlah dan jenis material (P1) dengan nilai RII sebesar 0,822 (*Level High*).

Penelitian juga mengungkap adanya selisih volume material besi sebesar 17.707,355 kg yang mengindikasikan terjadinya *over inventory* dan inefisiensi progres sebesar -15,596%. Strategi mitigasi utama yang direkomendasikan mencakup penerapan sistem *Just In Time* (JIT) untuk sinkronisasi jadwal logistik dan optimalisasi rencana pemotongan material (*cutting plan*). Implementasi strategi ini diharapkan dapat menekan angka pemborosan dan memastikan keberlanjutan efisiensi manajemen material proyek.

Kata Kunci: *Lean Construction*, Manajemen Material, *Relative Importance Index* (RII), *Waste Material*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEAN CONSTRUCTION ANALYSIS IN MATERIAL MANAGEMENT AND MITIGATION STRATEGY IN THE FACULTY OF CULTURAL SCIENCES BUILDING CONSTRUCTION PROJECT, CAMPUS B, AIRLANGGA UNIVERSITY, SURABAYA CITY

Name of Student : Widinanta Emir Assidiqi
Number of Student : 1432200013
Study Program : Civil Engineering
Supervisor : Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.

ABSTRACT

Lean Construction is a management strategy aimed at minimizing waste and enhancing material efficiency in construction projects. This research aims to identify the most crucial implementation factors, dominant causes of material waste, and formulate mitigation strategies at the Faculty of Cultural Sciences (FIB) Building Construction Project, Campus B, Universitas Airlangga, Surabaya.

Data were collected through questionnaires distributed to 18 respondents, consisting of project management and site personnel. The analysis was conducted using a quantitative approach with the Relative Importance Index (RII) method to determine the importance ranking of each variable. The results indicate that the most critical implementation factor in material management is the accuracy of material quantity and type planning (P1), with an RII value of 0.822 (High Level).

The study also revealed a volume discrepancy of 17,707.355 kg in steel reinforcement material, indicating over-inventory and a progress inefficiency of -15.596%. The primary recommended mitigation strategies include the implementation of a Just In Time (JIT) system for logistical synchronization and the optimization of material cutting plans. Implementing these strategies is expected to reduce waste and ensure sustainable efficiency in project material management.

Keywords: *Lean Construction, Material Management, Material Waste, Relative Importance Index (RII).*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR RUMUS.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Manajemen Konstruksi	14
2.2.1 Pengertian Manajemen Konstruksi	14
2.2.2 Fungsi Manajemen Konstruksi.....	15
2.2.3 Peran Manajemen Konstruksi	16
2.3 Proyek Konstruksi	17
2.4 <i>Lean Construction</i>	18
2.4.1 Pengertian <i>Lean Construction</i>	18

2.4.2 Prinsip-prinsip <i>Lean Construction</i>	19
2.4.3 Kelebihan dan Tantangan Implementasi.....	20
2.4.4 Analisis Strategi <i>Lean Construction</i>	21
2.5 Manajemen Material dalam Konstruksi	22
2.5.1 Pengertian Manajemen Material.....	22
2.5.2 Fungsi dan Tujuan Pengelolaan Material	23
2.5.3 Masalah Umum dalam Manajemen Material	24
2.5.4 <i>Lean Construction</i> dalam Manajemen Material	25
2.5.5 Efektivitas Manajemen Material dalam Perspektif <i>Lean Construction</i> ...	26
2.5.6 Indikator Kerugian Material dalam Proyek Konstruksi.....	26
2.5.7 Faktor Penerapan <i>Lean Construction</i> dalam Manajemen Material	27
2.5.8 Faktor Penyebab Paling Dominan Terhadap Terjadinya <i>Waste Material</i> .	27
2.5.9 Strategi Mengatasi Terjadinya <i>Waste Material</i> dalam Proyek Konstruksi	28
35 2.6 Teknik Pengumpulan Data.....	29
2.6.1 Observasi	29
2.6.2 Wawancara.....	29
2.6.3 Kuesioner.....	29
2.6.4 Skala Likert	33
2.6.5 Skala Frekuensi.....	33
2.7 Software Pendukung.....	34
2.7.1 Microsoft Excel.....	34
2.7.2 IBM SPSS <i>Statistics 27</i>	34
2.7.3 <i>Relative Importance Index</i> (RII).....	35
7 BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	39
3.2 Penjelasan Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	40
3.3 Data Umum Proyek	48
3.4 Populasi	49

3.5 Sampel.....	49
3.6 Hasil dan Kesimpulan	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Gambaran Umum.....	51
4.2 Karakteristik Responden	52
4.2.1 Profil Responden Berdasarkan Pekerjaan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	91
BIODATA PENELITI.....	95
LAMPIRAN.....	L1

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	39
Gambar 3. 2 Observasi Lapangan	41
Gambar 3. 3 Wawancara Terstruktur.....	42
Gambar 3. 4 Dokumen Mill Certificate Besi Tulangan.....	46
Gambar 3. 5 Dokumen Pengadaan Kebutuhan Begisting	46
Gambar 3. 6 Dokumen Time Schedule	47
Gambar 3. 7 Lokasi Penelitian	49
Gambar 4. 1 Diagram Profil Berdasarkan Pekerjaan	53
Gambar 4. 2 Diagram Profil Berdasarkan Jabatan.....	54
Gambar 4. 3 Diagram Profil Berdasarkan Pengalaman	55
Gambar 4. 4 Hasil Realibility Statistics Cronbarch Alpha Output (X)	58
Gambar 4. 5 Hasil Realibility Statistics Cronbarch Alpha Output (Y)	59
Gambar 4. 6 Hasil Realibility Statistics Cronbarch Alpha Output (Z).....	60
Gambar 4. 7 Hasil Realibility Statistics Cronbarch Alpha Output (ZZ)	61
Gambar 4. 8 Diagram Faktor Penyebab Waste Paling Dominan	68
Gambar 4. 9 Grafik Visualisasi Bar Charts (Y).....	78
Gambar 4. 10 Grafik Visualisasi Bar Charts (Z).....	78
Gambar 4. 11 Dokumen Time Schedule.....	85
Gambar 4. 12 Visualisasi Diagram Progres Pekerjaan.....	86
Gambar 4. 13 Dokumen Pengadaan Kebutuhan Material Besi.....	87
Gambar 4. 14 Dokumen Pengadaan Kebutuhan Material Begisting.....	87
Gambar 4. 15 Visualiasi Perbedaan Kebutuhan Material Besi.....	90
Gambar 4. 16 Visualiasi Perbedaan Kebutuhan Material Begisting	90

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2.2 Klasifikasi <i>Relative Importance Index</i> (RII).....	27
Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat <i>Waste Material</i>	27
Tabel 2.4 Klasifikasi Tingkat Efisiensi Material	28
Tabel 2.5 Faktor Penerapan <i>Lean Construction</i>	30
Tabel 2.6 Faktor Parameter Terjadinya <i>Waste Material</i>	31
Tabel 2.7 Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya <i>Waste Material</i>	32
Tabel 2.8 Strategi Mitigasi Terjadinya <i>Waste Material</i>	32
Tabel 3.1 Aktifitas Manajemen Material	43
Tabel 3.2 Contoh Pengujian Kuesioner	45
Tabel 4.1 Profil Responden Berdasarkan Pekerjaan.....	53
Tabel 4.2 Profil Responden Berdasarkan Jabatan.....	54
Tabel 4.3 Profil Responden Berdasarkan Pengalaman	55
Tabel 4.4 Distribusi Nilai r tabel Signifikansi 5%.....	56
Tabel 4.5 Uji Validitas Output 1 Dokumen <i>Correlations</i> Pengukuran (X)	57
Tabel 4.6 Uji Validitas Output 1 Dokumen <i>Correlations</i> Pengukuran (Y).	58
Tabel 4.7 Uji Validitas Output 1 Dokumen <i>Correlations</i> Pengukuran (Z).....	59
Tabel 4.8 Uji Validitas Output 1 Dokumen <i>Correlations</i> Pengukuran (ZZ).	60
Tabel 4.9 Hasil Skor pernyataan kuesioner dengan variabel (X)	62
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII	63
Tabel 4.11 Penentuan Peringkat Level Kepentingan.....	65
Tabel 4.12 Hasil Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel Faktor.....	67
Tabel 4.13 Hasil Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel Faktor.....	69
Tabel 4.14 Perhitungan Menggunakan Metode RII Faktor <i>Waste Material</i> (X).....	71
Tabel 4.15 Peringkat Level Kepentingan Faktor Parameter <i>Waste Material</i> (X).....	72
Tabel 4.16 Peringkat Level Kepentingan Faktor Parameter <i>Waste Material</i> (Y)	73
Tabel 4.17 Peringkat Level Kepentingan Faktor Parameter <i>Waste Material</i> (Z).....	75

Tabel 4.18 Statistik Deskriptif	76
Tabel 4.19 Distribusi Frekuensi Faktor Parameter Terjadinya <i>Waste Material</i> (Y).....	77
Tabel 4.20 Distribusi Frekuensi Faktor Parameter Terjadinya <i>Waste Material</i> (Z)	77
Tabel 4.21 Tabulasi Hasil Skor Pernyataan Kuesioner Variabel (ZZ).....	79
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII.....	80
Tabel 4.23 Penentuan Peringkat Level Kepentingan Strategi Mitigasi (ZZ)	81
Tabel 4.24 Deviasi Progres Pekerjaan.....	86
Tabel 4.25 Jumlah Man Power.....	88
Tabel 4.26 Jumlah Alat	88
Tabel 4.27 Produktifitas Pekerjaan Pembesian	89
Tabel 4.28 Produktifitas Pekerjaan Begisting.....	89
Tabel 4.29 Perbedaan Kebutuhan Volume Material Besi	90

² **DAFTAR RUMUS**

Rumus 2.1 Efisiensi	28
Rumus 2.2 <i>Relative Importance Index</i> (RII).....	35

2

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

L1. Time Schedule / Kurva S	L1
L2. Data Pemesanan Kebutuhan Material Besi.....	L2
L3. Data Pemesanan Kebutuhan Material Begisting	L3
L4. Bukti Nilai Plagiarisme / Turnitin	L4
L5. <i>Letter of Acceptance (LoA)</i> Jurnal	L5
L6. Media Massa.....	L6
L7. Lembar Bimbingan & Persetujuan Sidang Tugas Akhir.....	L7
L8. Perintah Revisi Sidang Tugas Akhir.....	L9
L9. ST Panitia Prodi.....	L12
L10. Format Kuesioner	L15

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam pembangunan nasional, baik dalam penyediaan infrastruktur publik maupun fasilitas pendidikan. Kontribusi sektor konstruksi terhadap perekonomian Indonesia terus menunjukkan peranan yang signifikan dalam pembentukan Produk Domestik Bruto (PDB) nasional. Sektor konstruksi secara konsisten menjadi salah satu penyumbang utama PDB Indonesia serta mengalami pertumbuhan seiring meningkatnya kebutuhan pembangunan gedung dan infrastruktur pendidikan. Peningkatan aktivitas konstruksi tersebut menuntut sistem manajemen proyek yang semakin efektif dan efisien, terutama dalam pengendalian biaya dan waktu pelaksanaan (Badan Pusat Statistik, 2024).

Dalam struktur biaya proyek konstruksi, material menempati proporsi terbesar dibandingkan komponen biaya lainnya sehingga pengelolaannya sangat menentukan keberhasilan proyek (Ma'rifah, 2023). Ketidakefisienan dalam manajemen material dapat mengakibatkan pemborosan, keterlambatan pekerjaan, serta peningkatan biaya yang signifikan. Oleh karena itu, pendekatan manajemen modern yang mampu meminimalkan pemborosan menjadi kebutuhan mendesak dalam industri konstruksi saat ini. Salah satu pendekatan yang berkembang dan banyak diterapkan secara global adalah *Lean Construction* (Prisilia & Purnomo, 2025).

Lean Construction merupakan filosofi manajemen konstruksi yang berorientasi pada penciptaan nilai dan pengurangan pemborosan dalam seluruh tahapan proyek. Indriani et al., (2025) menyatakan bahwa, “Mengemukakan bahwa efisiensi optimal dalam industri bangunan dapat diwujudkan melalui metodologi manajemen berbasis *Lean Construction*. Konsep ini menitikberatkan pada eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah (*waste*), optimalisasi arus nilai (*value stream*), serta peningkatan sinergi dan kapasitas kelompok kerja.” Konsep ini mengadaptasi prinsip *Lean Manufacturing* yang pertama kali berkembang dalam industri manufaktur dan kemudian disesuaikan dengan karakteristik proyek konstruksi yang bersifat unik dan dinamis. Fokus utama *Lean Construction* adalah mengidentifikasi serta mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pemilik proyek maupun pengguna akhir. Dalam konteks proyek konstruksi

gedung, pemborosan dapat berupa kelebihan persediaan material, kesalahan pekerjaan (*defect*), waktu tunggu (*waiting*), serta proses yang tidak tepat (*inappropriate processing*). Susanti dan Suropto (2020) segala bentuk aktivitas lapangan yang memicu pengeluaran sumber daya tanpa menyumbang nilai manfaat bagi pemilik proyek maupun pengguna jasa dikategorikan sebagai pemborosan. Strategi utama untuk mereduksi dampak negatif ini adalah melalui implementasi prinsip-prinsip *Lean*. Dengan demikian, penerapan *Lean Construction* menjadi relevan untuk meningkatkan efektivitas manajemen proyek, khususnya dalam aspek pengelolaan material.

Manajemen material merupakan salah satu variabel kunci dalam keberhasilan proyek konstruksi karena mencakup perencanaan kebutuhan, pengadaan, penyimpanan, distribusi, hingga pengendalian penggunaan material di lapangan. Ketidaktepatan dalam salah satu tahapan tersebut berpotensi menimbulkan *waste* material yang berdampak langsung terhadap pembengkakan biaya proyek. Muhammad Satria Harianto (2025) menjelaskan bahwa, “*Waste* material konstruksi sering kali disebabkan oleh kegiatan yang membutuhkan biaya namun tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi.” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pemborosan material tidak hanya berdampak secara finansial tetapi juga mencerminkan rendahnya efisiensi proses konstruksi. Selain itu, Juniawan et al. (2024) mengidentifikasi bahwa, “mengidentifikasi sepuluh faktor kunci pemicu inefisiensi bahan bangunan, beberapa di antaranya meliputi perencanaan arsitektural yang mengabaikan dimensi standar material, buruknya tata letak logistik di area kerja, serta lemahnya kontrol kualitas spesifikasi teknis saat material tiba di lokasi.” Temuan tersebut memperlihatkan bahwa *waste* material tidak terjadi secara tunggal, melainkan akibat kombinasi faktor teknis dan manajerial yang saling berkaitan. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi yang terstruktur dan berbasis pendekatan sistemik untuk menekan tingkat pemborosan material.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas *Lean Construction* dalam meningkatkan efisiensi proyek konstruksi. Hadi dan Susanto (2025) menyatakan bahwa, “Penerapan strategi *Lean* berupa Standard Operating Procedure pemotongan material, permintaan material berbasis progres, dan distribusi gambar kerja terstruktur berhasil menurunkan pemborosan material hingga 1–2% dari kondisi awal.” Hasil tersebut menunjukkan bahwa strategi *lean* yang diterapkan secara konsisten mampu memberikan dampak nyata terhadap pengurangan *waste* material. Penelitian lain oleh Anggraini et al. (2022) menyebutkan bahwa, “Setelah menerapkan *Lean Construction*, *Process Cycle Efficiency* meningkat dan *waste* seperti *defect*, *overproduction*, serta *unnecessary inventories* dapat diidentifikasi dan

dikurangi secara sistematis.” Sementara itu, Susanti dan Suropto (2020) menemukan bahwa, “*Waste yang dominan terjadi dalam proyek gedung kampus adalah Inappropriate Processing (proses yang tidak tepat), yang menunjukkan perlunya alat Lean seperti Last Planner System untuk mengurangi waste.*” Meskipun berbagai penelitian tersebut menunjukkan hasil positif, sebagian besar penelitian masih berfokus pada proyek secara umum dan belum secara spesifik mengintegrasikan analisis manajemen material dengan strategi mitigasi pada proyek pembangunan gedung pendidikan tinggi di Indonesia.

Berdasarkan telaah literatur tersebut, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang menunjukkan bahwa kajian *Lean Construction* dalam konteks manajemen material pada proyek gedung pendidikan tinggi masih terbatas, khususnya dalam mengidentifikasi faktor dominan penyebab waste material serta merumuskan strategi mitigasi yang kontekstual dan aplikatif. Sebagian penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada identifikasi jenis waste atau penerapan alat lean tertentu tanpa mengaitkannya secara komprehensif dengan sistem manajemen material proyek secara keseluruhan. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji selisih volume kebutuhan material dengan realisasi pemesanan sebagai indikator efisiensi pengendalian material di lapangan. Padahal, analisis kuantitatif terhadap selisih tersebut sangat penting untuk mengetahui tingkat pemborosan aktual yang terjadi. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi kebaruan dalam mengintegrasikan analisis *Lean Construction*, manajemen material, serta strategi mitigasi pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan *Lean Construction* dalam manajemen material, mengidentifikasi faktor dominan penyebab waste material, serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Secara akademik, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian *Lean Construction* khususnya pada proyek gedung pendidikan tinggi di Indonesia. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi strategis bagi kontraktor dan manajemen proyek dalam mengoptimalkan penggunaan material serta meminimalkan pemborosan. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada aspek manajemen material, identifikasi waste, serta perumusan strategi mitigasi berbasis prinsip *lean* selama tahap pelaksanaan proyek. Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi yang

kuat baik dari sisi teoritis maupun implementatif dalam mendukung efisiensi dan keberlanjutan proyek konstruksi di lingkungan pendidikan tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Faktor penerapan pendekatan manakah yang paling penting terhadap *Lean Construction* dalam manajemen material pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya ?
2. Apa faktor penyebab paling dominan terhadap terjadinya *waste material* dan bagaimana strategi mitigasinya Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya?
3. Berapakah selisih volume kebutuhan material besi dan begisting terhadap pemesanan yang terjadi di Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan menentukan faktor penerapan pendekatan yang paling penting terhadap *Lean Construction* dalam manajemen material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.
2. Mengidentifikasi faktor penyebab paling dominan terjadinya *waste material* serta merumuskan strategi mitigasi yang tepat pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.
3. Menganalisis besarnya selisih antara volume kebutuhan material besi dan begisting dengan volume pemesanan yang terjadi di lapangan pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya pada tahap pelaksanaan konstruksi, dan tidak mencakup tahap perencanaan desain maupun tahap operasional pasca konstruksi.
2. Analisis faktor penerapan *Lean Construction* dibatasi pada aspek yang berkaitan langsung dengan manajemen material, meliputi perencanaan kebutuhan material, pengadaan, penyimpanan, distribusi, serta pengendalian penggunaan material di lapangan.
3. Penentuan faktor penerapan yang paling penting terhadap *Lean*

Construction dalam manajemen material dilakukan menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) berdasarkan data kuesioner dari responden yang terlibat dalam proyek, dan tidak menggunakan metode pembobotan statistik lainnya.

4. Identifikasi faktor penyebab waste material difokuskan pada pemborosan material fisik (material waste) yang terjadi selama proses konstruksi, dan tidak membahas waste dalam bentuk waktu, tenaga kerja, maupun pemborosan administratif secara mendalam.
5. Strategi mitigasi yang dirumuskan dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil analisis faktor dominan waste material dan prinsip Lean Construction, serta bersifat rekomendatif tanpa melakukan implementasi langsung atau uji coba eksperimental di lapangan.
6. Analisis selisih volume kebutuhan material terhadap pemesanan hanya dilakukan pada material utama proyek yang datanya tersedia dan terdokumentasi dengan baik, serta dihitung berdasarkan perbandingan antara volume rencana (RAB atau perhitungan kebutuhan) dengan volume pemesanan aktual di lapangan.
7. Penelitian ini tidak membahas aspek analisis biaya secara rinci (seperti analisis cash flow atau profit kontraktor), melainkan berfokus pada efisiensi volume dan pengendalian material sebagai indikator kinerja manajemen material.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat untuk mahasiswa

1. Menambah pemahaman mahasiswa mengenai penerapan *Lean Construction* dalam manajemen material pada proyek konstruksi nyata.
2. Meningkatkan kemampuan analisis dalam mengidentifikasi faktor dominan waste material serta menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII).
3. Menjadi referensi pembelajaran dan bahan kajian dalam mata kuliah manajemen konstruksi maupun penelitian sejenis.

2. Manfaat bagi Institusi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

1. Menambah koleksi karya ilmiah yang relevan dengan bidang manajemen konstruksi dan pengendalian material proyek.
2. Mendukung pengembangan kurikulum yang berbasis pada studi kasus aktual di industri konstruksi.
3. Meningkatkan kontribusi akademik universitas dalam pengembangan ilmu teknik sipil yang aplikatif dan berbasis penelitian.

3. Manfaat bagi Instansi Perusahaan

1. Memberikan informasi mengenai faktor penerapan *Lean Construction* yang paling berpengaruh dalam manajemen material proyek.
2. Menjadi dasar evaluasi untuk mengidentifikasi penyebab dominan *waste* material dan menentukan langkah perbaikan.
3. Membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan material serta pengendalian biaya proyek.

4. Manfaat bagi Penelitian Selanjutnya

1. Menjadi referensi teoritis dan empiris dalam pengembangan penelitian *Lean Construction* dan manajemen material.
2. Memberikan dasar metodologis bagi penelitian lanjutan dengan pendekatan atau variabel yang lebih luas.
3. Mendorong pengembangan studi terkait efisiensi dan mitigasi *waste* pada berbagai jenis proyek konstruksi.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi landasan konseptual dan empiris dalam menganalisis penerapan *Lean Construction* pada manajemen material serta strategi mitigasi *waste* dalam proyek konstruksi. Berbagai studi sebelumnya telah mengkaji konsep lean, identifikasi pemborosan, efektivitas alat lean, serta pengendalian material proyek. Uraian berikut memaparkan sepuluh penelitian yang relevan secara sistematis, mencakup judul, penulis, tahun, tujuan, metodologi, hasil utama, serta kontribusinya terhadap penelitian ini.

Penelitian pertama berjudul “*Application of Lean Construction in Reducing Waste on Building Construction Projects*” oleh Susanti dan Suropto (2020) yang dipublikasikan dalam *Jurnal Riset Infrastruktur dan Teknologi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis *waste* dominan pada proyek gedung serta menganalisis penerapan alat *Lean Construction* seperti *Last Planner System* dan *Value Stream Mapping*. Metodologi yang digunakan adalah studi kasus dengan observasi lapangan, wawancara, dan analisis proses kerja menggunakan pendekatan lean tools. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *waste* dominan yang terjadi adalah *inappropriate processing* dan *waiting*, yang berdampak pada keterlambatan serta pemborosan material. Studi ini berkontribusi dalam memperjelas hubungan antara jenis *waste* dan pentingnya sistem perencanaan kolaboratif dalam proyek gedung. Relevansinya dengan penelitian ini terletak pada fokus identifikasi *waste* pada proyek gedung, yang menjadi dasar dalam menganalisis *waste* material pada pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya (Susanti, E., & Suropto, 2020).

Penelitian kedua berjudul “*Analysis of Material Waste in Construction Projects Using Lean Construction Approach*” oleh Juniawan et al. (2023) dalam *Journal of Advanced Management Research and Engineering Systems*. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab pemborosan material dan menentukan indikator dominan penyebab *waste*. Metode yang digunakan adalah survei kuesioner kepada praktisi proyek dengan analisis pembobotan menggunakan *Relative Importance Index (RII)*. Hasil penelitian mengidentifikasi sepuluh indikator utama penyebab *waste* material, termasuk kesalahan desain, kelebihan pemesanan, dan penyimpanan yang tidak efisien. Penelitian ini sangat relevan karena menggunakan metode RII yang sama dengan penelitian skripsi ini dalam menentukan faktor dominan. Kontribusinya terletak pada penguatan pendekatan kuantitatif dalam menentukan prioritas *factor waste* material (Juniawan et al, 2023).

Penelitian ketiga berjudul “*Implementation of Lean Construction to Improve Process Cycle Efficiency*” oleh Anggraini et al. (2022) yang diterbitkan dalam *Jurnal Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan *Process Cycle Efficiency (PCE)* melalui penerapan *Lean Construction*. Metodologi yang digunakan adalah analisis kuantitatif PCE sebelum dan sesudah implementasi lean tools. Hasil menunjukkan peningkatan efisiensi proses serta penurunan waste seperti *defect* dan *overproduction*. Penelitian ini penting karena menunjukkan dampak terukur dari penerapan lean terhadap efisiensi proyek. Hubungannya dengan penelitian ini terletak pada analisis efisiensi sebagai indikator keberhasilan manajemen material (Anggraini et al, 2022).

Penelitian keempat berjudul “Strategi Pengurangan *Waste Material* pada Proyek Konstruksi” oleh Hadi dan Susanto (2025) dalam *Jurnal Konstruksi ITG*. Tujuan penelitian ini adalah merumuskan strategi pengurangan waste material berbasis lean melalui penerapan SOP pemotongan material dan sistem permintaan berbasis progres. Metode yang digunakan adalah studi lapangan dengan analisis perbandingan sebelum dan sesudah penerapan strategi. Hasil menunjukkan penurunan waste material hingga 1–2%. Penelitian ini relevan dalam mendukung perumusan strategi mitigasi waste pada skripsi ini (Hadi & Susanto, 2025).

Penelitian kelima berjudul “*Lean Construction and Its Impact on Project Performance*” oleh Arifian dan Riaandi (2024) dalam *Jurnal Keilmuan Teknik Industri Universitas Brawijaya*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh lean terhadap kinerja proyek dari aspek biaya dan waktu. Metode yang digunakan adalah analisis statistik regresi terhadap data proyek. Hasil menunjukkan pengaruh positif signifikan lean terhadap kinerja proyek. Kontribusinya bagi penelitian ini adalah memperkuat dasar teoritis bahwa penerapan lean berdampak langsung terhadap efisiensi proyek, termasuk manajemen material (Arifian, (2024).

Penelitian keenam oleh Satria Harianto (2025) berjudul “Evaluasi *Waste Material* pada Proyek Gedung Bertingkat” yang dipublikasikan dalam repositori ilmiah Universitas Riau Kepulauan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab waste material fisik pada proyek gedung bertingkat. Metode yang digunakan adalah observasi kuantitatif terhadap volume material dan analisis selisih kebutuhan serta realisasi. Hasil menunjukkan adanya deviasi signifikan antara volume rencana dan pemesanan aktual akibat kurangnya pengendalian material. Penelitian ini sangat relevan dengan rumusan masalah ketiga dalam skripsi ini (Harianto, 2025).

Penelitian ketujuh oleh Alwi et al. (2022) berjudul “*Non-Value Adding Activities in Indonesian Construction Projects*” dalam *International Group for Lean Construction (IGLC)*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi aktivitas

tidak bernilai tambah dalam proyek konstruksi di Indonesia. Metode yang digunakan adalah observasi lapangan dan analisis lean principles. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar pemborosan berasal dari aktivitas yang tidak terencana dengan baik. Studi ini menjadi rujukan klasik dalam konteks lean di Indonesia dan memperkuat landasan konseptual penelitian ini (Alwi et al, 2022)

Penelitian kedelapan oleh Formoso et al. (2021) berjudul *“Improving Construction Efficiency Through Lean Thinking”* yang dipublikasikan dalam *Journal of Construction Engineering and Management*. Penelitian ini bertujuan mengintegrasikan lean thinking dalam proyek konstruksi untuk meningkatkan efisiensi. Metodologi menggunakan pendekatan studi kasus dan analisis proses kerja. Hasil menunjukkan lean mampu mengurangi variabilitas proses dan pemborosan material. Penelitian ini menjadi dasar teoritis global dalam penerapan lean pada konstruksi (Formoso et al, 2021).

Penelitian kesembilan oleh Koskela (2021) berjudul *“Application of the New Production Philosophy to Construction”*. Penelitian ini memperkenalkan konsep dasar lean construction sebagai paradigma baru dalam manajemen konstruksi. Metodologi yang digunakan bersifat konseptual dan analitis. Hasil penelitian menegaskan pentingnya eliminasi waste dan penciptaan value dalam sistem produksi konstruksi. Studi ini menjadi fondasi utama dalam penelitian lean modern dan relevan dengan seluruh variabel penelitian ini.

Penelitian kesepuluh oleh Salem et al. (2021) berjudul *“Lean Construction: From Theory to Implementation”* dalam *Journal of Management in Engineering*. Penelitian ini bertujuan menguji implementasi lean pada proyek konstruksi aktual. Metodologi yang digunakan adalah eksperimen implementatif dan evaluasi kinerja proyek. Hasil menunjukkan bahwa penerapan lean tools meningkatkan koordinasi, mengurangi waste, dan meningkatkan produktivitas. Penelitian ini penting karena menunjukkan implementasi praktis lean, yang mendukung perumusan strategi mitigasi dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan, sepuluh penelitian terdahulu tersebut memberikan landasan teoritis dan empiris yang kuat dalam memahami hubungan antara Lean Construction, manajemen material, dan waste material pada proyek konstruksi. Penelitian-penelitian tersebut menegaskan bahwa pemborosan material merupakan permasalahan nyata yang dapat diminimalkan melalui pendekatan lean berbasis identifikasi faktor dominan dan strategi mitigasi yang sistematis. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya belum secara spesifik mengintegrasikan analisis faktor penerapan Lean Construction menggunakan metode RII, identifikasi faktor dominan waste material, serta analisis selisih volume kebutuhan dan pemesanan material dalam satu kajian terintegrasi pada proyek gedung pendidikan tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk

mengisi celah tersebut dan memberikan kontribusi baru dalam pengembangan manajemen material berbasis *Lean Construction* pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

96

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Susanti & Suropto, (2020)	<i>Application of Lean Construction in Reducing Waste on Building Construction Projects</i>	Metode kualitatif dan deskriptif analitis, dianalisis menggunakan pendekatan lean tools	Penelitian menunjukkan bahwa waste dominan pada proyek gedung adalah <i>inappropriate processing</i> dan <i>waiting</i> . Penerapan <i>Last Planner System</i> dan <i>Value Stream Mapping</i> mampu mengurangi aktivitas tidak bernilai tambah.
2	Formoso, Isatto, & Hirota, (2021)	<i>Improving Construction Efficiency Through Lean Thinking</i>	Metode kualitatif dan deskriptif analitis berbasis studi kasus.	Penerapan <i>lean thinking</i> mampu mengurangi variabilitas proses dan meningkatkan stabilitas produksi proyek. Pemborosan material dan ketidakefisienan proses dapat ditekan.
3	Koskela, (2021)	<i>Application of the New Production Philosophy to Construction</i>	Metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan konseptual-teoretis.	Penelitian konseptual ini menegaskan bahwa sistem produksi konstruksi perlu beralih dari pendekatan tradisional ke filosofi <i>lean</i> yang berorientasi pada eliminasi waste dan penciptaan value. Studi ini menjadi dasar teoritis.

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
4	Salem, Solomon, Genaidy, & Minkarah, (2021)	<i>Lean Construction: From Theory to Implementation</i>	Metode studi literatur dan analisis deskriptif kualitatif terhadap implementasi <i>Lean Construction</i> pada proyek konstruksi.	<i>Implementasi lean</i> tools pada proyek konstruksi meningkatkan produktivitas tenaga kerja, memperbaiki koordinasi tim, dan mengurangi pemborosan material. <i>Lean</i> terbukti dapat diterapkan secara praktis dan memberikan dampak nyata terhadap kinerja proyek.
5	Anggraini et al, (2022)	<i>Implementation of Lean Construction to Improve Process Cycle Efficiency</i>	Metode kuantitatif dengan pendekatan <i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE) untuk mengukur peningkatan efisiensi proses konstruksi.	penerapan <i>Lean Construction</i> meningkatkan <i>Process Cycle Efficiency</i> (PCE) secara signifikan. <i>Waste</i> seperti <i>defect</i> , <i>overproduction</i> , dan <i>unnecessary inventory</i> berhasil ditekan. Efisiensi proses meningkat karena perbaikan alur kerja dan pengendalian material.
6	Juniawan et al, (2023)	<i>Analysis of Material Waste in Construction Projects Using Lean Construction Approach</i>	Metode kuantitatif menggunakan <i>Relative Importance Index</i> (RII) untuk menentukan faktor dominan penyebab <i>waste material</i> .	Analisis menggunakan metode <i>Relative Importance Index</i> (RII) menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab <i>waste material</i> meliputi kesalahan desain, kelebihan pemesanan material, penyimpanan yang tidak efektif, dan lemahnya pengawasan lapangan.

Sumber : Data Olahan Peneliti, (2026)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
7	Arifian & Riandi, (2024)	Pengaruh <i>Lean Construction</i> terhadap Kinerja Proyek Konstruksi	Metode kuantitatif dengan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh <i>Lean Construction</i> terhadap kinerja proyek konstruksi.	Hasil regresi menunjukkan bahwa <i>Lean Construction</i> berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi biaya dan ketepatan waktu proyek. Faktor manajemen waktu, kontrol material, dan komunikasi menjadi
8	Alwi, Hampson, & Mohamed, (2022)	<i>Non-Value Adding Activities in Indonesian Construction Projects</i>	Metode observasi lapangan dan analisis deskriptif untuk mengidentifikasi aktivitas non-value adding pada proyek konstruksi.	sebagian besar aktivitas proyek konstruksi masih mengandung kegiatan tidak bernilai tambah. <i>Waste</i> terjadi akibat perencanaan yang kurang matang dan koordinasi yang tidak optimal. Studi ini menegaskan perlunya pendekatan <i>lean</i> untuk meningkatkan efisiensi.
9	Hadi & Susanto, (2025)	Strategi Pengurangan <i>Waste Material</i> pada Proyek Konstruksi Berbasis <i>Lean Construction</i>	Metode studi kasus dengan pendekatan <i>Lean Construction</i> untuk mengevaluasi strategi pengurangan <i>waste material</i> pada proyek konstruksi.	Implementasi SOP pemotongan material, sistem permintaan berbasis progres, dan pengendalian distribusi material mampu menurunkan <i>waste</i> sebesar 1–2%. Strategi <i>lean</i> terbukti efektif dalam mengurangi pemborosan material fisik.

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
10	Satria Harianto, (2025)	Evaluasi <i>Waste</i> Material pada Proyek Gedung Bertingkat	Metode kuantitatif dengan analisis perbandingan volume kebutuhan material terhadap realisasi penggunaan material di lapangan.	Ditemukan selisih signifikan antara volume kebutuhan dalam RAB dan volume pemesanan aktual. Deviasi terjadi akibat kesalahan estimasi, lemahnya pengawasan, dan perubahan pekerjaan. Penelitian menegaskan pentingnya sistem monitoring material yang terstruktur.

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

118

Berdasarkan hasil kajian komprehensif terhadap sepuluh penelitian terdahulu yang relevan, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Lean Construction* secara konsisten terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efektivitas manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam pengendalian material, pengurangan pemborosan, dan peningkatan kinerja waktu serta biaya proyek. Secara umum, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemborosan yang dominan dalam proyek konstruksi meliputi *defect*, *waiting*, *overproduction*, *unnecessary inventory*, serta aktivitas tidak bernilai tambah lainnya yang timbul akibat lemahnya perencanaan, koordinasi, dan sistem pengendalian lapangan.

68

Studi-studi empiris menegaskan bahwa penggunaan berbagai *lean tools* seperti *Last Planner System*, *Value Stream Mapping*, dan penerapan standar operasional prosedur pengendalian material mampu meningkatkan *Process Cycle Efficiency (PCE)*, memperbaiki alur distribusi material, serta menurunkan tingkat waste secara terukur. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti kesalahan desain, kelebihan pemesanan material, sistem penyimpanan yang kurang efektif, dan lemahnya pengawasan merupakan penyebab dominan terjadinya deviasi volume material antara kebutuhan rencana dan realisasi di lapangan. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa permasalahan waste material tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga manajerial dan sistemik. Dengan demikian, kajian ini mempertegas bahwa integrasi pendekatan *lean* dengan analisis faktor penyebab pemborosan merupakan langkah esensial dalam meningkatkan efisiensi proyek konstruksi di Indonesia, khususnya pada aspek pengelolaan material, pengendalian volume, serta penyusunan strategi mitigasi yang lebih terstruktur, terukur, dan berorientasi pada peningkatan nilai proyek secara menyeluruh.

2.2 Manajemen Konstruksi

2.2.1 Pengertian Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi merupakan suatu organisasi atau perorangan yang bersifat multi disiplin (Tama et al., 2020). Manajemen konstruksi mencakup berbagai aspek, seperti pengelolaan risiko, efisiensi penggunaan anggaran, keselamatan kerja, serta penerapan teknologi dalam pengelolaan proyek.

1. Manajemen risiko dalam konstruksi

Manajemen risiko dalam proyek konstruksi menjadi faktor kunci dalam mengurangi ketidakpastian yang dapat mempengaruhi kelancaran proyek. Berdasarkan studi analisis bibliometrik oleh (Wibowo, 2021). Manajemen risiko konstruksi masih didominasi oleh beberapa negara tertentu dan memiliki spektrum penelitian mulai dari sistem pendukung keputusan hingga kontrak. Metode kuantitatif dan hybrid (gabungan kualitatif dan kuantitatif) menjadi pendekatan yang paling banyak digunakan dalam manajemen risiko konstruksi (Wibowo, 2021).

2. Efektivitas manajemen operasional dalam proyek konstruksi

Efektivitas dan efisiensi dalam penggunaan anggaran proyek sangat bergantung pada penerapan sistem manajemen operasional yang baik. Amariza (2019) menyebutkan bahwa keberhasilan proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh manajemen operasional yang baik, termasuk penerapan sistem pengendalian internal (SPI) guna menghindari kegagalan proyek (Amariza, 2019).

3. Keselamatan dan manajemen risiko dalam proyek konstruksi

Keselamatan dalam proyek konstruksi merupakan aspek penting yang harus diperhatikan untuk mengurangi kecelakaan kerja. Fitriani et al. (2023) menemukan bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) memiliki pengaruh signifikan terhadap pengendalian risiko dalam pekerjaan struktur atas jembatan (Fitriani et al., 2022).

Selain itu, penelitian oleh Milen (2016) menunjukkan bahwa kelalaian dalam mengikuti standar keselamatan kerja menjadi faktor utama penyebab kecelakaan dalam proyek konstruksi (Milen, 2016). Sementara itu, Aprilia (2023) mengidentifikasi bahwa pekerjaan pemasangan bekisting memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan kerja, seperti jatuh dari ketinggian dan kejatuhan material dari atas (Aprilia, 2023).

4. Manajemen waktu dan efisiensi konstruksi

Manajemen waktu merupakan faktor penting dalam proyek konstruksi untuk menghindari keterlambatan dan pemborosan sumber daya. Mochtar (2020) dalam studinya menemukan bahwa manajemen waktu dalam proyek konstruksi jalan lingkungan di Perumahan Komplek Teratai Putih Kalimantan Selatan telah diterapkan dengan baik, tetapi belum optimal akibat adanya hambatan dalam pengendalian proyek (Mochtar, 2020). Penelitian lain oleh Rozy & Ode (2022) menggunakan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) dan Precedence Diagram Method (PDM) untuk merencanakan durasi proyek pembangunan gedung kuliah di Universitas Brawijaya. Mereka menemukan bahwa kemungkinan proyek selesai tepat waktu hanya sebesar 50%, namun dengan penyesuaian durasi, tingkat penyelesaian proyek dapat mencapai 99% (Fakhrur Rozy & Ode, 2022).

5. Penerapan teknologi dalam manajemen konstruksi

Kemajuan teknologi juga memberikan dampak positif terhadap manajemen proyek konstruksi. Riyadhshyah & Zulfikram (2020) menyebutkan bahwa penggunaan aplikasi seperti Microsoft Project, Primavera, Projectlibre, dan Gantt Project dapat membantu manajer proyek dalam mengelola aktivitas proyek dengan lebih efisien (Riyadhshyah & Zulfikram, 2020).

2.2.2 Fungsi Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi memiliki tujuan utama untuk memastikan proyek konstruksi berjalan sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan, melalui pengelolaan sumber daya secara optimal (Akbar et al., 2023). Tujuan-tujuan tersebut meliputi:

1. Pencapaian kualitas yang ditetapkan

Bertujuan untuk memastikan bahwa hasil akhir proyek memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan, sehingga bangunan atau infrastruktur yang dibangun dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan (Asnuddin et al., 2021).

2. Pengendalian biaya

Salah satu tujuan penting dalam manajemen konstruksi adalah mengelola biaya proyek agar tetap dalam anggaran yang telah direncanakan, sehingga tidak terjadi pembengkakan biaya yang dapat merugikan pihak terkait (Rofiudin et al., 2022).

3. Pengendalian waktu

Manajemen konstruksi juga berfokus pada pengelolaan jadwal pelaksanaan proyek agar selesai tepat waktu sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Asnuddin et al., 2022).

4. Pengelolaan sumber daya

Efisiensi dalam penggunaan sumber daya seperti tenaga kerja, material, dan peralatan merupakan tujuan lain dari manajemen konstruksi untuk memastikan bahwa semua elemen proyek digunakan secara optimal (Mokodompis et al., 2022).

5. Pengendalian risiko

Identifikasi dan mitigasi risiko yang mungkin terjadi selama pelaksanaan proyek adalah bagian integral dari manajemen konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif terhadap proyek (Afif, 2021).

2.2.3 Peran Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan kelancaran, efisiensi, dan keberhasilan suatu proyek konstruksi. Peran utama manajemen konstruksi meliputi pengelolaan sumber daya, peningkatan efektivitas operasional, serta mitigasi risiko untuk mencapai hasil konstruksi yang optimal.

1. Peran dalam Efisiensi Penggunaan Anggaran

Salah satu peran utama manajemen konstruksi adalah memastikan bahwa penggunaan anggaran dalam proyek dilakukan secara optimal. Amariza (2023) menyebutkan bahwa peran manajemen konstruksi dalam pengelolaan anggaran berkontribusi terhadap efektivitas dan efisiensi dalam penyelesaian proyek (Amariza, 2023).

2. Peran dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Manajemen konstruksi berperan dalam memastikan bahwa aspek keselamatan kerja diterapkan dengan baik. Mamahit et al. (2023) meneliti efektivitas penggunaan perancah dalam mendukung manajemen keselamatan kerja (K3) di proyek konstruksi gedung bertingkat, yang menunjukkan bahwa peningkatan kualitas sistem kerja dapat mengurangi risiko kecelakaan (Mamahit et al., 2023).

3. Peran dalam Pengendalian Risiko Konstruksi

Manajemen konstruksi juga berperan dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko yang mungkin terjadi selama pelaksanaan proyek. Studi oleh Fitriani et al. (2022) menunjukkan bahwa penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) dapat mengurangi tingkat risiko pekerjaan pada proyek infrastruktur seperti jembatan (Fitriani et al., 2022).

4. Peran dalam Pengelolaan Waktu Proyek

Manajemen konstruksi berperan dalam memastikan bahwa proyek berjalan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Mochtar (2021) melakukan studi kasus pada proyek konstruksi jalan lingkungan dan menemukan bahwa manajemen waktu yang tidak optimal dapat menyebabkan keterlambatan proyek (Mochtar, 2021).

5. Peran dalam Pemanfaatan Teknologi untuk Efisiensi

Pemanfaatan teknologi dalam manajemen konstruksi berperan dalam meningkatkan produktivitas dan akurasi dalam perencanaan serta pelaksanaan proyek. Riyadhshyah & Zulfikram (2023) menemukan bahwa penggunaan software seperti Microsoft Project dan Primavera dapat membantu dalam pengelolaan proyek konstruksi secara lebih efisien (Riyadhshyah & Zulfikram, 2023).

2.3 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan serangkaian aktivitas pembangunan yang melibatkan berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, kontraktor, dan pengawas, dengan tujuan menghasilkan infrastruktur yang sesuai dengan standar mutu, biaya, dan waktu yang telah ditetapkan dalam kontrak kerja (Supriyanti, 2021). Dalam implementasinya, proyek konstruksi menghadapi berbagai tantangan, seperti keterlambatan yang disebabkan oleh perubahan desain, kendala keuangan, dan keterbatasan sumber daya manusia (Waryanto, 2020). Faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan proyek konstruksi adalah efektivitas sistem kontrak yang digunakan, di mana ketidaksesuaian dalam penerapan kontrak dapat menimbulkan ketidakpastian hukum dan ketidakseimbangan risiko antara pengguna dan penyedia jasa (Simanjuntak, 2021). Selain itu, proyek konstruksi juga memerlukan penerapan teknologi manajemen proyek yang dapat meningkatkan efisiensi dalam perencanaan dan pengendalian proyek, seperti penggunaan Microsoft Project dan Primavera (Riyadhshyah & Zulfikram, 2022).

- a) Suatu kegiatan proyek terdiri dari beberapa karakteristik – karakteristik yang penting dan harus ada didalamnya seperti :

1. Sementara (*Temporary*)

Proyek memiliki batasan waktu yang jelas, dimulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian. Kegiatan proyek dianggap selesai apabila tujuan utamanya telah tercapai dan kebutuhan proyek telah terpenuhi.

2. Unik (*Unique*)

Setiap proyek menghasilkan output yang berbeda dan spesifik sesuai dengan tujuan awal, seperti pembangunan gedung, jembatan, jalan, dan lainnya. Karena hasilnya yang khas, proyek dianggap unik.

3. Progressive Laboration

Proyek dijalankan secara bertahap melalui berbagai perkembangan progres yang terus berlanjut sampai target akhir proyek tercapai. Setiap tahapan menjadi indikator menuju penyelesaian proyek (Fadhol Yudhagama, 2022).

Proyek konstruksi dibagi menjadi 3 tahapan dalam sebuah kegiatan proyek mulai dari tahap prakonstruksi, tahap konstruksi, hingga tahap pasca konstruksi. Proyek sendiri merupakan serangkaian aktivitas yang memiliki batas waktu tertentu, dikerjakan oleh organisasi, dan dapat memberikan pengaruh jangka panjang terhadap kelangsungan usaha organisasi tersebut. Untuk mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek, diperlukan sejumlah sumber daya, antara lain:

1. Waktu (*Timeline*)

Setiap proyek memiliki durasi pelaksanaan yang telah ditentukan, sejak awal pengerjaan hingga penyelesaian, dan semuanya tercantum dalam jadwal waktu yang terstruktur.

2. Sumber Daya (*Resource*)

Ketersediaan berbagai sumber daya, mulai dari tenaga kerja hingga bahan dan peralatan, sangat penting dan harus dipersiapkan sejak awal pelaksanaan proyek.

3. Alat (*Tools*)

Dalam manajemen proyek, dibutuhkan alat bantu atau teknik tertentu, seperti penggunaan Kurva S untuk memantau kemajuan proyek berdasarkan jadwal yang telah ditentukan.

4. Tim (*Team*)

Manajemen proyek memerlukan tim yang kompeten dan memiliki keahlian sesuai fungsi masing-masing untuk memastikan pelaksanaan proyek berjalan dengan baik dan terkontrol (Fadilah, 2021).

2.4 Lean Construction

2.4.1 Pengertian *Lean Construction*

Sebagai metodologi tata kelola proyek fisik, *Lean Construction* diorientasikan untuk memacu produktivitas serta efisiensi kerja melalui minimalisasi pemborosan (*waste*) sekaligus memaksimalkan nilai guna bagi pengguna jasa. Kerangka berpikir ini merupakan hasil adopsi dari konsep *Lean*

Manufacturing yang dipelopori oleh Toyota pada sektor industri manufaktur, yang kemudian dikondisikan ulang agar selaras dengan keunikan serta karakteristik dinamis sektor konstruksi (Ballard & Howell, 2023). Dalam implementasinya, *Lean Construction* menjadi sebuah instrumen taktis untuk memformulasikan sistem produksi pada proyek bangunan. Tujuannya adalah mereduksi pemborosan waktu, material, maupun tenaga kerja demi mempersembahkan nilai kepuasan tertinggi bagi pemilik proyek (Saputra, 2023).

Lebih dari sekadar mengejar efisiensi dari sisi operasional, filosofi *Lean Construction* turut melingkupi aspek sinergi antar-pemangku kepentingan, perencanaan teknis yang komprehensif, serta pemanfaatan inovasi teknologi guna mengakselerasi efektivitas proses pembangunan. Esensi utama dari pendekatan ini menitikberatkan pada urgensi pelacakan serta penghapusan tindakan-tindakan tanpa nilai tambah (*non-value added activities*), di samping terus menyempurnakan alur kerja secara berkesinambungan (Womack & Jones, 2021).

2.4.2 Prinsip-prinsip *Lean Construction*

Womack dan Jones (2021) merumuskan bahwa pondasi dasar *Lean Construction* bertumpu pada sejumlah pilar utama yang didesain untuk menekan inefisiensi serta meminimalkan potensi pemborosan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Adopsi prinsip-prinsip ini berperan penting dalam mewujudkan mekanisme kerja yang lebih responsif terhadap dinamika kebutuhan proyek serta memiliki efisiensi tinggi. Rincian dari prinsip-prinsip dasar *lean construction* tersebut meliputi:

1. Identifikasi Nilai (Specify Value): Menetapkan indikator apa saja yang dikategorikan memiliki nilai manfaat oleh pengguna jasa, serta mengarahkan konsentrasi penuh untuk merealisasikan ekspektasi tersebut.
2. Pemetaan Arus Nilai (Value Stream Mapping): Melakukan evaluasi mendalam terhadap keseluruhan tahapan proses guna mendeteksi sekaligus mengeliminasi segala bentuk tindakan yang tidak memberikan kontribusi nilai tambah.
3. Mewujudkan Aliran Kontinu (Create Flow): Mengondisikan ritme dan alur kerja agar mampu bergerak secara konstan dan lancar tanpa terhambat oleh kendala teknis maupun penundaan waktu (delay).
4. Mekanisme Tarik (Establish Pull): Mengatur aktivitas produksi agar berjalan atas dasar permintaan riil di lapangan, bukan berlandaskan estimasi atau prediksi semata, dengan tujuan mencegah terjadinya penumpukan stok (overproduction).
5. Upaya Kesempurnaan (Pursue Perfection): Menjalankan evaluasi dan pembenahan secara konsisten dan simultan pada tiap-tiap lini.

2.4.3 Kelebihan dan Tantangan Implementasi

A. Kelebihan Implementasi *Lean Construction*

Menurut Pamungkas et al (2024), *Lean Construction* menawarkan berbagai keunggulan dalam manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam meningkatkan efisiensi kerja dan pengurangan pemborosan (*waste*).

Beberapa kelebihannya antara lain :

1. Mengurangi Pemborosan Material dan Waktu

Dengan menerapkan prinsip *Value Stream Mapping*, proyek konstruksi dapat meminimalkan pemborosan material serta waktu kerja yang tidak bernilai tambah. Hal ini berdampak langsung pada penurunan biaya proyek dan peningkatan efisiensi alur kerja.

2. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi Tenaga Kerja

Lean Construction mendorong pengelolaan sumber daya manusia secara efektif melalui kolaborasi lintas tim dan pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Ini meningkatkan keterlibatan pekerja sekaligus produktivitas proyek secara keseluruhan.

3. Meningkatkan Kualitas Output Proyek

Pendekatan lean menekankan pada peningkatan proses dan pengendalian mutu secara menyeluruh dari awal hingga akhir proyek. Hal ini menghasilkan output konstruksi yang lebih baik secara teknis dan fungsional.

4. Mendorong Kolaborasi Tim yang Lebih Baik

Lean mendorong keterlibatan semua pihak dalam proyek melalui mekanisme seperti *Last Planner System* (LPS), yang memastikan komunikasi dan koordinasi berjalan dengan optimal.

B. Tantangan Implementasi *Lean Construction*

Meskipun menawarkan banyak keuntungan, penerapan *Lean Construction* tidak lepas dari berbagai hambatan (Sacks et al., 2020). Antara lain:

1. Resistensi terhadap Perubahan Budaya Kerja

Salah satu tantangan utama adalah budaya kerja konvensional di sektor konstruksi yang cenderung tidak fleksibel terhadap perubahan sistem kerja. Penerapan lean membutuhkan perubahan budaya organisasi ke arah yang lebih kolaboratif dan transparan.

2. Kurangnya Pemahaman dan Pelatihan SDM

Minimnya pengetahuan pekerja dan manajer proyek tentang prinsip-prinsip lean menjadi kendala dalam implementasi yang efektif. Penerapan lean membutuhkan pelatihan intensif agar prinsip-prinsip seperti pull-system dan continuous improvement dapat dijalankan dengan baik.

3. Kurangnya Komitmen dari Pimpinan Proyek

Kegagalan implementasi lean sering kali disebabkan oleh kurangnya dukungan manajemen puncak.

4. Keterbatasan Data dan Integrasi Teknologi

Untuk menerapkan lean secara optimal, proyek membutuhkan data akurat dan real-time, serta sistem terintegrasi seperti BIM (*Building Information Modeling*). Namun, di banyak proyek, keterbatasan infrastruktur dan sumber daya menjadi penghambat.

5. Keterlambatan Adopsi di Indonesia

Meskipun sudah banyak dibahas secara akademik, penerapan lean di lapangan di Indonesia masih tergolong lambat, khususnya pada proyek-proyek skala kecil hingga menengah. Hal ini dipengaruhi oleh lemahnya regulasi, ketidaksiapan teknologi, dan orientasi proyek jangka pendek.

2.4.4 Analisis Strategi *Lean Construction*

Analisis strategi *Lean Construction* adalah tahapan evaluatif dalam penelitian yang bertujuan untuk menilai, menyusun, dan merekomendasikan strategi implementasi prinsip lean dalam proses manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam aspek pengelolaan material. Strategi ini penting untuk mengurangi pemborosan (*waste*), meningkatkan efisiensi, serta menyelaraskan nilai tambah dengan kebutuhan pelanggan (Koskela, 2022).

1. Tujuan Analisis Strategi *Lean Construction* :

- a. Mengidentifikasi masalah manajemen material berdasarkan temuan lapangan.
- b. Menganalisis kesenjangan antara kondisi eksisting dan praktik ideal *Lean Construction*.
- c. Merumuskan rekomendasi strategi lean yang sesuai dengan kondisi proyek.
- d. Meningkatkan alur logistik, akurasi pengadaan, dan efektivitas

penggunaan material.

2. Tahapan Analisis Strategi Lean Construction

a) Identifikasi Aktivitas *Non-Value Added (NVA)*

Berdasarkan observasi dan wawancara, aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap progres proyek diidentifikasi (misalnya: menunggu material, pemindahan material berulang, stok berlebih).

b) Pengelompokan Waste berdasarkan 8 Jenis Lean Waste

Akar permasalahan dari inefisiensi dilacak dengan memetakan seluruh tindakan non-nilai tambah (*Non-Value Added*) ke dalam delapan klasifikasi pemborosan lean, yang mencakup produksi berlebih, waktu tunggu, mobilitas logistik, proses berulang, penumpukan stok, pergerakan pekerja, produk cacat, serta potensi SDM yang tidak optimal

3. Penyusunan Strategi *Lean*

Menyusun strategi berbasis prinsip lean seperti:

- a. *Just-In-Time (JIT)*: pengadaan tepat waktu.
- b. *5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)*: tata kelola gudang dan lokasi kerja.
- c. *Value Stream Mapping (VSM)*: pemetaan alur distribusi material untuk menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah.
- d. *Last Planner System (LPS)*: perencanaan kolaboratif antar bagian logistik dan pelaksana lapangan.

2.5 Manajemen Material dalam Konstruksi

2.5.1 Pengertian Manajemen Material

Manajemen material dalam konteks proyek konstruksi adalah proses perencanaan, pengadaan, pengendalian, dan pengawasan terhadap aliran material yang digunakan dalam proyek, mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian proyek (Srivastava, 2021). Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa material yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang tepat, kualitas yang sesuai, pada waktu yang tepat, dan dengan biaya yang efisien, manajemen material juga berperan dalam mengurangi pemborosan material, meningkatkan kualitas pekerjaan (Yildiz, 2025).

2.5.2 Fungsi dan Tujuan Pengelolaan Material

A. Fungsi Pengelolaan Material dalam Proyek

Menurut Salem, O., J. Solomon, A. Genaidy, & M. Minkarah. (2021), Manajemen material dalam proyek konstruksi memiliki beberapa fungsi utama yang saling berkaitan untuk memastikan kelancaran pelaksanaan proyek. Fungsi - fungsi tersebut meliputi :

1. Perencanaan dan Penjadwalan Pengadaan Material

Merencanakan kebutuhan material secara tepat waktu dan jumlah untuk menghindari keterlambatan dan kelebihan stok. Perencanaan yang baik membantu dalam mengatur aliran material sesuai dengan jadwal proyek.

2. Pengorganisasian dan Personalia Proyek

Mengatur struktur organisasi yang efektif dan menempatkan personel yang kompeten dalam pengelolaan material. Hal ini penting untuk koordinasi yang efisien antara tim proyek dan pemasok.

3. Pembelian Material Sesuai Perencanaan

Melakukan proses pembelian material berdasarkan perencanaan yang telah disusun, memastikan kualitas dan kuantitas material sesuai dengan spesifikasi proyek.

4. Penyimpanan dan Pengendalian Inventaris

Mengelola penyimpanan material dengan baik untuk mencegah kerusakan, kehilangan, atau pemborosan. Pengendalian inventaris yang efektif membantu dalam memantau stok dan kebutuhan material secara *real-time*.

5. Pengendalian dan Pengawasan

Melakukan pengawasan terhadap seluruh proses pengelolaan material untuk memastikan bahwa semua kegiatan berjalan sesuai dengan rencana dan standar yang ditetapkan.

B. Tujuan Pengelolaan Material dalam Proyek Konstruksi

Tujuan utama dari pengelolaan material dalam proyek konstruksi adalah untuk memastikan bahwa material yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah dan waktu yang tepat, dengan kualitas yang sesuai, serta dengan biaya yang efisien. Tujuan-tujuan spesifik meliputi :

1. Efisiensi Biaya

Mengurangi biaya proyek melalui pengelolaan material yang efektif, termasuk pengurangan pemborosan dan pengendalian inventaris yang baik.

2. Peningkatan Produktivitas

Memastikan ketersediaan material yang tepat waktu dan sesuai kebutuhan untuk mendukung kelancaran proses konstruksi dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja.

3. Pengurangan Pemborosan

Mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan material melalui perencanaan yang baik dan pengawasan yang ketat.

4. Ketepatan Waktu

Memastikan bahwa material tersedia sesuai dengan jadwal proyek untuk menghindari keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan.

2.5.3 Masalah Umum dalam Manajemen Material

Manajemen material merupakan aspek krusial dalam proyek konstruksi, karena material menyumbang sebagian besar biaya proyek dan berpengaruh langsung terhadap waktu serta kualitas pelaksanaan. Namun, berbagai masalah umum sering muncul dalam pengelolaan material, yang dapat menghambat kelancaran proyek (Abdul-Rahman et al., 2021). Berikut adalah beberapa masalah umum yang sering dihadapi:

1. Keterlambatan Pengadaan dan Pengiriman Material

Keterlambatan dalam pengadaan dan pengiriman material dapat menyebabkan gangguan pada jadwal proyek. Hal ini sering disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang dan koordinasi yang lemah antara pihak-pihak terkait. Penelitian oleh (Yildi, 2025), Menunjukkan bahwa perencanaan material yang tidak efektif dapat menyebabkan keterlambatan proyek.

2. Kurangnya Perencanaan dan Penjadwalan

Efektif Perencanaan dan penjadwalan yang tidak tepat dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara kebutuhan material di lapangan dan ketersediaan material. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan material atau kekurangan material saat dibutuhkan.

3. Komunikasi yang Buruk antara Pihak Terkait

Komunikasi yang tidak efektif antara manajemen proyek, pemasok, dan tim lapangan dapat menyebabkan kesalahan dalam pengadaan material,

seperti pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi atau jumlah. Hal ini dapat mengakibatkan pemborosan waktu dan biaya.

4. Penyimpanan dan Penanganan Material yang Tidak Tepat

Penyimpanan material yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan kerusakan atau kehilangan material. Selain itu, penanganan material yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan pemborosan material.

5. Kurangnya Pengawasan dan Pengendalian Inventaris

Tanpa pengawasan dan pengendalian inventaris yang baik, sulit untuk melacak penggunaan material secara akurat. Hal ini dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan material, serta kesulitan dalam mengidentifikasi pemborosan atau pencurian material.

6. Kurangnya Pelatihan dan Kompetensi Tenaga Kerja

Tanpa pengawasan dan pengendalian inventaris yang baik, sulit untuk melacak penggunaan material secara akurat. Hal ini dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan material, serta kesulitan dalam mengidentifikasi pemborosan atau pencurian material.

7. Tenaga kerja yang tidak terlatih

dalam manajemen material dapat membuat kesalahan dalam pengadaan, penyimpanan, dan penggunaan material. Pelatihan yang kurang memadai juga dapat menyebabkan ketidakefisienan dalam proses kerja.

2.5.4 *Lean Construction* dalam Manajemen Material

Menurut Sacks, Koskela, Dave, & Owen (2021), penerapan *Lean Construction* pada manajemen material bertujuan untuk meminimalkan pemborosan material, mengurangi variabilitas pasokan, serta memastikan bahwa material tersedia tepat waktu sesuai kebutuhan lokasi kerja. *Lean Material Management* menekankan sinkronisasi alur material dengan aktivitas produksi agar tidak terjadi kelebihan stok, penumpukan, maupun kekurangan material di lapangan.

Beberapa prinsip lean dalam pengelolaan material meliputi:

1. *Just-In-Time Material Delivery*

Pengadaan material dilakukan tepat waktu sesuai jadwal pemasangan untuk mengurangi inventory berlebih.

2. *Pull-Based Procurement*

Pemesanan material berbasis kebutuhan lapangan, bukan prediksi yang berlebihan.

3. *Value Stream Mapping Material Flow*

Menganalisis aliran material dari pemasok hingga titik penggunaan untuk menghilangkan aktivitas non-value.

4.5S *Material Storage System*

Standarisasi penyimpanan untuk mengurangi kerusakan dan mempermudah pencarian material.

5. *Continuous Flow of Material*

Upaya menghilangkan hambatan pergerakan material yang dapat memperlambat proses konstruksi.

2.5.5 Efektivitas Manajemen Material dalam Perspektif *Lean Construction*

Efektivitas manajemen material dalam proyek konstruksi dapat dinilai melalui kesesuaian proses pengadaan, penyimpanan, distribusi, dan penggunaan material dengan kebutuhan nyata di lapangan. Menurut Formoso, Isatto, & Hirota (2023), efektivitas pengelolaan material sangat ditentukan oleh sejauh mana proses material mendukung kelancaran aliran kerja (*workflow*) tanpa terhambat oleh kekurangan, kelebihan, atau kerusakan material. Dalam pendekatan *Lean Construction*, efektivitas manajemen material dicapai ketika seluruh aktivitas terkait material bebas dari pemborosan (*waste*) dan memberikan nilai tambah bagi proses produksi utama.

Prinsip *lean* seperti minimisasi inventory, perbaikan aliran material, pemetaan value stream, dan kontrol variabilitas pasokan merupakan indikator utama untuk menilai efektivitas manajemen material. Sacks et al. (2021) menekankan bahwa efektivitas sistem material dalam konteks *lean* hanya dapat dicapai ketika aliran material bersifat stabil, dapat diprediksi, dan selaras dengan ritme produksi. Oleh karena itu, efektivitas manajemen material dalam perspektif *lean* bukan sekadar pengelolaan logistik, melainkan gabungan antara koordinasi, keteraturan, eliminasi pemborosan, dan responsivitas terhadap kebutuhan produksi.

2.5.6 Indikator Kerugian Material dalam Proyek Konstruksi

Menurut Kaming & Olomolaiye (2021), terdapat beberapa indikator utama yang sering menyebabkan kerugian material pada proyek konstruksi, antara lain:

1. Keterlambatan Pengiriman Material
2. Kesalahan Pemesanan Material (*over-ordering / under-ordering*)
3. Penyimpanan Material yang Tidak Sesuai Standar
4. Kerusakan Material akibat Penanganan (*handling*) yang buruk
5. Pencurian atau kehilangan material

6. Kualitas material tidak sesuai spesifikasi
7. Ketidaktepatan distribusi material ke lokasi kerja

Sementara penelitian Osmani, Glass, & Price (2023) mengelompokkan penyebab utama waste material pada konstruksi sebagai akibat dari:

1. perencanaan pengadaan yang buruk
2. koordinasi logistik rendah
3. kualitas pemasok tidak konsisten
4. metode penyimpanan tidak memenuhi standar.

2.5.7 Faktor Penerapan *Lean Construction* dalam Manajemen Material

Faktor penerapan *Lean Construction* dalam manajemen material pada proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh aspek perencanaan dan pengendalian material yang efektif. Berdasarkan SNI 7394:2008, perencanaan kebutuhan material harus dilakukan secara tepat agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan material di lapangan. Hal ini diperkuat oleh penelitian Juniawan et al. (2023) yang menyatakan bahwa perencanaan material dan sistem pengendalian logistik merupakan faktor dominan dalam keberhasilan penerapan *Lean Construction*. Selain itu, Anggraini et al. (2022) menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi proyek (*Process Cycle Efficiency*) dapat dicapai melalui pengelolaan material yang terstruktur dan minim pemborosan. Dengan demikian, faktor penerapan *Lean Construction* tidak terlepas dari kemampuan proyek dalam mengelola aliran material secara efisien dan terkontrol. terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan penerapan *Lean Construction*.

Tabel 2.2 Klasifikasi *Relative Importance Index* (RII)

Rentang RII	Kategori Pengaruh
0,80 - 1,00	Sangat Tinggi
0,60 - 0,79	Tinggi
0,40 - 0,59	Sedang
0,20 - 0,39	Rendah
0,00 - 0,19	Sangat Rendah

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

2.5.8 Faktor Penyebab Paling Dominan Terhadap Terjadinya *Waste Material*

Faktor penyebab dominan terjadinya *waste* material pada proyek konstruksi umumnya berasal dari kesalahan perencanaan, kelebihan pemesanan material, serta sistem penyimpanan yang tidak efektif. Berdasarkan SNI 2836:2008, perhitungan volume pekerjaan yang tidak akurat dapat menyebabkan deviasi kebutuhan material yang berujung pada pemborosan. Penelitian Susanti

dan Suropto (2020) mengidentifikasi bahwa *waste* seperti aktivitas *non-value added* (*waiting* dan *inappropriate processing*) menjadi penyebab utama inefisiensi proyek. Sementara itu, Hadi dan Susanto (2025) menyatakan bahwa strategi mitigasi seperti penerapan SOP pengelolaan material dan sistem permintaan berbasis progres mampu menekan tingkat *waste* secara signifikan. Oleh karena itu, pengendalian material yang terintegrasi dengan prinsip *Lean Construction* menjadi langkah penting dalam meminimalkan pemborosan material di proyek konstruksi.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tingkat *Waste* Material

Presentase <i>Waste</i>	Kategori
> 10%	Tinggi
5% - 10%	Sedang
< 5%	Rendah

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

2.5.9 Strategi Mengatasi Terjadinya *Waste* Material dalam Proyek Konstruksi

Upaya mengatasi terjadinya *waste* material pada proyek konstruksi dapat dilakukan melalui penerapan manajemen material yang efektif dan terintegrasi. Pemborosan material umumnya terjadi akibat kesalahan perencanaan, pengendalian yang lemah, serta sistem logistik yang tidak efisien. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi yang mengacu pada prinsip *Lean Construction* untuk meminimalkan aktivitas *non-value added*.

Berdasarkan praktik manajemen konstruksi dan didukung oleh ketentuan dalam SNI 2836:2008 terkait ketelitian perhitungan volume pekerjaan. Untuk mengevaluasi efektivitas strategi tersebut, dapat dilakukan pengukuran efisiensi penggunaan material dengan rumus sebagai berikut:

$$Efisiensi (\%) = \frac{Volume\ Terpakai}{Volume\ Total} \times 100\% \dots \dots \dots 2.1$$

Keterangan :

Volume Terpakai : Material yang digunakan sesuai kebutuhan

Volume Terpakai : Total material yang disediakan

Tabel 2.4 Klasifikasi Tingkat Efisiensi Material

Presentase Efisiensi	Kategori
> 90%	Sangat Efisien
80% - 90%	Efisien
60% - 79%	Cukup Efisien
< 60%	Tidak Efisien

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian konstruksi, teknik pengumpulan data merupakan Langkah krusial untuk memperoleh informasi yang valid dan reliabel guna mendukung analisis dan kesimpulan penelitian. Pemilihan teknik yang tepat harus disesuaikan dengan tujuan penelitian, jenis data yang dibutuhkan, serta sumber daya yang tersedia (Mukhamad Fathoni, 2021). Berikut adalah beberapa teknik pengumpulan data yang umum digunakan dalam penelitian di bidang konstruksi.

2.6.1 Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengamati langsung objek penelitian di lapangan. Dalam konteks proyek konstruksi, observasi digunakan untuk memantau proses kerja, penggunaan material, serta interaksi antar pekerja. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk memahami kondisi nyata di lapangan dan mengidentifikasi masalah yang mungkin tidak terdeteksi melalui metode lain. Sebagai contoh, penelitian oleh (Sasmita, 2024), menggunakan observasi untuk mengevaluasi kinerja proyek konstruksi jalan dan saluran utama di Jakarta Garden City.

2.6.2 Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab secara langsung antara peneliti dan responden. Dalam penelitian konstruksi, wawancara sering digunakan untuk menggali informasi mendalam dari para pemangku kepentingan seperti manajer proyek, kontraktor, dan pekerja lapangan.

2.6.3 Kuesioner

Dalam penelitian ini, kuesioner digunakan sebagai instrumen utama untuk mengumpulkan data primer yang berkaitan dengan persepsi, pengalaman, dan penilaian responden terhadap pemborosan material serta penerapan *Lean Construction* di lapangan proyek. Kuesioner dipilih karena mampu menjangkau responden dalam jumlah

besar secara efisien, memberikan standar pertanyaan yang sama kepada seluruh partisipan, serta menghasilkan data yang terukur sehingga dapat dianalisis secara kuantitatif.

Menurut Sugiyono (2021), kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawab sesuai kondisi yang mereka alami.

a). Variabel Faktor Penerapan *Lean Construction*

Tabel 2.5 Faktor Penerapan *Lean Construction*

No.	Indikator	Sumber
A.	Perencanaan dan Pengadaan Material	
1	Perencanaan material berdasarkan kebutuhan aktual	(Nguyen & Akhavian, 2019; Arifian & Riandi, 2024)
2	Pengadaan atau pembelian material sudah sesuai dengan jadwal pekerjaan di lapangan.	(Oparina et al., 2024; Aslam et al., 2024)
B.	Pengendalian dan Penyimpanan Material	
3	Pengendalian dan pencatatan stok material di proyek sudah berjalan dengan baik.	(Adiawaty & Moeins, 2024)
4	Area penyimpanan material di proyek tertata rapi dan layak digunakan.	(Fauzi, 2024)
C.	Evaluasi dan Koordinasi	
5	Evaluasi terhadap pemborosan atau sisa material dilakukan secara rutin.	(Aslam et al., 2024; Garces et al., 2024)
6	Koordinasi antara bagian logistik dan pelaksana lapangan berjalan dengan baik.	(Nguyen & Akhavian, 2019; Arifian & Riandi, 2024)
D	Kualitas dan Minimisasi Kesalahan	
7	Kesalahan pekerjaan yang menyebabkan pembongkaran ulang akibat material dapat diminimalkan.	(Aslam et al., 2024)
8	Material yang digunakan di lapangan sudah sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan.	(Amalia et al., 2024)

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

b). Variabel Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material*Tabel 2.6 Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material*

No	Indikator	Sumber
A	<i>Defect</i>	
1	Terjadi kesalahan pekerjaan yang menyebabkan material harus diganti atau dibuang.	(Aslam et al., 2024; Aghimien et al., 2021)
2	Material menjadi rusak karena kesalahan dalam proses pemasangan.	(Ajayi et al., 2021; Fauzi, 2024)
B	<i>Waiting</i>	
3	Pekerja sering menunggu material sebelum pekerjaan dapat dilanjutkan.	(Nguyen & Akhavian, 2021; Aslam et al., 2024)
4	Keterlambatan pengiriman material dari supplier sering terjadi.	(Oparina et al., 2024; Aghimien et al., 2021)
C	<i>Excess Inventory</i>	
5	Terjadi penumpukan material di lokasi proyek.	(Ajayi et al., 2021; Fauzi, 2024)
6	Material yang sudah datang tidak langsung digunakan dan tersimpan terlalu lama.	(Aslam et al., 2024; Nguyen & Akhavian, 2021)
D	<i>Transportation</i>	
7	Material sering dipindahkan berulang kali sebelum digunakan.	(Aghimien et al., 2021; Oparina et al., 2021)
8	Tata letak penyimpanan material menyebabkan jarak angkut menjadi lebih jauh.	(Ajayi et al., 2021; Aslam et al., 2024)
E	<i>Improper Storage</i>	
9	Terjadi kerusakan pada material akibat cara atau kondisi penyimpanan yang kurang baik.	(Ajayi et al., 2021; Aslam et al., 2024)

10	Sering terjadi kehilangan material di area proyek	(Aghimien et al., 2021; Oparina et al., 2024)
----	---	---

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

c). Variabel Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya *Waste Material*

Tabel 2.7 Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya *Waste Material*

No	Indikator	Sumber
A.	Perencanaan dan Koordinasi	
1	Perencanaan jumlah dan jenis material di proyek seringkali kurang akurat.	(Nguyen & Akhavian, 2021; Aslam et al., 2024)
2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi yang baik antar pihak yang terlibat (kontraktor, supplier, pekerja).	(Aghimien et al., 2021; Oparina et al., 2024)
B.	Pengawasan dan Pengendalian	
3	Pengawasan di lapangan terhadap penggunaan material masih belum maksimal.	(Fauzi, 2024; Aslam et al., 2024)
4	Sering terjadi perubahan desain atau gambar kerja saat proses pembangunan.	(Aghimien et al., 2021)
C.	Sistem Administrasi Material	
5	Pencatatan keluar-masuknya stok material di gudang tidak tercatat dengan teliti.	(Adiawaty & Moeins, 2024)
6	Belum ada prosedur (SOP) pengelolaan material yang jelas dan dijalankan dengan baik.	(Aslam et al., 2024; Oparina et al., 2024)

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

d). Variabel aktifitas igasi Terjadinya *Waste Material*

Tabel 2.8 Strategi Mitiigasi Terjadinya *Waste Material*

No	Indikator	Sumber
1	Material sebaiknya didatangkan ke lokasi proyek tepat saat akan digunakan agar tidak menumpuk.	(Pratama & Wiguna, 2021; Saputra et al., 2023)
2	Perlu adanya peningkatan komunikasi yang rutin antar tim agar tidak ada	(Hidayat & Setiawan, 2020; Ramadhan et

	kesalahan pemesanan material.	al., 2024)
3	Perlu dilakukan pemeriksaan rutin terhadap sisa penggunaan material di lapangan secara berkala.	(Wibowo & Koeswara, 2022; Sari & Kurniawan, 2023)

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

Tabel 2.8 Strategi Mitiigasi Terjadinya *Waste Material* (Lanjutan)

No	Indikator	Sumber
4	Penggunaan sistem digital atau aplikasi untuk memantau jumlah stok material sangat diperlukan.	(Putra & Santoso, 2021; Wijaya et al., 2022)
5	Pengawasan terhadap kualitas material yang masuk harus diperketat agar tidak ada material rusak yang terbuang.	(Fitriani & Utomo, 2021; Lestari & Pratama, 2024)

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2026)

2.6.4 Skala Likert

Sebagai salah satu jenis skala psikometrik yang sering digunakan dalam pembuatan kuesioner survei (Fadli et al., 2022). Menurut Riduwan (2023) dalam Rauzana & Usni, 2020), fungsi utama Skala Likert adalah menilai persepsi, sikap, dan respons dari individu atau suatu kelompok terhadap peristiwa atau fenomena sosial tertentu.. Responden diminta memberikan tingkat persetujuan terhadap pernyataan yang disajikan dengan lima pilihan jawaban, yaitu:

- 1.) Sangat Setuju
- 2.) Setuju
- 3.) Netral/Cukup
- 4.) Tidak Setuju
- 5.) Sangat Tidak Setuju

Dalam rangka analisis kuantitatif, pilihan respons diberi bobot nilai. Pembobotan tersebut terdiri dari: Skor 5 untuk Sangat Setuju; Skor 4 untuk Setuju; Skor 3 untuk Netral; Skor 2 untuk Tidak Setuju; dan Skor 1 untuk Sangat Tidak Setuju (Sanaky et al., 2021).

2.6.5 Skala Frekuensi

Skala frekuensi merupakan salah satu bentuk skala pengukuran yang digunakan untuk mengetahui seberapa sering suatu kejadian, perilaku, atau fenomena terjadi dalam periode tertentu. Skala ini umum digunakan dalam penelitian survei kuantitatif untuk mengukur tingkat kemunculan suatu variabel berdasarkan persepsi responden terhadap pengalaman yang mereka alami secara langsung (Sugiyono, 2021).

Menurut Arikunto (2023), skala frekuensi digunakan untuk mengukur

intensitas atau tingkat kejadian suatu aktivitas dengan memberikan kategori bertingkat yang menunjukkan tingkat keterjadian, mulai dari sangat jarang hingga sangat sering. Skala ini membantu peneliti dalam mengidentifikasi pola kejadian serta tingkat dominasi suatu fenomena dalam konteks penelitian.

Dalam penelitian ini, responden diminta untuk memberikan jawaban berdasarkan tingkat frekuensi kejadian yang mereka alami di lapangan dengan lima pilihan jawaban, yaitu:

- 1.) Sangat Tidak Setuju
- 2.) Tidak Setuju
- 3.) Netral/Cukup
- 4.) Setuju
- 5.) Sangat Setuju

2.7 Software Pendukung

2.7.1 Microsoft Excel

Dalam pelaksanaan penelitian ini, Microsoft Excel digunakan sebagai perangkat lunak pendukung utama dalam proses analisis data karena kemampuannya yang fleksibel, mudah diakses, dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan manajerial maupun statistik secara efisien. Microsoft Excel terbukti sangat bermanfaat dalam proyek konstruksi untuk membantu proses perhitungan, pengolahan data, serta visualisasi hasil analisis yang berkaitan dengan manajemen material dan penerapan *Lean Construction*.

- Fungsi Microsoft Excel dalam Penelitian:

1. Microsoft Excel digunakan untuk menginput dan menghitung data jumlah material yang digunakan, material terbuang, frekuensi pemborosan, dan data hasil observasi atau kuesioner.
2. Rumus-rumus dasar seperti SUM, AVERAGE, COUNT, hingga formula khusus seperti persentase waste material dapat dikerjakan secara otomatis.

2.7.2 IBM SPSS Statistics 27

IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) Statistics digunakan dalam penelitian ini sebagai perangkat lunak analisis statistik untuk mengolah data kuantitatif yang diperoleh dari kuesioner dan observasi. SPSS dipilih karena mampu melakukan pengolahan data secara cepat, akurat, dan sistematis. Menurut Ghazali (2021), SPSS merupakan

software yang banyak digunakan untuk menguji validitas, reliabilitas, serta melakukan analisis statistik deskriptif maupun inferensial.

Dalam penelitian ini, SPSS dimanfaatkan untuk mengolah data kuesioner menjadi informasi statistik yang mudah dianalisis. Penggunaan SPSS membantu menghasilkan data yang lebih terukur dan dapat

dipertanggungjawabkan secara ilmiah sehingga mendukung proses analisis pemborosan material dan penerapan *Lean Construction*.

2.7.3 *Relative Importance Index* (RII)

Relative Importance Index (RII) merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan atau prioritas suatu faktor berdasarkan penilaian responden. Metode ini sering digunakan dalam penelitian manajemen konstruksi untuk mengidentifikasi faktor yang paling berpengaruh dalam suatu permasalahan proyek. Dengan menggunakan RII, setiap variabel yang diperoleh dari kuesioner dapat dianalisis sehingga menghasilkan urutan prioritas berdasarkan tingkat kepentingannya (Olanrewaju & Abdul-Aziz, 2022).

Dalam penelitian ini, metode *Relative Importance Index* digunakan untuk menganalisis tingkat kepentingan berbagai faktor pemborosan material yang terjadi pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Surabaya. Data yang digunakan berasal dari hasil penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat dalam proyek konstruksi tersebut. Perhitungan nilai *Relative Importance Index* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RII = \frac{\sum W}{A \times N} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

RII = *Relative Importance Index*
W = Bobot penilaian yang diberikan responden terhadap setiap faktor
A = Nilai bobot maksimum pada skala penilaian (skala Likert)
N = Jumlah responden

Dalam penelitian ini digunakan skala Likert 1–5, dimana nilai 1 menunjukkan tingkat pengaruh yang sangat rendah dan nilai 5 menunjukkan tingkat pengaruh yang sangat tinggi. Nilai RII yang

dihasilkan berada pada rentang 0 sampai 1. ²³ Semakin besar nilai RII yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat kepentingan atau pengaruh faktor tersebut terhadap pemborosan material dalam proyek konstruksi.

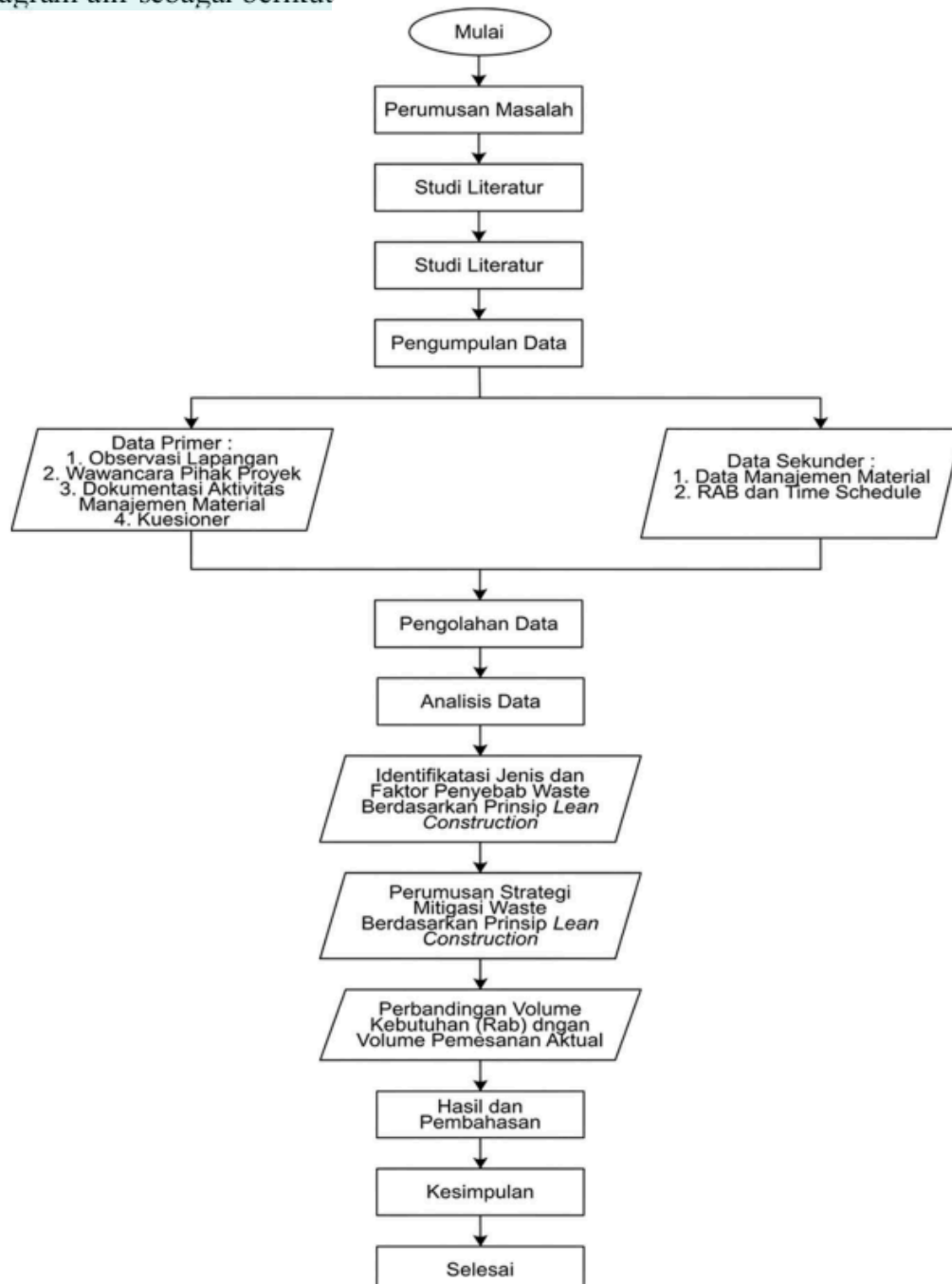
Hasil perhitungan RII kemudian digunakan untuk menentukan peringkat (ranking) faktor-faktor pemborosan material, sehingga dapat diketahui faktor mana yang paling dominan mempengaruhi manajemen material dalam proyek. Berdasarkan hasil peringkat tersebut, ⁶⁰ selanjutnya dapat dirumuskan strategi mitigasi yang sesuai dengan *prinsip Lean Construction* guna meminimalkan pemborosan material dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir (*Flowchart*)

Dalam penjelasan langkah – Langkah untuk mencapai tujuan dari rumusan masalah pada laporan ini akan digambarkan melalui *flowchart* / diagram alir sebagai berikut



Gambar 3. 1 Diagram Alir (*Flowchart*)
(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

3.2 Penjelasan Diagram Alir (Flowchart)

Penelitian ini dilakukan berdasarkan diagram alir yang telah dibuat, dengan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan utama yang terjadi di lapangan, yakni pemborosan material yang disebabkan oleh pengelolaan material yang belum optimal. Permasalahan ini menjadi latar belakang bagi penyusunan rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan studi, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan metodologi penelitian.

2. Studi Literatur

Peneliti melakukan kajian pustaka untuk memperoleh landasan teori yang kuat mengenai *Lean Construction* dan manajemen material. Studi ini mencakup teori pemborosan (*waste*), jenis-jenis *waste* dalam konstruksi (*defect, waiting, inventory, transportation*, dll.)

3. Pengumpulan Data

Setelah kajian literatur dilakukan, peneliti menyusun metode pengumpulan data untuk mendukung proses analisis, dengan menggunakan observasi dan wawancara. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran riil terkait proses manajemen material serta penerapan prinsip *Lean Construction*.

a. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, wawancara, dan penyebaran kuesioner dengan pihak-pihak yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan proyek, seperti manajer proyek, kepala logistik, pelaksana lapangan, dan mandor. Observasi lapangan dilakukan dengan mencatat aktivitas logistik material, mulai dari proses pengadaan, penyimpanan, distribusi, hingga penggunaan material di lokasi konstruksi.

1. Observasi Lapangan



Gambar 3.2 Observasi Lapangan

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

Pelaksanaan observasi dilakukan dengan mengunjungi lokasi Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga. Peneliti melakukan pengamatan terhadap aktivitas pekerjaan di lapangan, tata letak penyimpanan material, kondisi area kerja, serta potensi terjadinya pemborosan (*waste*) seperti material rusak, kelebihan stok, keterlambatan pengiriman, maupun penataan material yang kurang efektif.

Data yang diperoleh dari observasi lapangan berupa catatan lapangan dan dokumentasi visual yang digunakan sebagai data pendukung dalam menganalisis efektivitas penerapan prinsip *Lean Construction* pada manajemen material proyek. Hasil observasi ini juga menjadi dasar dalam penyusunan instrumen kuesioner dan pertanyaan wawancara agar sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

2. Wawancara Terstruktur



Gambar 3.3 Wawancara Terstruktur

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

Pelaksanaan wawancara dilakukan secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan proyek, seperti *project manager*, *site manager*, pelaksana lapangan, staf logistik, serta pengawas. Pertanyaan yang diajukan mencakup mekanisme perencanaan kebutuhan material, prosedur pengadaan, sistem penyimpanan, kendala yang sering terjadi, serta upaya pengendalian pemborosan material. Pelaksanaan wawancara dilakukan secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan proyek, seperti *project manager*, *site manager*, pelaksana lapangan, staf logistik, serta pengawas. Pertanyaan yang diajukan mencakup mekanisme perencanaan kebutuhan material, prosedur pengadaan, sistem penyimpanan, kendala yang sering terjadi, serta upaya pengendalian pemborosan material.

3. Dokumentasi Manajemen Material di Lapangan

Tabel 3.1 Aktifitas Manajemen Material

No	Dokumentasi	Keterangan
1		Tumpukan besi <i>wiremesh</i> yang cukup banyak dan tidak tersebar merata di lokasi kerja menunjukkan adanya indikasi pemesanan material yang melebihi kebutuhan aktual proyek saat itu (<i>overordering</i>). Hal ini dapat digolongkan sebagai bentuk waste jenis "<i>inventory</i>" dalam prinsip <i>Lean Construction</i>, yaitu pemborosan akibat kelebihan stok material yang tidak segera digunakan.
2		Tumpukan material batako tidak tertata rapi di area proyek menunjukkan indikasi kurangnya pengelolaan sisa material konstruksi. Material tersebut menumpuk di sekitar area kerja tanpa perlindungan atau sistem penyimpanan yang jelas sehingga mengganggu ruang gerak dan aksesibilitas bagi para pekerja. Kondisi ini dapat dikategorikan sebagai waste jenis "<i>motion</i>" dan "<i>inventory</i>" dalam prinsip <i>Lean Construction</i>.

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

Tabel 3.1 Aktivitas Manajemen Material (Lanjutan)

No	Dokumentasi	Keterangan
3		Tumpukan material seperti papan multipleks, kayu bekisting bekas, dan besi tulangan yang diletakkan langsung di atas tanah dan tidak terlindungi dari cuaca menunjukkan tidak optimalnya sistem penyimpanan material di proyek. Kondisi ini dapat digolongkan sebagai bentuk <i>waste</i> jenis "<i>defects</i>" dalam prinsip <i>Lean Construction</i>, yaitu pemborosan akibat kerusakan material yang terjadikarena penyimpanan yang tidak sesuai standar.

(Sumber : Dokumentasi Peneliti, 2025)

4. Penyebaran dan Pengumpulan Kuesioner

Responden dalam penelitian ini merupakan pihak-pihak yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Responden yang dilibatkan antara lain *project manager*, *site manager*, pelaksana lapangan, staf logistik, estimator, pengawas, serta tenaga administrasi proyek yang memiliki keterlibatan dalam proses pengelolaan material di proyek.

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Pemilihan responden dilakukan dengan kriteria bahwa responden memiliki pengalaman atau keterlibatan langsung dalam kegiatan manajemen material proyek sehingga mampu memberikan informasi yang relevan mengenai potensi pemborosan material serta penerapan prinsip *Lean Construction*.

55 Data yang diperoleh dari kuesioner merupakan data primer dengan jenis data ordinal, karena menggunakan skala penilaian bertingkat untuk menunjukkan tingkat pengaruh atau tingkat kesepakatan responden terhadap setiap indikator yang diteliti. Berikut merupakan contoh kuesioner yang akan digunakan dan disebarakan kepada responden sebagai instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Contoh Pengujian Kuesioner

12 No	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Perencanaan material berdasarkan kebutuhan aktual (<i>pull system</i>)			√		
2	Pengadaan material sesuai jadwal pekerjaan			√		

(Sumber : Data Olahan Peneliti, 2025)

93 Pengisian kuesioner dilakukan dengan memberikan tanda centang (√) pada pilihan jawaban yang sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Skala penilaian yang digunakan adalah skala likert dan skala frekuensi dengan rentang nilai 1 sampai dengan 5.

a. Data Sekunder

122 Data ini digunakan untuk mendukung temuan dari hasil observasi dan wawancara, serta memberikan konteks terhadap proses dan alur distribusi material di proyek. Data sekunder juga berfungsi untuk membandingkan antara perencanaan awal dengan kondisi aktual di lapangan, sehingga dapat dianalisis potensi pemborosan yang terjadi.

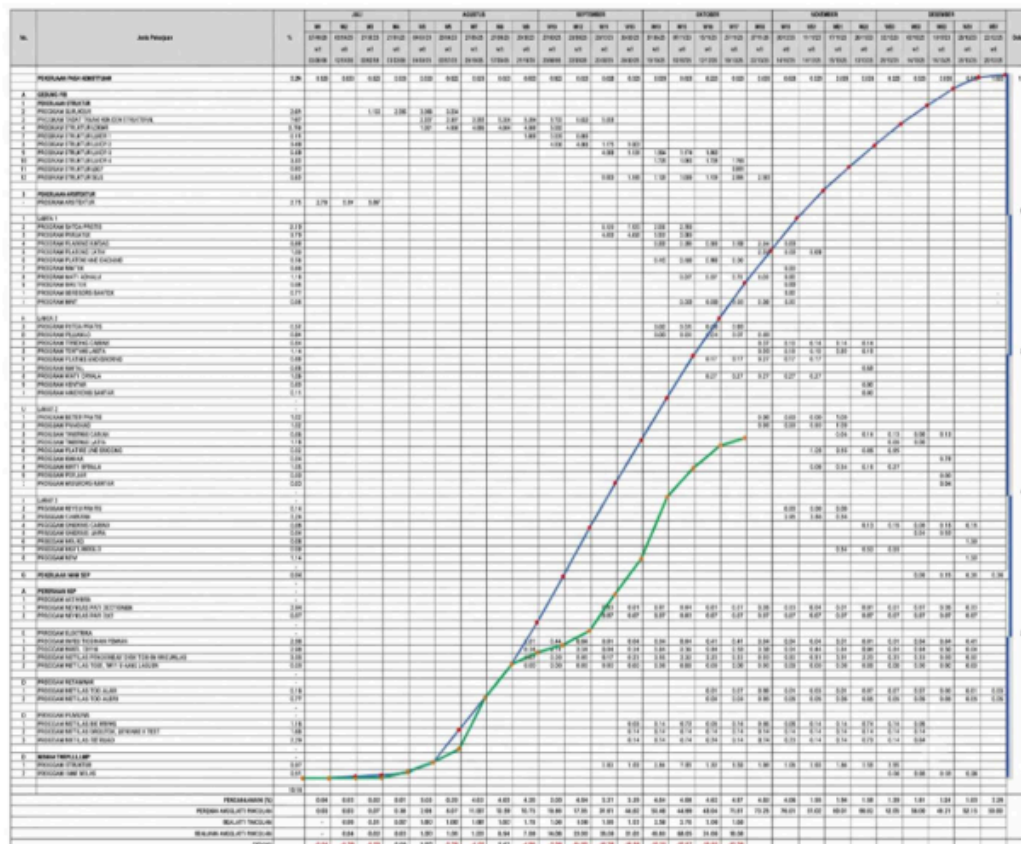
1. Data Manajemen Material

Dalam penelitian ini untuk sampel data manajemen material, peneliti mengambil dari data pengadaan material besi tulangan dan begisting.

Dalam manajemen material lain yang kita ambil sampel yaitu pengadaan kebutuhan material begisting untuk rencana di pengerjaan fabrikasi pembesian pilecap untuk kebutuhan periode dalam 1 minggu kedepan setelah pengerjaan fabrikasi besi selesai, dengan yang di datangkan di tanggal 02 Oktober 2025, yaitu dengan item item yang sudah tertera di nota pembelian di atas dengan perkiraan rencana bisa mengerjakan pekerjaan pemasangan begisting 815,5 m²

5. Time Schedule

Time schedule atau jadwal waktu pelaksanaan adalah suatu perencanaan yang menggambarkan urutan, durasi, serta keterkaitan antara aktivitas-aktivitas utama dalam proyek konstruksi secara sistematis. Dalam konteks Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya, Time Schedule berperan penting sebagai pedoman pelaksanaan kegiatan di lapangan agar pekerjaan berjalan sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan.



3.3 Data Umum Proyek

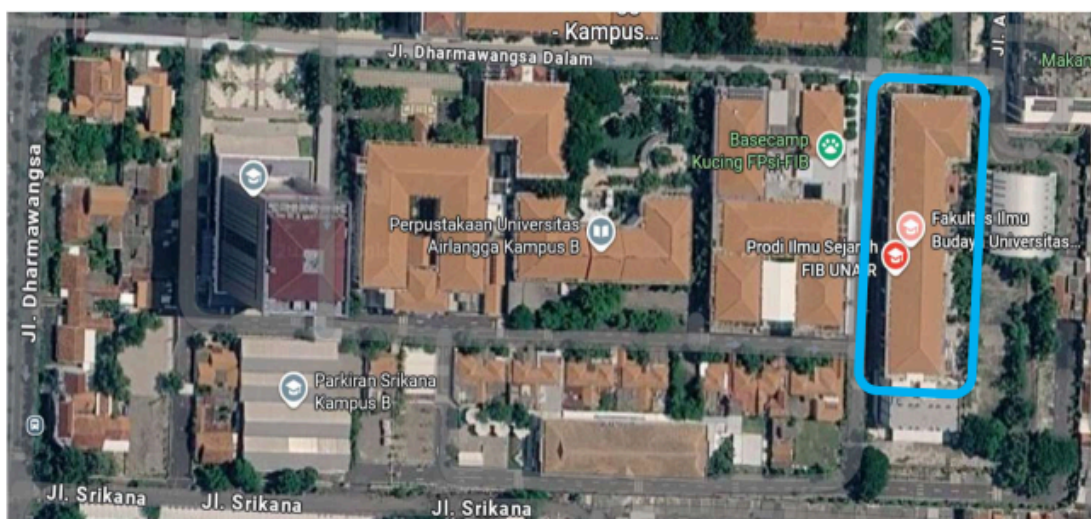
Lokasi penelian ini dilakukan di Alamat Lokasi Jl. Airlangga I No.6, RT.011/RW.02, Airlangga, Kec. Gubeng, Surabaya, Jawa Timur 60286

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga yang berlokasi di Jl. Airlangga I No.6, RT.011/RW.02, Kelurahan Airlangga, Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur 60286. Proyek ini merupakan bagian dari pengembangan fasilitas pendidikan Universitas Airlangga guna mendukung kegiatan akademik serta meningkatkan kualitas sarana dan prasarana pembelajaran.

Adapun data umum proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga adalah sebagai berikut:

- | | | |
|----|----------------------|--|
| a. | Nama Proyek | : Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga |
| b. | Lokasi Proyek | : Jl. Airlangga I No.6, Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur |
| c. | Pemilik Proyek | : Universitas Airlangga Surabaya |
| d. | Jenis Proyek | : Pembangunan Gedung Fakultas |
| e. | Nilai Proyek | : Rp.13.112.797.158 |
| f. | Luas Proyek | : 8.360 m ² |
| g. | Waktu Pelaksanaan | : 179 Hari |
| h. | Kontraktor Pelaksana | : PT. Alkantara Jaya Konstruksi |
| i. | Konsultan Pengawas | : PT. Presisi Karya Konsultan |

Data umum proyek ini digunakan sebagai informasi dasar dalam penelitian untuk memberikan gambaran mengenai karakteristik proyek yang menjadi objek penelitian, khususnya terkait dengan proses manajemen material pada pelaksanaan konstruksi. Informasi tersebut juga menjadi dasar dalam menganalisis penerapan konsep *Lean Construction* serta mengidentifikasi potensi pemborosan material yang terjadi selama pelaksanaan proyek.



Gambar 3.7 Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Maps, 2026)

13

3.4 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan objek atau subjek yang berada pada suatu wilayah dan memenuhi syarat-syarat tertentu yang berkaitan dengan masalah penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh personel atau pihak profesional yang terlibat langsung secara teknis maupun manajerial dalam proses pengelolaan material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Pihak-pihak yang menjadi populasi penelitian ini meliputi perwakilan dari tim Kontraktor Pelaksana serta perwakilan dari tim Konsultan Pengawas. Alasan pemilihan populasi ini didasarkan pada kompetensi, pemahaman terhadap alur material di lapangan, serta keterlibatan mereka secara langsung dalam penerapan prinsip pengendalian sisa material di lokasi proyek.

59

3.5 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut yang digunakan untuk mewakili seluruh objek penelitian. Mengingat jumlah populasi pengelola material pada proyek ini bersifat terbatas dan spesifik (*finite population*), maka teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Sensus atau Sampling Jenuh. Teknik sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Berdasarkan teknik tersebut, sampel yang digunakan sebagai responden dalam pengisian instrumen kuesioner penelitian ini adalah sebanyak 18 responden.

3.6 Hasil dan Kesimpulan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab paling dominan yang mempengaruhi terjadinya sisa material, serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif berdasarkan prinsip *Lean Construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Secara umum, proyek konstruksi gedung bertingkat memiliki kompleksitas tinggi, terutama dalam pengelolaan material yang meliputi beton, baja tulangan, semen, dan material finishing. Pengelolaan material yang tidak efektif dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan serta terjadinya pemborosan material (*waste*).

Dalam penelitian ini, fokus analisis diarahkan pada manajemen material proyek dengan pendekatan *Lean Construction* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan material serta meminimalkan pemborosan selama pelaksanaan proyek.

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, fokus analisis meliputi:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pemborosan material (*waste*) pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Universitas Airlangga.
2. Menganalisis strategi mitigasi yang dapat diterapkan untuk meminimalkan pemborosan material berdasarkan prinsip *Lean Construction*.
3. Menganalisis besarnya selisih antara volume kebutuhan material besi dan begisting dengan volume pemesanan.

Subjek dalam penelitian ini merupakan pihak-pihak yang terlibat secara langsung dalam aktivitas pengelolaan material pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga. Responden yang dilibatkan dipilih berdasarkan keterlibatan dan pemahaman terhadap proses perencanaan, pengadaan, penyimpanan, serta distribusi material selama pelaksanaan proyek konstruksi berlangsung. Pemilihan responden dilakukan dengan tujuan memperoleh informasi yang relevan dan representatif terkait kondisi aktual manajemen material di lapangan.

Jumlah responden yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah sebanyak 18 orang. Data penelitian dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner terstruktur yang berisi sejumlah pertanyaan mengenai faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan pemborosan material (*waste*) dalam proses pelaksanaan proyek. Selain itu, pengumpulan data juga didukung oleh data sekunder berupa dokumen perencanaan proyek serta catatan

penggunaan material yang tersedia pada proyek.

131
39 Data yang diperoleh dari kuesioner kemudian dianalisis menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) untuk menentukan tingkat kepentingan masing-masing faktor pemborosan material. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi faktor yang paling dominan serta merumuskan strategi mitigasi yang sesuai dengan prinsip *Lean Construction* guna meningkatkan efisiensi pengelolaan material pada proyek konstruksi.

63 4.2 Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini merupakan individu yang memiliki keterlibatan langsung dalam proses manajemen material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Responden berasal dari pihak-pihak yang berperan dalam perencanaan, pengadaan, pengendalian, penyimpanan, serta distribusi material di lapangan, seperti *project manager*, *site manager*, pelaksana lapangan, staf logistik, dan konsultan pengawas.

Pemilihan responden dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat pengalaman kerja, pemahaman terhadap alur pengelolaan material, serta keterlibatan dalam penerapan prinsip *Lean Construction* pada proyek tersebut. Dengan demikian, data yang diperoleh diharapkan mampu merepresentasikan kondisi actual manajemen material, termasuk potensi terjadinya pemborosan (*waste*) dan faktor yang berkontribusi terhadap kerugian material.

4.2.1 Profil Responden Berdasarkan Pekerjaan

145
139 Berdasarkan jenis pekerjaan atau instansi asal, responden dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi beberapa kategori yang terlibat langsung dalam pelaksanaan dan pengendalian manajemen material pada proyek ini. Adapun kategori pekerjaan dalam penelitian ini meliputi pihak kontraktor sebagai pelaksana utama pekerjaan konstruksi, pihak konsultan pengawas sebagai pengendali mutu dan pengawas pelaksanaan.

22
Tabel 4.1 Profil Responden Berdasarkan Pekerjaan

No	Pekerjaan	Jumlah responden	Presentase
1	Kontraktor	11	61,1%
2	Konsultan	7	38,9%
Total Responden		18	100,0%

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan tabel profil responden di atas, diperoleh gambaran persentase responden berdasarkan jenis pekerjaan. Visualisasi dari distribusi persentase tersebut ditampilkan pada



Gambar Diagram 4.1. Diagram Profil Responden Berdasarkan Pekerjaan

26
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

4.2.2 Profil Responden Berdasarkan Jabatan

Responden dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan jabatan yang berkaitan langsung dengan pengelolaan dan pengendalian material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengetahui distribusi peran serta tingkat tanggung jawab responden dalam sistem manajemen material proyek.

Adapun klasifikasi jabatan dalam penelitian ini meliputi *Project Manager*, *Site Manager*, Pelaksana Lapangan, Staf Logistik/Bagian Pengadaan, Staf Gudang, serta tim konsultan pengawas.

67

Tabel 4.2 Profil Responden Berdasarkan Jabatan

No	Jabatan	Jumlah responden	Presentase
1	Drafter	2	11,1%
2	Logistik/Gudang	1	5,6%
3	Pelaksana Lapangan	4	22,2%
4	Estimator	1	5,6%
5	Site Manajer	1	5,6%
6	Project Manajer	1	5,6%
7	Pengawas	3	16,7%
8	Administrasi	2	11,1%
9	Team Leader	1	5,6%
10	Tenaga Ahli	2	11,1%
Total Responden		18	100,0%

73

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan tabel profil responden di atas, diperoleh gambaran persentase responden berdasarkan jabatan masing-masing. Visualisasi distribusi tersebut ditampilkan pada Gambar Diagram 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Profil Responden Berdasarkan Jabatan

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

4.2.3 Profil Responden Berdasarkan Pengalaman

Responden dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan lama pengalaman kerja di bidang konstruksi, khususnya yang berkaitan dengan pengelolaan dan pengendalian material pada proyek bangunan gedung. Pengelompokan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman serta kedalaman pengalaman responden terhadap penerapan prinsip *Lean Construction* dalam manajemen material.

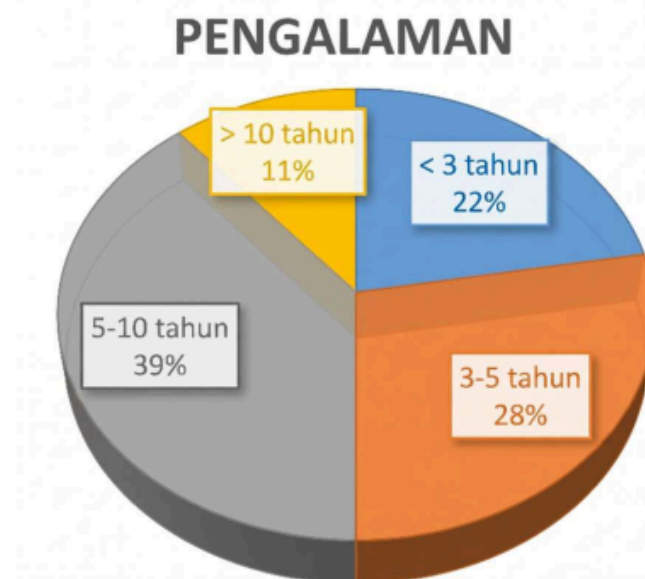
Adapun kategori pengalaman kerja dalam penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu < 3 tahun, 3-5 tahun, 5-10 tahun, > 10 tahun.

Tabel 4.3 Profil Responden Berdasarkan Pengalaman

No	Pengalaman	Jumlah	Presentase
1	< 3 Tahun	4	22%
2	3-5 Tahun	5	28%
3	5-10 Tahun	7	39%
4	> 10 Tahun	2	11%

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan tabel profil responden di atas, diperoleh gambaran persentase responden berdasarkan pengalaman masing-masing. Visualisasi distribusi tersebut ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Diagram Profil Responden Berdasarkan Pengalaman
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

4.3 Hasil Uji Validitas dan Realibilitas

Pengujian validitas dan reliabilitas dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen kuesioner yang digunakan benar-benar mampu mengukur variabel. Seluruh pengujian dilakukan menggunakan aplikasi SPSS. Uji validitas dilakukan dengan metode korelasi antara skor masing-masing item dengan skor total variabel (*Corrected Item-Total Correlation*).

Berikut disajikan hasil uji validitas konvergen terhadap variabel-variabel penelitian yang dianalisis menggunakan software IBM SPSS Statistics 27. Hasil pengujian ini menunjukkan Pada tingkat signifikansi 5% dengan jumlah responden sebanyak 18 orang, diperoleh nilai r-tabel sebesar $> 0,468$.

Tabel 4.4 Distribusi Nilai r tabel Signifikansi 5%

DISTRIBUSI NILAI r_{tabel} SIGNIFIKANSI 5% dan 1%

N	The Level of Significance		N	The Level of Significance	
	5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	38	0.320	0.413
4	0.950	0.990	39	0.316	0.408
5	0.878	0.959	40	0.312	0.403
6	0.811	0.917	41	0.308	0.398
7	0.754	0.874	42	0.304	0.393
8	0.707	0.834	43	0.301	0.389
9	0.666	0.798	44	0.297	0.384
10	0.632	0.765	45	0.294	0.380
11	0.602	0.735	46	0.291	0.376
12	0.576	0.708	47	0.288	0.372
13	0.553	0.684	48	0.284	0.368
14	0.532	0.661	49	0.281	0.364
15	0.514	0.641	50	0.279	0.361
16	0.497	0.623	55	0.266	0.345
17	0.482	0.606	60	0.254	0.330
18	0.468	0.590	65	0.244	0.317
19	0.456	0.575	70	0.235	0.306
20	0.444	0.561	75	0.227	0.296
21	0.433	0.549	80	0.220	0.286
22	0.432	0.537	85	0.213	0.278
23	0.413	0.526	90	0.207	0.267
24	0.404	0.515	95	0.202	0.263
25	0.396	0.505	100	0.195	0.256
26	0.388	0.496	125	0.176	0.230
27	0.381	0.487	150	0.159	0.210
28	0.374	0.478	175	0.148	0.194
29	0.367	0.470	200	0.138	0.181
30	0.361	0.463	300	0.113	0.148
31	0.355	0.456	400	0.098	0.128
32	0.349	0.449	500	0.088	0.115
33	0.349	0.442	600	0.080	0.105
34	0.339	0.436	700	0.074	0.097
35	0.334	0.430	800	0.070	0.091
36	0.329	0.424	900	0.065	0.086
37	0.325	0.418	1000	0.062	0.081

(Sumber: Sugiyono (2026), lampiran tabel statistiik)

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur tingkat konsistensi internal instrumen penelitian, yaitu sejauh mana kuesioner mampu memberikan hasil yang stabil dan konsisten apabila dilakukan pengukuran berulang pada kondisi yang sama. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cronbach Alpha*, yang bertujuan untuk menilai keandalan setiap variabel berdasarkan jawaban responden.

Nilai *Cronbach Alpha* berkisar antara 0 hingga 1, dimana semakin mendekati nilai 1 menunjukkan tingkat reliabilitas yang semakin tinggi. Suatu instrumen penelitian dikatakan reliabel apabila nilai *Cronbach Alpha* lebih besar dari 0,60. Kriteria ini mengacu pada pendapat Wiratna Sujarweni (2024) yang menyatakan bahwa kuesioner dinyatakan reliabel jika memiliki nilai *Cronbach Alpha* > 0,60.

Tabel 4.5 Uji Validitas Output 1 Dokumen *Correlations* Model Pengukuran (X)

Variabel	Kode Indikator	Correlations	Keterangan
(X)	X.P1	0,906	Valid
	X.P2	0,835	Valid
	X.P3	0,604	Valid
	X.P4	0,698	Valid
	X.P5	0,913	Valid
	X.P6	0,977	Valid
	X.P7	0,533	Valid
	X.P8	0,505	Valid

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

➔ Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	18	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	18	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.891	8

Gambar 4.4 Hasil Realibility Statistics *Cronbach's Alpha* Output (X)

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.6 Uji Validitas Output 1 Dokumen *Correlations* Model Pengukuran (Y)

Variabel	Kode Indikator	Correlations	Keterangan
(Y)	Y.I1.P1	0,640	Valid
	Y.I1.P2	0,749	Valid
	Y.I2.P1	0,832	Valid
	Y.I2.P2	0,618	Valid
	Y.I3.P1	0,609	Valid
	Y.I3.P2	0,633	Valid
	Y.I4.P1	0,599	Valid
	Y.I4.P2	0,708	Valid
	Y.I5.P1	0,543	Valid
	Y.I5.P2	0,730	Valid

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

➔ Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	18	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	18	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.857	10

Gambar 4.5 Hasil Realibility Statistics *Cronbach's Alpha* Output (Y)

(Sumer: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.7 Uji Validitas Output 1 Dokumen *Correlations* Model Pengukuran (Z)

Variabel	Kode Indikator	Correlations	Keterangan
(Z)	Z.P1	0,861	Valid
	Z.P2	0,762	Valid
	Z.P3	0,508	Valid
	Z.P4	0,762	Valid
	Z.P5	0,714	Valid
	Z.P6	0,759	Valid

(Sumer: Data Olahan Peneliti,2026)

➔ Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	18	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	18	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.793	6

Gambar 4.6 Hasil Realibility Statistics *Cronbach's Alpha* (Z) Output
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.8 Uji Validitas Output 1 Dokumen *Correlations* Model Pengukuran (ZZ)

Variabel	Kode Indikator	Correlations	Keterangan
(ZZ)	ZZ.P1 ⁴⁶	0,564	Valid
	ZZ.P2	0,822	Valid
	ZZ.P3	0,621	Valid
	ZZ.P4	0,809	Valid
	ZZ.P5	0,448	⁴⁸ Valid

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

→ Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	18	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	18	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.639	5

Gambar 4.7 Hasil Realibility Statistics *Cronbach's Alpha* (ZZ)
Output

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil uji validitas, setelah melalui tahapan eliminasi indikator dengan nilai outer loading $< 0,468$ dan dilakukan analisis ulang secara bertahap. Kriteria ini mengacu pada pendapat Wiratna Sujarweni (2024) yang menyatakan bahwa kuesioner dinyatakan reliabel jika memiliki nilai *Cronbach Alpha* $> 0,60$. diperoleh bahwa seluruh indikator penelitian kini telah memenuhi kriteria validitas konvergen dengan nilai outer loading $> 0,468$ dan nilai *Cronbach Alpha* lebih besar dari $0,60$. Dengan demikian, indikator-indikator yang tersisa dinyatakan valid dan dapat digunakan

4.4 Hasil Faktor penerapan yang paling penting terhadap *Lean Construction* dalam manajemen material menggunakan metode *Relative Importance Index (RII)*

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penerapan *Lean Construction* yang paling penting dalam manajemen material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing indikator berdasarkan hasil penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat dalam pengelolaan proyek. Metode ini digunakan karena mampu memberikan peringkat (*ranking*) faktor secara kuantitatif sehingga dapat diketahui faktor mana yang paling dominan dan paling berpengaruh dalam penerapan *Lean Construction* pada manajemen material.

Tabel 4.9 Tabulasi Hasil Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel (X)

(X) PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL																		
Kode	Jumlah Responden																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
X.P1	3	2	2	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3	5	3	3
X.P2	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4	3
X.P3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3
X.P4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3
X.P5	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	4	4	3
X.P6	3	3	2	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3	4	4	3
X.P7	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
X.P8	4	5	4	3	4	3	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	4	3
Total	24	22	19	23	24	23	33	24	24	23	24	34	24	24	23	31	30	24

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner pada Tabel 4.9, dilakukan rekapitulasi terhadap jawaban 18 responden untuk mengukur tingkat penerapan *Lean Construction* dalam manajemen material. Berdasarkan distribusi skor yang diperoleh menggunakan skala likert, seluruh pernyataan (P1 hingga P8) telah dinilai oleh responden dengan rentang skor antara 2 hingga 5, yang menunjukkan keberagaman persepsi terhadap variabel penelitian tersebut. Hasil total skor per responden menunjukkan nilai terendah sebesar 19 dan nilai tertinggi sebesar 34, yang mengindikasikan bahwa data telah terkumpul secara lengkap dari seluruh sampel. Dengan demikian, data rekapitulasi ini dinyatakan memenuhi syarat administratif untuk dilanjutkan ke tahap analisis perhitungan menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) guna menentukan urutan prioritas faktor yang paling berpengaruh.

4

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII

Kode	<i>Faktor Penerapan Lean Construction</i>	Jumlah Nilai Skala					Bobot	Nilai RII
		SS	S	N	TS	STS		
X.P1	Perencanaan material berdasarkan kebutuhan aktual	0	2	13	0	3	58	0,644
X.P2	Pengadaan material sudah sesuai jadwal pekerjaan	0	0	15	1	2	59	0,656
X.P3	Pengendalian stok material sudah berjalan dengan baik	0	2	14	2	0	54	0,600
X.P4	Area penyimpanan material tertata rapi dan layak digunakan	0	1	15	2	0	55	0,611
X.P5	Evaluasi terhadap pemborosan atau sisah material dilakukan secara rutin	0	13	1	4	0	45	0,500
X.P6	Koordinasi antara logistic dan pelaksana lapangan berjalan dengan baik	0	1	13	2	2	59	0,656
X.P7	Kesalahan pekerjaan menyebabkan pembongkaran akibat material	0	2	15	1	0	53	0,589
X.P8	Material yang digunakan di lapangan sudah sesuai spesifikasi	0	0	5	10	3	70	0,778

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

18

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) pada Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII diperoleh bahwa seluruh indikator penelitian telah berhasil dipetakan tingkat kepentingannya dengan nilai RII yang berkisar antara 0,500 hingga 0,778. Nilai RII tersebut diperoleh dari hasil pembagian antara total bobot perolehan setiap

indikator dengan bobot maksimum, yang merupakan hasil perkalian skor tertinggi (A=5) dengan jumlah total responden (N=18). Sebagai contoh perhitungan pada indikator nomor 8 :

- Nilai RII = 70 (Bobot) : 90 (5 x 18 (Jumlah Kriteria nilai x Jumlah Responden)) = 0,778.

yang menempatkan indikator tersebut pada peringkat pertama (Rank 1). Dengan demikian, hasil perhitungan ini dinyatakan memenuhi kriteria untuk menentukan prioritas faktor dalam manajemen material proyek dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai *Relative Importance Index* (RII) pada setiap indikator untuk menentukan tingkat kepentingan relatifnya. Nilai RII dihitung berdasarkan total skor jawaban responden dibandingkan dengan skor maksimum yang mungkin diperoleh, sehingga menghasilkan nilai indeks dalam rentang 0 hingga 1. Semakin mendekati nilai 1, maka indikator tersebut dinyatakan semakin penting dalam mendukung penerapan Lean Construction pada manajemen material. Hasil perhitungan kemudian diurutkan untuk memperoleh peringkat faktor dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah.

Untuk menghitung nilai indeks relatif (RII), digunakan rumus sebagai berikut:

$$RII = \frac{\sum W \times N}{A \times N} \dots \dots \dots 2.2$$

Keterangan :

W = Bobot yang diberikan pada setiap jawaban

X = Frekuensi dari setiap jawaban

A = Bobot tertinggi (dalam penelitian ini sebesar 5)

N = Jumlah total responden

Menurut Akadiri (2021), terdapat lima tingkat kepentingan yang ditransformasikan dari nilai RII, yaitu:

- Tinggi (H) ($0,8 \leq RII \leq 1$)
- Tinggi-menengah (H-M) ($0,6 \leq RII \leq 0,8$)
- Menengah (M) ($0,4 \leq RII \leq 0,6$)
- Menengah-rendah (M-L) ($0,2 \leq RII \leq 0,4$)
- Rendah (L) ($0 \leq RII \leq 0,2$).

Tabel 4.11 Penentuan Peringkat Level Kepentingan

Kode	Penerapan <i>Lean Construction</i> Dalam Manajemen Material	Rank	RII	Level Kepentingan
X.P8	Material yang digunakan di lapangan sudah sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan.	1	0,778	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P2	Pengadaan atau pembelian material sudah sesuai dengan jadwal pekerjaan.	2	0,656	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P1	Perencanaan material berdasarkan kebutuhan aktual	3	0,644	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P6	Koordinasi antara bagian logistik dan pelaksana lapangan berjalan dengan baik.	4	0,656	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P4	Area penyimpanan material di proyek tertata rapi dan layak digunakan.	5	0,611	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P3	Pengendalian dan pencatatan stok material di proyek sudah berjalan dengan baik.	6	0,600	<i>High-Medium (H-M)</i>
X.P7	Kesalahan pekerjaan yang menyebabkan pembongkaran ulang akibat material dapat diminimalkan.	7	0,589	<i>Medium (M)</i>

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.11 Penentuan Peringkat Level Kepentingan (Lanjutan)

X.P5	Evaluasi terhadap pemborosan atau sisa material dilakukan secara rutin.	8	0,500	Medium (M)
------	---	---	-------	------------

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil analisis RII, diperoleh faktor penerapan *Lean Construction* yang memiliki nilai indeks tertinggi dan dinyatakan sebagai faktor paling penting dalam manajemen material proyek. Perhitungan terhadap 8 variabel yang lolos uji validitas dan reliabilitas menggunakan metode RII dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel dan IBM SPSS Statistics 27. Setelah semua nilai RII telah diperoleh, peneliti menentukan peringkat dan level kepentingan dari masing-masing faktor keterlambatan proyek. Tabel 4.11 menunjukkan hasil rekapitulasi dari tahap analisis RII dan penentuan peringkat.

4.5 Hasil Faktor Parameter dan Penyebab Paling Dominan Terjadinya Waste Material Menggunakan Metode *Relative Importance Index (RII)* dan Strategi Mitigasi nya.

Analisis pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor parameter serta faktor penyebab paling dominan terjadinya *waste* material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya, serta menentukan strategi mitigasi yang sesuai berdasarkan prinsip *Lean Construction*. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode *Relative Importance Index (RII)* dengan pendekatan skala Likert untuk mengetahui tingkat dominansi masing-masing indikator berdasarkan persepsi responden terhadap kondisi di lapangan.

Data penelitian diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek, seperti *site engineer*, pelaksana lapangan, pengawas proyek, bagian logistik material, dan pihak manajemen konstruksi. Selain data kuesioner, penelitian juga didukung dengan observasi lapangan dan dokumentasi proyek yang berkaitan dengan proses pengadaan.

Sebelum dilakukan analisis dominansi menggunakan metode *Relative Importance Index (RII)*, terlebih dahulu dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi dari setiap indikator penelitian. Nilai mean digunakan untuk mengetahui tingkat kecenderungan jawaban responden terhadap setiap indikator, sedangkan standar deviasi digunakan untuk melihat tingkat konsistensi jawaban responden.

Tabel 4.12 Tabulasi Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel Faktor Parameter Terjadi *Waste Material* (Y)

Kode	(Y) FAKTOR PARAMETER TERJADINYA WASTE MATERIAL																	
	Jumlah Responden																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Y.I1.P1	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	5	4
Y.I1.P2	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4	4
Y.I2.P1	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	5	4	4
Y.I2.P2	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	5	4	4
Y.I3.P1	3	5	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4	4
Y.I3.P2	3	5	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5
Y.I4.P1	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
Y.I4.P2	2	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5
Y.I5.P1	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	5	5	4	5	5
Y.I5.P2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	5	5	3
Total	29	36	36	31	29	33	32	32	35	33	31	31	33	35	37	44	43	43

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner pada Tabel 4.12, dilakukan rekapitulasi terhadap jawaban 18 responden untuk mengukur variabel Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material* (Y). Berdasarkan distribusi skor yang diperoleh menggunakan skala frekuensi, seluruh parameter yang terdiri dari *Defect*, *Waiting*, *Persediaan Berlebih*, *Transportation*, dan *Penyimpanan* yang tidak tepat telah dinilai oleh responden dengan rentang skor antara 2 hingga 5. Hal ini menunjukkan keberagaman persepsi responden terhadap intensitas atau tingkat kejadian pemborosan material pada proyek tersebut.

Hasil total skor per responden menunjukkan nilai terendah sebesar 29 dan nilai tertinggi sebesar 44, yang mengindikasikan bahwa data telah terkumpul secara lengkap dari seluruh sampel yang ditetapkan. Dengan demikian, data rekapitulasi ini dinyatakan memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII).



Gambar 4.8 Diagram Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya *Waste Material* (Y)

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner yang disajikan pada Gambar 4.9, terdapat enam faktor utama yang diidentifikasi sebagai penyebab terjadinya *waste material*. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa aspek perencanaan, komunikasi, dan stabilitas desain merupakan variabel kunci yang harus dikendalikan lebih ketat untuk meminimalisir pemborosan material. Meskipun faktor pengawasan, pencatatan, dan prosedur memiliki skor yang lebih rendah, ketiganya tetap memberikan kontribusi terhadap total *waste* yang dihasilkan di lapangan.

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII Faktor Parameter Terjadi
Waste Material (Y)

Kode	Parameter Terjadi <i>Waste Material</i>	Jumlah Nilai Skala					Bobot	Nilai RII
		STS	TS	N	S	SS		
Y.I1.P1	Terjadi kesalahan pekerjaan yang menyebabkan material harus diganti atau dibuang.	0	0	8	9	1	65	0,722
Y.I1.P2	Material menjadi rusak karena kesalahan dalam proses pemasangan.	0	0	9	8	1	64	0,711
Y.I2.P1	Pekerja sering menunggu material sebelum pekerjaan dapat dilanjutkan.	0	0	11	6	1	62	0,689
Y.I2.P2	Keterlambatan pengiriman material dari supplier sering terjadi.	0	0	10	7	1	63	0,700
Y.I3.P1	Terjadi penumpukan material di lokasi proyek.	0	0	10	5	3	65	0,722
Y.I3.P2	Material yang sudah datang tidak langsung digunakan dan tersimpan terlalu lama.	0	0	10	6	2	64	0,711

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII Faktor Parameter Terjadi
Waste Material (Y) (Lanjutan)

Kode	Parameter Terjadi <i>Waste Material</i>	Jumlah Nilai Skala					Bobot	Nilai RII
		STS	TS	N	S	SS		
Y.I4.P1	Material sering dipindahkan berulang kali sebelum digunakan.	0	0	7	10	1	66	0,733
Y.I4.P2	Tata letak penyimpanan material menyebabkan jarak angkut menjadi lebih jauh.	0	3	10	4	1	57	0,633
Y.I5.P1	Terjadi kerusakan pada material akibat cara atau kondisi penyimpanan yang kurang baik.	0	0	7	7	4	69	0,767
Y.I5.P2	Sering terjadi kehilangan material di area proyek.	0	10	6	0	2	48	0,533

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

18 Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) pada Tabel 4.13, diperoleh bahwa seluruh indikator pada variabel Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material (Y)* telah berhasil dipetakan tingkat kepentingannya dengan nilai RII yang berkisar antara 0,533 hingga 0,767. Nilai RII tersebut diperoleh dari hasil pembagian antara total bobot perolehan setiap indikator dengan bobot maksimum, yang merupakan hasil perkalian skor tertinggi ($A=5$) dengan jumlah total responden ($N=18$).

Tabel 4.14 Tabulasi Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel Faktor (X)

(Z) FAKTOR PENYEBAB PALING DOMINAN TERJADI WASTE MATERIAL (Z)																		
Kode	Jumlah Responden																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Z.P1	3	5	4	5	3	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	5	4
Z.P2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3
Z.P3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	5	5	3
Z.P4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
Z.P5	3	5	5	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3
Z.P6	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3
Total	18	25	24	23	18	22	21	21	21	23	19	21	21	22	23	26	26	19

¹⁹
(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner pada Tabel 4.14, dilakukan rekapitulasi terhadap jawaban 18 responden untuk mengukur variabel Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadi *Waste Material* (Z). Hasil total skor per responden menunjukkan nilai terendah sebesar 18 dan nilai tertinggi sebesar 26, yang mengindikasikan bahwa data telah terkumpul secara lengkap dari seluruh sampel yang ditetapkan. Dengan demikian, data rekapitulasi ini dinyatakan memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII).

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadi *Waste Material* (Z)

Kode	Faktor Penyebab <i>Waste Material</i>	Jumlah Nilai Skala					Bobot	Nilai RII
		STS	TS	N	S	SS		
Z.P1	Perencanaan jumlah dan jenis material di proyek seringkali kurang akurat.	0	0	3	10	5	74	0.822
Z.P2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi yang baik antar pihak yang terlibat	0	0	5	13	0	67	0.744
Z.P3	Pengawasan di lapangan terhadap penggunaan material masih belum maksimal.	0	0	12	4	2	62	0.689
Z.P4	Sering terjadi perubahan desain atau gambar kerja saat proses pembangunan sedang berjalan.	0	0	4	14	0	68	0.756
Z.P5	Pencatatan keluar-masuknya stok material di gudang tidak tercatat dengan teliti..	0	0	11	5	2	63	0.700
Z.P6	Belum ada prosedur (SOP) pengelolaan material yang jelas dan dijalankan dengan baik.	0	0	13	5	0	59	0.656

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

¹⁸ Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) pada Tabel 4.15, diperoleh bahwa seluruh indikator pada variabel Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya *Waste Material* telah berhasil dipetakan tingkat kepentingannya dengan nilai RII yang berkisar antara 0,656 hingga 0,822.

Nilai RII tersebut diperoleh dari hasil pembagian antara total bobot perolehan setiap indikator dengan bobot maksimum, yang merupakan hasil perkalian skor tertinggi ($A=5$) dengan jumlah total responden ($N=18$). Hasil perhitungan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai urutan peringkat (rank) dari enam faktor penyebab yang diajukan, guna menentukan strategi mitigasi yang paling tepat dalam manajemen material proyek tersebut.

Tabel 4.16 Penentuan Peringkat Level Kepentingan Faktor Parameter Terjadi *Waste Material* (Y)

Kode	Faktor Parameter Terjadi <i>Waste Material</i> (Y)	Rank	RII	Level Kepentingan
Y.I5.P1	Terjadi kerusakan pada material akibat cara atau kondisi penyimpanan yang kurang baik.	1	0.767	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I4.P1	Material sering dipindahkan berulang kali sebelum digunakan.	2	0.733	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I3.P1	Terjadi penumpukan material di lokasi proyek.	3	0.722	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I3.P2	Material yang sudah datang tidak langsung digunakan dan tersimpan terlalu lama.	4	0.711	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I3.P1	Terjadi penumpukan material di lokasi proyek.	3	0.722	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I3.P2	Material yang sudah datang tidak langsung digunakan dan tersimpan terlalu lama.	4	0.711	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I2.P2	Keterlambatan pengiriman material dari supplier sering terjadi.	5	0.700	¹⁶ <i>High-Medium (H-M)</i>

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Tabel 4.16 Penentuan Peringkat Level Kepentingan Faktor Parameter Terjadi *Waste Material* (Y) (Lanjutan)

Kode	Faktor Parameter Terjadi <i>Waste Material</i> (Y)	Rank	RII	Level Kepentingan
Y.I2.P1	Pekerja sering menunggu material sebelum pekerjaan dapat dilanjutkan.	6	0.689	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I4.P2	Tata letak penyimpanan material menyebabkan jarak angkut menjadi lebih jauh.	7	0.633	<i>High-Medium (H-M)</i>
Y.I5.P2	Sering terjadi kehilangan material di area proyek.	8	0.533	<i>Medium (M)</i>

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil analisis RII, diperoleh faktor parameter terjadinya *waste material* yang memiliki nilai indeks tertinggi dan dinyatakan sebagai faktor yang paling sering terjadi dalam manajemen material proyek. Perhitungan terhadap 10 indikator pada variabel Faktor Parameter Terjadi *Waste Material* (Y) dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27 untuk mengidentifikasi frekuensi kejadian di lapangan. Setelah semua nilai RII diperoleh, penulis menentukan peringkat dan level kepentingan dari masing-masing parameter tersebut. Tabel 4.15 menunjukkan hasil rekapitulasi dari tahap analisis RII dan penentuan peringkat, di mana mayoritas indikator berada pada level *High-Medium* (H-M), yang mengindikasikan tingkat kejadian yang signifikan terhadap pemborosan material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga.

Tabel 4.17 Penentuan Peringkat Level Kepentingan Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadi *Waste Material* (Z)

Kode	Faktor Parameter Terjadi <i>Waste Material</i> (Y)	Rank	RII	Level Kepentingan
Z.P1	Perencanaan jumlah dan jenis material di proyek seringkali kurang akurat.	1	0.822	High (H)
Z.P4	Sering terjadi perubahan desain atau gambar kerja saat proses pembangunan sedang berjalan.	2	0.756	High-Medium (H-M)
Z.P2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi yang baik antar pihak yang terlibat	3	0.744	High-Medium (H-M)
Z.P5	Pencatatan keluar-masuknya stok material di gudang tidak tercatat dengan teliti..	4	0.700	High-Medium (H-M)
Z.P3	Pengawasan di lapangan terhadap penggunaan material masih belum maksimal.	5	0.689	High-Medium (H-M)
Z.P6	Belum ada prosedur (SOP) pengelolaan material yang jelas dan dijalankan dengan baik.	6	0.656	High-Medium (H-M)

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil analisis RII, diperoleh faktor penyebab paling dominan terjadi *waste material* yang memiliki nilai indeks tertinggi dan dinyatakan sebagai faktor pemicu utama dalam manajemen material proyek. Perhitungan terhadap 6 indikator pada variabel Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadi *Waste Material* (Z) dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27 untuk mengukur persepsi tingkat kepentingan di lapangan. Setelah seluruh nilai RII diperoleh, penulis menentukan peringkat dan level kepentingan dari masing-masing faktor penyebab tersebut. Tabel 4.17 menunjukkan hasil rekapitulasi dari tahap analisis RII dan penentuan peringkat, di mana faktor perencanaan yang kurang akurat menempati posisi teratas dengan level kepentingan High (H), sementara

faktor lainnya berada pada level High-Medium (H-M) pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga.

Tabel 4.18 Statistik Deskriptif

Statistics			
		Total.Y	TOTAL.Z
N	Valid	18	18
	Missing	0	0
Mean		34.72	21.89
Std. Error of Mean		1.143	.577
Median		33.00	22.00
Mode		31 ^a	21
Std. Deviation		4.848	2.447
Variance		23.507	5.987
Skewness		1.093	.063
Std. Error of Skewness		.536	.536
Kurtosis		.355	-.599
Std. Error of Kurtosis		1.038	1.038
Range		16	8
Minimum		29	18
Maximum		45	26
Sum		625	394

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 4.18 Statistik Deskriptif, analisis terhadap 18 responden menunjukkan nilai rata-rata (*Mean*) sebesar 34,72 untuk variabel Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material* (Total.Y) dan 21,89 untuk variabel Faktor Penyebab Paling Dominan *Waste Material* (TOTAL.Z). Sebaran data pada variabel Total.Y bergerak dari skor minimum 29 hingga maksimum 45, sedangkan pada variabel TOTAL.Z berada pada rentang skor minimum 18 hingga maksimum 26. Nilai *Skewness* sebesar 1,093 pada Total.Y dan 0,063 pada TOTAL.Z mengindikasikan karakteristik distribusi jawaban responden dalam penelitian ini. Secara keseluruhan, hasil statistik deskriptif ini mencerminkan konsistensi persepsi responden terhadap indikator-indikator pemborosan material yang diajukan.

Tabel 4.19 Tabel Distribusi Frekuensi Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material* (Y)

		Total.Y			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	29	2	11.1	11.1	11.1
	31	3	16.7	16.7	27.8
	32	2	11.1	11.1	38.9
	33	3	16.7	16.7	55.6
	35	2	11.1	11.1	66.7
	36	2	11.1	11.1	77.8
	37	1	5.6	5.6	83.3
	43	1	5.6	5.6	88.9
	44	1	5.6	5.6	94.4
	45	1	5.6	5.6	100.0
Total		18	100.0	100.0	

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 4.19 Tabel Distribusi Frekuensi Faktor Parameter Terjadinya *Waste Material*, total skor dari 18 responden menunjukkan sebaran data yang bervariasi dengan frekuensi tertinggi berada pada skor 31 dan 33, masing-masing sebesar 16,7%. Data tersebut bergerak dari skor minimum 29 hingga maksimum 45, di mana akumulasi persentase menunjukkan distribusi jawaban yang tersebar secara bertahap hingga mencapai 100%. Secara keseluruhan, pencapaian skor ini menunjukkan persepsi responden yang cukup beragam namun tetap berada dalam rentang nilai yang konsisten terhadap indikator faktor parameter terjadinya *waste material* dalam penelitian ini.

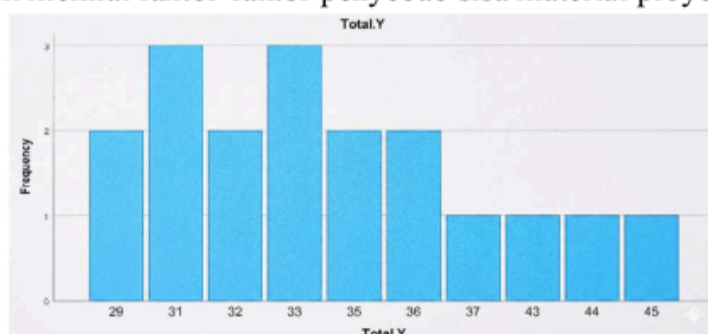
Tabel 4.20 Tabel Distribusi Frekuensi Faktor Penyebab Paling Dominan Terjadinya *Waste Material* (Z)

		TOTAL.Z			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	18	2	11.1	11.1	11.1
	19	2	11.1	11.1	22.2
	21	4	22.2	22.2	44.4
	22	3	16.7	16.7	61.1
	23	3	16.7	16.7	77.8
	24	1	5.6	5.6	83.3
	25	1	5.6	5.6	88.9
	26	2	11.1	11.1	100.0
	Total	18	100.0	100.0	

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

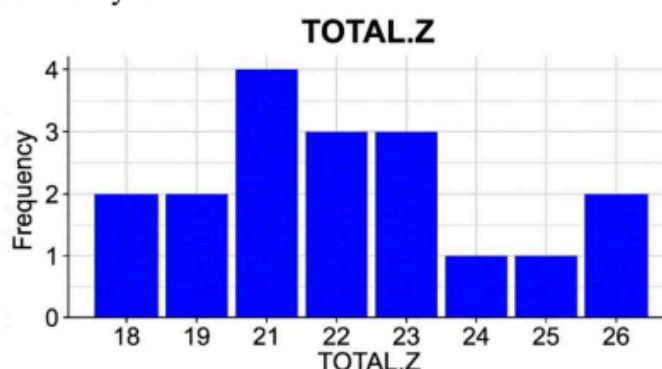
Berdasarkan Tabel 4.20 Tabel Distribusi frekuensi menunjukkan variasi jawaban responden yang cukup merata, sebaran frekuensi ini menunjukkan bahwa jawaban responden tidak menumpuk di satu angka saja, melainkan tersebar cukup merata antara

skor 18 hingga 26. Hal ini menandakan adanya keberagaman sudut pandang dari para responden dalam menilai faktor-faktor penyebab sisa material proyek.



Gambar 4.9 Grafik Visualisasi Bar charts (Y)
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan pada Gambar 4.10 Visualisasi Bar charts (Y), menunjukkan bahwa persepsi 18 responden terhadap faktor parameter terjadinya *waste* material terdistribusi dengan frekuensi tertinggi pada skor 31 dan 33. Grafik ini menggambarkan sebaran data yang bergerak dari nilai minimum 29 hingga maksimum 45, yang mencerminkan variasi penilaian responden terhadap indikator pemborosan yang diajukan. Secara keseluruhan, visualisasi ini menegaskan bahwa mayoritas responden memberikan penilaian yang konsisten dan representatif, sehingga data variabel Total.Y ini valid untuk dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya.



Gambar 4.10 Grafik Visualisasi Bar charts (Z)
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan pada Gambar 4.11 Grafik Visualisasi Bar charts (Z), menunjukkan bahwa persepsi 18 responden terhadap faktor penyebab paling dominan terjadinya *waste* material terdistribusi dengan frekuensi tertinggi pada skor 21. Grafik ini menggambarkan sebaran data yang bergerak dari nilai minimum 18 hingga maksimum 26, dengan konsentrasi jawaban yang mencerminkan variasi penilaian responden terhadap indikator penyebab pemborosan yang diajukan.dengan nilai rata-

rata (*Mean*) sebesar 21,89 sesuai dengan hasil statistik deskriptif. Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan bahwa mayoritas responden memberikan penilaian yang konsisten, sehingga data ini dinyatakan valid dan representatif untuk dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya.

4.6 Strategi Mitigasi Waste Material Berdasarkan Pendekatan *Lean Construction*

Berdasarkan hasil analisis *Relative Importance Index* (RII), diketahui bahwa faktor dominan penyebab terjadinya waste material pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya meliputi pengendalian kedatangan material yang kurang efektif, kurangnya komunikasi dan koordinasi antar pihak proyek, perubahan desain selama pelaksanaan konstruksi, lemahnya pengawasan penggunaan material, pencatatan material yang tidak tertata dengan baik, serta belum adanya *Standar Operasional Prosedur* (SOP) yang jelas (Saputra, 2023). Untuk mengevaluasi efektivitas dari strategi mitigasi yang diterapkan, dilakukan pengukuran efisiensi penggunaan material yang kita ambil sampel saat ini yaitu material besi dan begisting. Pengukuran ini berfungsi untuk mengontrol seberapa besar tingkat pemborosan yang dapat ditekan selama pelaksanaan proyek.

Tabel 4.21 Tabulasi Hasil Skor Pernyataan Kuesioner dengan Variabel (ZZ)

(ZZ) STRATEGI MITIGASI MANAJEMEN MATERIAL																		
Kode	Jumlah Responden																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ZZ.P1	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4
ZZ.P2	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4
ZZ.P3	4	4	5	5	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4	4	5	5	5
ZZ.P4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4
ZZ.P5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5
Total	20	22	21	21	20	20	23	22	19	21	21	23	20	21	21	25	24	22

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner pada Tabel 4.21, dilakukan rekapitulasi terhadap jawaban 18 responden untuk mengukur tingkat strategi mitigasi dalam manajemen material. Berdasarkan distribusi skor yang diperoleh menggunakan skala likert, seluruh pernyataan (P1 hingga P8) telah dinilai oleh responden dengan rentang skor antara 2 hingga 5, yang menunjukkan keberagaman persepsi terhadap.

variabel penelitian tersebut. Hasil total skor per responden menunjukkan nilai terendah sebesar 19 dan nilai tertinggi sebesar 25, yang mengindikasikan bahwa data telah terkumpul secara lengkap dari seluruh sampel. Dengan demikian, data rekapitulasi ini dinyatakan memenuhi syarat administratif untuk dilanjutkan ke tahap analisis perhitungan menggunakan metode *Relative Importance Index* (RII) guna menentukan urutan prioritas faktor yang paling berpengaruh.

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII

Kode	Strategi Mitigasi (ZZ)	Jumlah Nilai Skala					Bobot	Nilai RII
		STS	TS	N	S	TS		
ZZ.P1	Material sebaiknya didatangkan ke Lokasi proyek tepat saat.	0	0	0	15	3	75	0.833
ZZ.P2	Perlu adanya peningkatan komunikasi yang rutin antara tim	0	0	0	14	4	76	0.844
ZZ.P3	Perlu dilakukan pemeriksaan rutin terhadap sisa penggunaan material	0	0	1	9	8	79	0.877
ZZ.P4	Penggunaan system digital untuk memantau jumlah stok material	0	0	0	13	5	77	0.856
ZZ.P5	Pengawasan terhadap kualitas material	0	0	0	11	7	79	0.876

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Berdasarkan pada Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Menggunakan Metode RII diperoleh bahwa seluruh indikator penelitian telah berhasil dipetakan tingkat kepentingannya dengan nilai RII yang berkisar antara 0,833 hingga 0,877.

Tabel 4.23 Penentuan Peringkat Level Kepentingan Strategi Mitigasi Manajemen Material (ZZ)

No	Kode	Strategi Mitigasi Manajemen Material (ZZ)	Rank	RII	Level Kepentingan
1	ZZ.P3	Perlu dilakukan pemeriksaan rutin terhadap sisa penggunaan material	1	0.877	High (H)
2	ZZ.P5	Pengawasan terhadap kualitas material	2	0.876	High (H)
3	ZZ.P4	Penggunaan system digital untuk memantau jumlah stok material	3	0.856	High (H)
4	ZZ.P2	Perlu adanya peningkatan komunikasi yang rutin antara tim	4	0.844	High (H)
5	ZZ.P1	Pengawasan terhadap kualitas material	5	0.833	High (H)

(Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026)

Untuk mengevaluasi efektivitas dari strategi mitigasi yang diterapkan, dilakukan pengukuran efisiensi penggunaan material yang kita ambil sampel saat ini yaitu material besi dan begisting. Dari data yang sudah di dapat di tabel 4.24 dan 4.25 menggunakan rumus efisiensi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Efisiensi (\%) = \frac{Volume\ Terpakai}{Volume\ Total} \times 100\% \dots \dots \dots 2.1$$

- Material Besi :

$$Efisiensi (\%) = \frac{12.646,77\ Kg}{30.354,13\ kg} \times 100\% = 42\ \% \text{ (Tidak Efisien)}$$

- Material Begisting :

$$Efisiensi (\%) = \frac{751,78\ m^2}{815,50\ m^2} \times 100\% = 92\ \% \text{ (Efisien)}$$

Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi berdasarkan hasil analisis selisih volume dilakukan pendekatan berikut:

1. Strategi Sinkronisasi Jadwal Kedatangan Material (*Just In Time*)

Hasil analisis yang dijelaskan di tabel 4.26 menunjukkan adanya selisih volume material besi sebesar 17.707,355 kg antara kebutuhan dan volume pemesanan material, yaitu volume pemesanan di asumsikan mendapatkan 30.354,13 kg akan tetapi volume realisasi di lapangan yaitu 12.646,775 kg. Kelebihan kuantitas material tersebut berujung pada pemborosan stok (*inventory waste*), berupa penumpukan material yang tidak produktif di lapangan. Guna mengendalikan deviasi ini, penelitian menyarankan integrasi mekanisme pengadaan tepat waktu atau *Just In Time* (JIT). Kelebihan kuantitas material tersebut berujung pada pemborosan stok (*inventory waste*), berupa penumpukan material yang tidak produktif di lapangan. Guna mengendalikan deviasi ini, penelitian menyarankan integrasi mekanisme pengadaan tepat waktu atau *Just In Time* (JIT)

Menurut Sacks et al. (2020), konsep *Just In Time* bertujuan untuk memastikan material tersedia tepat pada waktu dibutuhkan sehingga dapat mengurangi persediaan berlebih dan pemborosan akibat penyimpanan yang terlalu lama. Implementasi strategi ini dilakukan melalui penyesuaian jadwal pengiriman material agar kedatangan material di lokasi proyek mendekati waktu pemasangan. Dengan demikian, risiko kerusakan, kehilangan, maupun penurunan kualitas material akibat penyimpanan dalam jangka waktu yang lama dapat diminimalkan.

2. Optimalisasi Pemotongan Material (*Cutting Plan*)

Adanya deviasi volume pada material besi mengindikasikan pentingnya mengoptimalkan proses pemotongan agar lebih efisien. Langkah taktis yang dapat diambil yaitu memformulasikan *Bar Bending Schedule* (BBS) secara presisi serta merancang rencana pemotongan (*cutting plan*) yang ideal.

Womack dan Jones (2023) menyebutkan bahwa pilar utama *Lean Construction* dalam mereduksi inefisiensi adalah dengan mengeliminasi tindakan tanpa nilai tambah (*non-value added activity*). Atas dasar tersebut, skema pemotongan baja tulangan wajib disusun secara terstruktur demi meminimalkan limbah besi bekas. Di samping itu, potongan sisa besi yang ukuran panjangnya masih fungsional harus dipilah, dicatat, dan digunakan kembali untuk elemen struktur lain agar volume material yang terbuang dapat ditekan serendah mungkin.

3. Evaluasi Koefisien Material Begisting

Berdasarkan hasil analisis, terdapat selisih volume material begisting sebesar 63,715 m². Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi terhadap penggunaan dan tingkat pemanfaatan kembali (*reuse*) material begisting selama pelaksanaan proyek.

Menurut Formoso et al. (2021), efektivitas manajemen material dalam perspektif *Lean Construction* dapat dicapai melalui peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya dan pengurangan pemborosan material. Strategi mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan melaksanakan audit terhadap siklus penggunaan ulang material begisting serta memperketat pengawasan pada proses bongkar pasang. Pengawasan yang baik akan membantu menjaga kondisi material agar tetap layak digunakan kembali sehingga kebutuhan pemesanan material tambahan dapat dikurangi.

4. Rekonsiliasi Data Mingguan Berbasis Digital

Hasil analisis progres menunjukkan adanya deviasi yang cukup besar pada beberapa periode pelaksanaan proyek, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.21, salah satu terjadi pada minggu ke-14 dengan nilai deviasi sebesar -15,596%. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara data material yang masuk dengan progres pekerjaan yang terlaksana di lapangan.

Salem et al. (2023) mengemukakan bahwa pengawasan logistik proyek yang optimal membutuhkan instrumen pemantauan terpadu serta pasokan data yang valid. Berdasarkan pandangan tersebut, langkah preventif yang diusulkan adalah mengadopsi mekanisme penyelarasan data digital yang mengintegrasikan informasi logistik, catatan kedatangan material, serta pemutakhiran kemajuan proyek secara langsung (*real-time*) memanfaatkan *spreadsheet* terbagi atau perangkat lunak manajemen konstruksi. Apabila dijumpai adanya perbedaan volume yang melampaui nilai ambang batas toleransi resmi, maka tindakan penelusuran harus segera dilaksanakan untuk melacak pemicu deviasi tersebut, baik yang disebabkan oleh inefisiensi material fisik ataupun kekeliruan pencatatan administratif.

5. Penerapan SOP Penyimpanan Material

Analisis volume material menunjukkan masih terdapat material yang telah dipesan namun belum terpasang dalam jumlah yang cukup besar. Kondisi ini meningkatkan risiko kerusakan material selama masa penyimpanan dan berpotensi menimbulkan waste material.

Menurut Sacks et al. (2020), sistem penyimpanan material yang terstandarisasi merupakan salah satu prinsip penting dalam *Lean Material Management* untuk mengurangi kerusakan dan kehilangan material. Oleh karena itu, strategi mitigasi yang direkomendasikan adalah penyusunan dan penerapan SOP penyimpanan material yang mencakup penggunaan alas (*pallet*) dan penutup (*terpal*) untuk material besi yang belum digunakan. Selain itu, penataan area penyimpanan berdasarkan jenis dan diameter material perlu diterapkan

untuk mempermudah proses identifikasi, pengambilan, dan pengendalian material sesuai kebutuhan progres pekerjaan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, strategi mitigasi yang direkomendasikan meliputi sinkronisasi jadwal kedatangan material melalui penerapan *Just In Time* (JIT), optimalisasi pemotongan material melalui cutting plan, evaluasi koefisien penggunaan material begisting, penerapan rekonsiliasi data berbasis digital, serta penyusunan SOP penyimpanan material. Penerapan strategi-strategi tersebut diharapkan dapat mengurangi potensi *waste material* dan meningkatkan efektivitas manajemen material pada proyek konstruksi.

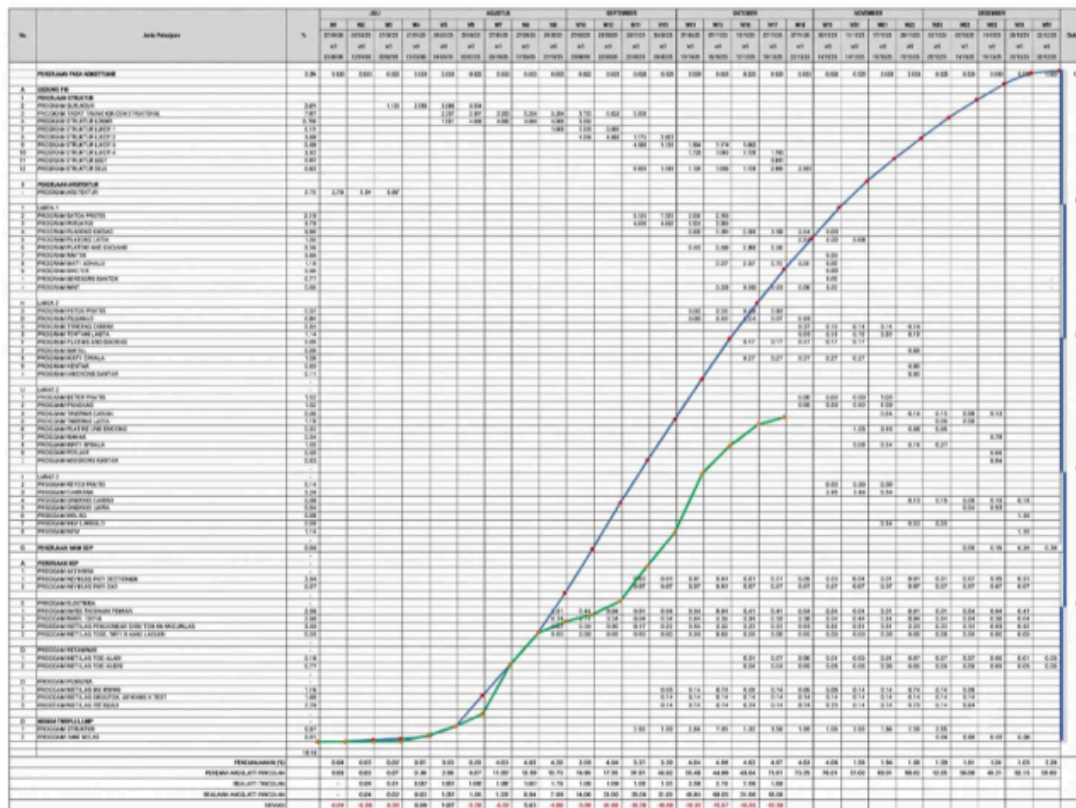
4.7 Hasil Selisih volume kebutuhan material terhadap pemesanan yang terjadi di lapangan

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui besarnya selisih antara volume kebutuhan material berdasarkan laporan progress dengan volume pemesanan aktual yang terjadi di lapangan. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi adanya deviasi kuantitas material yang berpotensi menimbulkan pemborosan maupun kekurangan material selama pelaksanaan proyek. Data yang digunakan bersumber dari dokumen perencanaan proyek, laporan pemesanan material, serta catatan penggunaan material di lapangan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh nilai selisih secara numerik dan persentase deviasinya.

Setelah data dinyatakan valid, dilakukan perhitungan selisih volume dengan mengurangi volume kebutuhan terhadap volume pemesanan aktual pada setiap jenis material yang diteliti. Selain itu, dihitung pula persentase deviasi untuk mengetahui tingkat penyimpangan secara proporsional.

dari hasil data yang diperoleh, peneliti mengambil sampel periode di minggu ke 14, dikarenakan periode tersebut termasuk periode yang tinggi minus progres pekerjaan nya, dengan sampel tersebut maka peneliti bisa mengambil dan menganalisis data sampelnya.

Gambar 4.11 Dokumen *Time Shedule* / Kurva S



(Sumber : PT. Alkantara Jaya Konstruksi, 2025)

Dalam manajemen material lain yang kita ambil sampel yaitu pengadaan kebutuhan material begisting untuk rencana di pengerjaan fabrikasi pembesian pilecap untuk kebutuhan periode dalam 1 minggu kedepan setelah pengerjaan fabrikasi besi selesai, dengan yang di datangkan di tanggal 02 Oktober 2025 di periode minggu 14, yaitu dengan item item yang sudah tertera di nota pembelian di atas dengan asumsi rencana bisa mengerjakan pekerjaan pemasangan begisting 815,5 m².

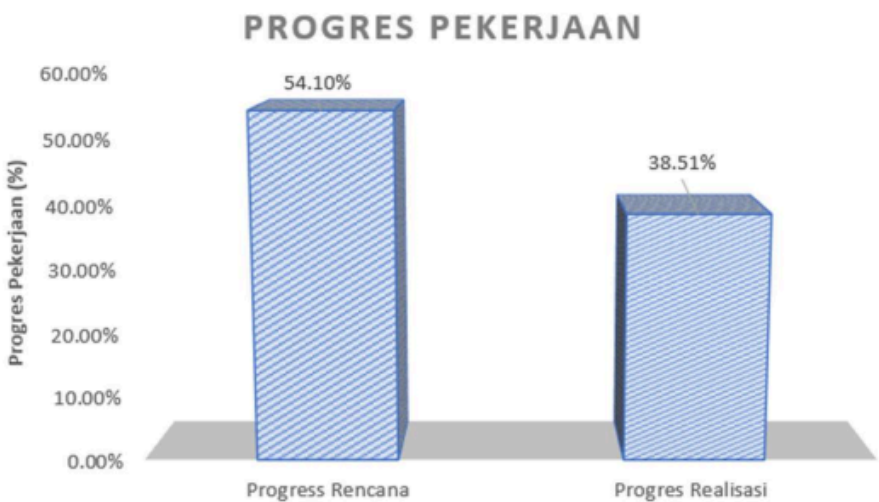
Untuk memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai alokasi sumber daya serta tingkat capaian kerja di lapangan, berikut hasil wawancara yang diperoleh yaitu data mengenai pemakaian tenaga kerja (*man power*), inventarisasi peralatan utama yang digunakan, hingga produktivitas aktual pada pekerjaan pembesian dan pemasangan begisting. Rincian mengenai kapasitas pemakaian sumber daya proyek serta capaian volume realisasinya dalam periode pengamatan disajikan secara berturut-turut mulai dari Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.18.

Tabel 4.24 Deviasi Progres Pekerjaan

Periode	Progres Rencana	Progres Realisasi	Deviasi
Minggu 14 (29 September – 05 Oktober 2025)	54,103 %	38,507%	- 15,596 %

10
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Gambar 4.12 Visualisiasi Diagram Progres Pekerjaan



10
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan Tabel 4.21 serta visualisasi diagram progres pekerjaan, diperoleh data mengenai deviasi progres pekerjaan proyek pada Minggu 14 (periode 29 September – 05 Oktober 2025). Data tersebut menunjukkan bahwa akumulasi progres rencana ditargetkan mencapai 54,103%, namun akumulasi progres realisasi yang berhasil dicapai di lapangan hanya sebesar 38,507%. Ketidaksesuaian antara target perencanaan dan capaian aktual ini menghasilkan nilai deviasi negatif yang cukup besar, yaitu senilai -15,596%.

a) Material besi :

Gambar 4.13 Dokumen *Mill Certificate* Besi Tulangan

Doc No. : TMS/TMSL/OCT/FR/09-27		No. Rev. : 0		MASTER STEEL PT The Master Steel Mfc	
MILL CERTIFICATE					
CUSTOMER		: PT. ALKANTARA JAYA KONSTRCKSI / GEDUNG FIB UNAIR B			
DESCRIPTION OF GOODS		: Rebar			
STANDARD		: SNI 2052:2017			
SPECIFICATION		: BITP2B0 BITS420B			

SIZE	QTY PCS	WEIGHT		Heat No.	CHEMICAL COMPOSITION (N)							TENSILE TEST				BENDING TEST			REMARK
		1 PCS Kg	TOTAL Kg		C	SI	MN	P	S	CEQ	YIELD POINT (N/mm ²)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)	ELONGATION (N)	Ratio	BEND. BEND. BEND.				
P 8 x 12 M	96	4.700	435.700	20226220	0.11	0.20	0.84	0.016	0.016	0.33	368	482	16.50	1.34	3.5d	180	OK		
S 10 x 12 M	1,000	7.404	7,444.700	248004505	0.20	0.27	0.82	0.012	0.017	0.45	471	575	17.00	1.26	3.5d	180	OK		
S 13 x 12 M	579	12.504	6,739.556	248004908	0.20	0.21	0.82	0.013	0.015	0.46	466	589	16.00	1.26	3.5d	160	OK		
S 16 x 12 M	563	18.674	10,660.764	248004957	0.20	0.23	0.84	0.014	0.011	0.46	466	580	16.00	1.27	3.5d	160	OK		
S 16 x 12 M	9	18.676	133.357	240004958	0.29	0.29	0.84	0.011	0.056	0.46	466	582	16.00	1.27	3.5d	160	OK		
S 22 x 12 M	560	35.707	11,566.700	101107900	0.30	0.27	0.89	0.028	0.027	0.46	470	605	17.50	-1.29	54	160	OK		
S 22 x 12 M	70	35.408	2,566.760	10118990	0.30	0.31	0.82	0.022	0.028	0.47	470	604	17.50	-1.29	54	180	OK		
S 22 x 12 M	70	35.408	2,565.750	20234000	0.30	0.25	0.89	0.022	0.027	0.48	470	604	17.50	1.28	54	180	OK		
S 22 x 12 M	70	35.408	2,595.760	20303570	0.31	0.25	0.22	0.028	0.018	0.47	470	604	17.50	1.29	54	180	OK		
S 22 x 12 M	70	35.408	2,566.760	20305540	0.31	0.27	0.81	0.000	0.018	0.43	470	604	17.50	1.29	54	180	OK		
S 22 x 12 M	63	35.408	2,856.757	244005493	0.38	0.25	0.82	0.018	0.035	0.48	467	588	17.50	1.28	54	180	OK		
S 22 x 12 M	36	36.408	1,756.700	244005903	0.31	0.25	0.82	0.029	0.050	0.46	468	580	16.50	1.28	54	180	OK		

(Sumber : PT. Alkantara Jaya Konstruksi, 2025).

Dalam manajemen material yang kita ambil sampel yaitu pengadaan besi untuk rencana di pengerjaan fabrikasi pembesian pilecap untuk kebutuhan periode dalam 1 minggu, dengan yang di datangkan di tanggal 05 Oktober 2025, yaitu dengan total berat keseluruhan besi mencapai 30.354,13 Kg.

b) Material Begisting :

Gambar 4.14 Dokumen Pengadaan Kebutuhan Material Begisting

☎ 0812 3518 908		📍 Jl. Raya Manyar No.14,Surabaya	
UD. ANUGERAH JAYA			
Kepada Yth.		Metode Pembayaran	
Nama : Luki Nanda		No. Pembayaran : 013	
Alamat : Unair,Proyek FIB		Tanggal : 12 Oktober 2025	
Nomor Hp : 0882 1016 8672		Bank Mandiri 1410026777363	

NO	DESKRIPSI ITEM	VOLUME	HARGA SATUAN (RP)	TOTAL
1	MULTIPLEK 12 MM	95 LBR	195.000	18.525.000
2	KAYU KASO 5/7	6 M3	3.200.000	19.200.000
3	KAYU BALOK 6/12	35 M3	3.500.000	12.250.000
4	PAKU 5 CM	25 KG	22.000	550.000
5	OLI BEKISTING	5 LTR	18.000	90.000
TOTAL				50.615.000

TERIMA KASIH

(Sumber : PT. Alkantara Jaya Konstruksi, 2025).

Dalam manajemen material lain yang kita ambil sampel yaitu pengadaan kebutuhan material begisting untuk rencana di pengerjaan fabrikasi pembesian pilecap untuk kebutuhan periode dalam 1 minggu kedepan setelah pengerjaan fabrikasi besi selesai, dengan yang di datangkan di tanggal 02 Oktober 2025 di periode minggu 14, yaitu dengan item item yang sudah tertera di nota pembelian di atas dengan asumsi rencana bisa mengerjakan pekerjaan pemasangan begisting 815,5 m².

Untuk memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai alokasi sumber daya serta tingkat capaian kerja di lapangan, berikut hasil wawancara yang diperoleh yaitu data mengenai pemakaian tenaga kerja (*man power*), inventarisasi peralatan utama yang digunakan, hingga produktivitas aktual pada pekerjaan pembesian dan pemasangan begisting. Rincian mengenai kapasitas pemakaian sumber daya proyek serta capaian volume realisasinya dalam periode pengamatan disajikan secara berturut-turut mulai dari Tabel 4.22 sampai dengan Tabel 4.24.

1. Jumlah Man Power

Tabel 4.25 Jumlah Man Power

Jenis Pekerja	Jumlah (Orang)
Pekerja Bar Bender	8
Pekerja Bar Cutter	10
Pekerja Sipil	70
Total	88

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

2. Alat yang dipakai

Tabel 4.26 Jumlah Alat

Nama Alat	Jumlah Alat
Bar Bending	3
Bar Cutter	5
Total	7

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026).

3. Produktifitas Pekerjaan Pembesian

Tabel 4.27 Produktifitas Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan	Periode (06 Oktober – 12 Oktober)	Progres (Volume)
Pekerjaan Pembesian (Pekerjaan Balok Separator Lift & Tangga Lt 2)	Minggu 15	424,52 kg
Pekerjaan Pembesian (Struktur Lantai 3)	Minggu 15	96,024 kg
Pekerjaan Pembesian (Struktur Lantai 4)	Minggu 15	12.126,224 kg
Total Progres dalam 1 minggu (Minggu 15)		12.646,775 kg

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

4. Produktifitas Pekerjaan Pemasangan Begisting

Tabel 4.28 Produktifitas Pekerjaan Pemasangan Begisting

Pekerjaan	Periode (13 Oktober – 19 Oktober)	Progress (Volume)
Pekerjaan Begisting (Pekerjaan Balok Separator Lift & Tangga Lt 2)	Minggu 16	2,02 m2
Pekerjaan Begisting (Struktur Lantai 3)	Minggu 16	155,3 m2
Pekerjaan Pembesian (Struktur Lantai 4)	Minggu 16	594,465 m2
Total Progress Realisasi dalam 1 Minggu		751,785 m2

(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

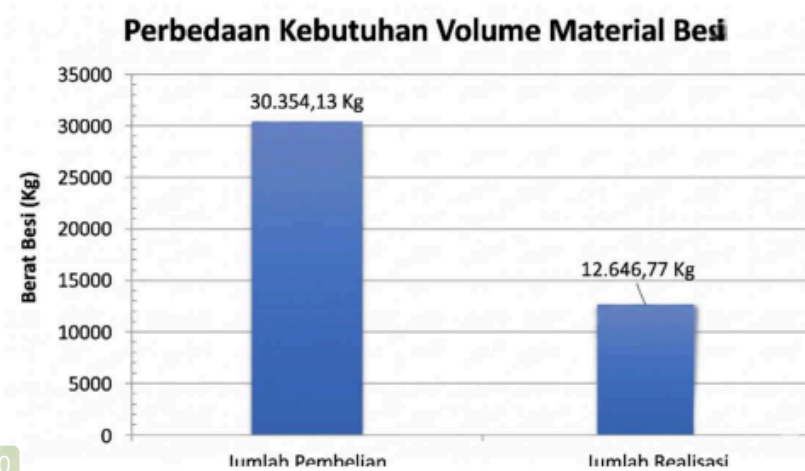
5. Perbandingan Kebutuhan Material Besi dan Begisting

Tabel 4.29 Perbedaan Kebutuhan Volume Material Besi

Material	Jumlah pembelian	Jumlah Realisasi
Besi	30.354,13 kg.	12.646,775 kg
Begisting	815,5 m2	751,785 m2

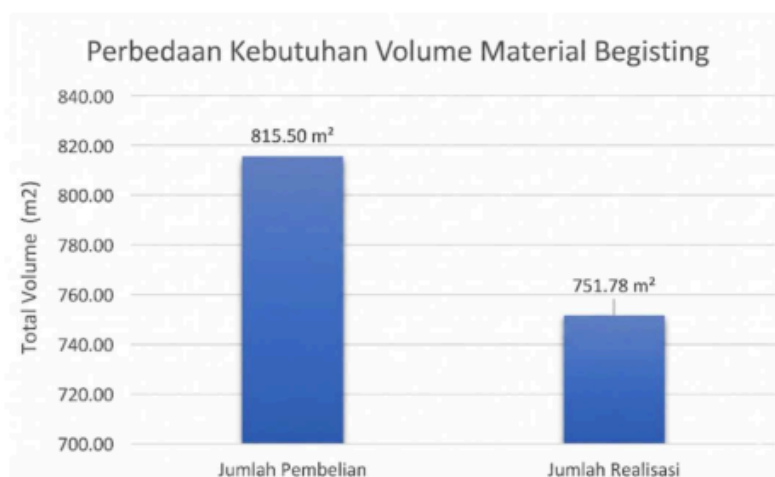
(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Gambar 4.15 Visualisasi Perbedaan Kebutuhan Volume Material Besi



(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Gambar 4.16 Visualisasi Perbedaan Kebutuhan Volume Material Begisting



(Sumber: Data Olahan Peneliti,2026)

Berdasarkan data pada Tabel 4.26 dan visualisasi diagram pada gambar 4.16 terlihat adanya perbedaan yang signifikan antara volume material yang dibeli dengan kebutuhan realisasi aktual di lapangan. Material Besi memiliki jumlah pembelian sebesar 30.354,13 kg, namun jumlah yang terealisasi hanya sebesar 12.646,775 kg. Hal serupa juga terjadi pada material Begisting yang ditunjukkan pada Gambar 4.17, di mana jumlah pembelian mencapai 815,5 m² sedangkan jumlah realisasinya hanya sebesar 751,785 m². Selisih yang cukup besar ini mengindikasikan adanya potensi sisa material (*waste*) atau ketidakselarasan antara perencanaan logistik pengadaan dengan kebutuhan riil pelaksanaan konstruksi di lapangan.

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan antara volume kebutuhan material dan volume pemesanan aktual di lapangan, baik dalam bentuk kelebihan maupun kekurangan pemesanan. Kelebihan pemesanan dapat mengindikasikan terjadinya *over inventory* yang berpotensi meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko kerusakan material, sedangkan kekurangan pemesanan dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan akibat menunggu suplai tambahan. Dengan demikian, temuan ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat efisiensi perencanaan dan pengendalian material dalam proyek.

4
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan menggunakan *Metode Relative Importance Index* (RII) dengan bantuan *software* IBM SPSS Statistics 27 dan Microsoft Excel diperoleh hasil penelitian:

1. Berdasarkan hasil Faktor Penerapan *Lean Construction* Paling Krusial Penerapan *Lean Construction* dalam manajemen material sangat bergantung pada fase pra-konstruksi. Hasil analisis *Relative Importance Index* (RII) menunjukkan bahwa Perencanaan jumlah dan jenis material (P1) merupakan faktor yang paling krusial dengan nilai RII tertinggi sebesar 0,822 (Level *High*). Hal ini mengindikasikan bahwa akurasi dalam estimasi kebutuhan material merupakan langkah preventif utama untuk menghindari pemborosan. Keberhasilan manajemen material di lapangan bermula dari dokumen perencanaan yang presisi, sehingga meminimalisir adanya pesanan material yang tidak sesuai dengan kebutuhan riil progres proyek.
2. Berdasarkan hasil identifikasi faktor parameter dan penyebab Penyebab Dominan *Waste Material* Faktor penyebab utama terjadinya pemborosan material (*waste*) di lokasi proyek dipicu oleh dua aspek utama: perencanaan yang kurang akurat dan manajemen logistik di lapangan. Hal ini divalidasi secara kuantitatif melalui temuan selisih volume material yang signifikan, yaitu sebesar 17.707,355 kg pada material besi dan 99,715 m² pada material begisting. Besarnya selisih ini mengindikasikan terjadinya *over-inventory* atau penumpukan material yang tidak terpakai, yang diperburuk oleh faktor parameter kondisi penyimpanan yang kurang baik (RII 0,767). Kondisi tersebut berkontribusi langsung terhadap deviasi progres mingguan yang mencapai -15,596%
3. Strategi mitigasi yang dirumuskan dalam penelitian ini merupakan solusi sistematis untuk mengatasi inefisiensi manajemen material melalui tiga pendekatan utama, yakni penerapan sistem Just In Time (JIT) guna mensinkronkan jadwal logistik dengan kebutuhan riil di lapangan sebagai respon atas temuan selisih volume besi sebesar 17.707,355 kg dan begisting sebesar 99,715 m², kemudian optimalisasi Cutting Plan melalui pembuatan Bar Bending Schedule (BBS) yang presisi untuk menekan tingkat pemborosan sisa potongan besi akibat adanya deviasi progres yang mencapai -15,596% pada Minggu ke-14.

5.2 Saran

Mengacu pada temuan riset dan kesimpulan yang telah dipaparkan, rekomendasi strategis berikut diajukan sebagai bahan pertimbangan bagi para pemangku kepentingan proyek:

1. Pihak Manajemen Proyek (Kontraktor): Perusahaan direkomendasikan untuk mulai menerapkan regulasi pengelolaan logistik berbasis sistem digital terpadu demi mengoptimalkan ketepatan estimasi kebutuhan bahan bangunan (P1). Di samping itu, aplikasi mekanisme *Just In Time* (JIT) harus dijalankan secara berkesinambungan guna menekan gejala akumulasi stok berlebih (*over-inventory*), berkaca pada kasus perbedaan kuantitas pembesian yang mencapai 17.707,355 kg. Melalui langkah ini, pemborosan anggaran untuk biaya pergudangan serta potensi penurunan mutu material di lokasi kerja dapat diminimalkan.
2. Tim Pelaksana Lapangan: Kontrol pengawasan terhadap prosedur penataan dan penyimpanan material perlu diintensifkan guna memproteksi kualitas fisik bahan baku yang sudah disuplai (P5.1). Selain itu, implementasi skema pemotongan material (*cutting plan*) dituntut lebih konsisten dengan bersandar pada *Bar Bending Schedule* (BBS) yang ketat demi memangkas volume limbah sisa potongan besi akibat adanya pergeseran kemajuan proyek.
3. Peneliti Selanjutnya: Ruang lingkup kajian ini dapat dieksplorasi lebih dalam dengan mengintegrasikan parameter tambahan pada metodologi *Lean Construction*. Sebagai contoh, penggunaan sistem *Building Information Modeling* (BIM) untuk pemetaan deteksi benturan (*clash detection*) guna memproyeksikan revisi gambar kerja (P4) secara lebih presisi. Peneliti berikutnya juga disarankan menambah kuantitas sampel responden agar diperoleh sudut pandang menyeluruh pada objek proyek bertingkat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, T. J. W., Rachmawati, F., & Rizky, S. Y. (2023). Probabilistic Scheduling Based On Hybrid Bayesian Network–Program Evaluation Review Technique. *IPTEK: The Journal for Technology and Science*, Vol. 34(No. 2), hlm. 108. <https://doi.org/10.12962/j20882033.v34i2.16693>
- Allo, R. I. G., & Bhaskara, A. (2022). Analisis Waste Material Dengan Penerapan Lean Construction. *Jurnal Teknik Sipil (JTS)*, 18(2), pp. 343–355.
- Alwi. (2022). *Non-Value Adding Activities in Indonesian Construction Projects*
- Akbar. (202). Manajemen konstruksi melalui pengelolaan sumber daya secara optimal
- Anggraini, W., Harpito, Siska, M., & Novitri, D. (2022). Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 23(1), 1–16. doi:10.22219/jtiumm.vol23.no1.1-16
- Archia, I. (2020). Penerapan Metode Lean Construction Dan Penjadwalan Critical Chain Project Management Dalam Pembangunan Proyek Konstruksi Gedung Universitas Widya Mandala (UWM) Surabaya (Studi Kasus: PT.PP (PERSERO) .Tbk). *Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. <https://repository.its.ac.id/75551/>
- Arifian, R. 2024. (2024). *Jki 3.3.2024*. 3(3), 717–726.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produk Domestik Bruto Indonesia Triwulanan Periode 2020-2024*. Jakarta: BPS Indonesia.
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* (Doctoral dissertation, University of Birmingham, United Kingdom).
- Bhaskara, A., Ginter/Ginting, A. A., & Masagala, A. M. (2022). Implementation of Lean Construction to Address Waste in Project Management Scope (Case Study: Auditorium Building Construction Project in Yogyakarta). *Semesta Teknika*, Vol. 25(1), 80–88.
- Formoso, C. T., Isatto, E. L., & Hirota, E. H. (1999). Method for waste control in the building industry. In *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)* (pp. 325–334).

- Hariato. (2025). Evaluasi *Waste Material* pada Proyek Gedung Bertingkat
- Howell, G. A. (1999). What is Lean Construction? In *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)* (pp. 1–10).
- Indriani, S. N., Anisah, & Widiyanto, A. (2025). Analisis Variance pada Penerapan Lean Construction Terhadap Waktu Produksi Proyek EPC (Studi Kasus Proyek Mogas PT XYZ). *Jurnal Konstruksia*, 1(5), 3095–3113. <https://doi.org/10.6382/2jmv1j28>
- Kanike, U. K. (2023). Factors disrupting supply chain management in manufacturing industries. *Journal of Supply Chain Management Science*, 4(1–2), 1–24.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Technical Report No. 72, Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- Lesniak, A., & Janowiec, F. (2020). Application of the Bayesian Networks in Construction Engineering. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 30(2), hlm. 221–233. doi:10.2478/ceer-2020-00028
- Maulinda, I. (2024). *Pengaruh Penerapan Lean Construction Terhadap Produktifitas Proyek Konstruksi Gedung di Provinsi Aceh* (Skripsi, Universitas Malikussaleh). Laman Rama Unimal.
- Mohamed, N. A., Alanzi, A. R. A., Azizan, A. N., Azizan, S. A., Samsudin, N., & Jenatabadi, H. S. (2024). Application of Bayesian structural equation modeling in construction and demolition waste management studies: Development of an extended theory of planned behavior. *PLoS ONE*, 19(1), e0290376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290376>
- Nuciferani, F. T., Ferdaus Aulady, M. N., Choiriyah, S., & Sumarsono, D. S. (2022). Penerapan Lean Construction pada Proyek Perumahan terhadap Waste Material. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 1–6.
- O'Brien, W. J., Formoso, C. T., Ruben Vrijhoef, & London, K. A. (Eds.). (2009). *Construction Supply Chain Management Handbook*. CRC Press.
- O. Salem, M. A. (2006). Lean Construction: From Theory to Implementation. *Journal of Management in Engineering*, 22(4). [https://doi.org/https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(168\)](https://doi.org/https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168))

- Park, M., & Kim, W. (2013). Quantitative analysis of construction waste reduction by implementing lean construction. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(7), 1513–1521.
- Panggabean, A. T. (2023). Analisis Waste Material Menggunakan Metode Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Panti Sosial Rehabilitasi Medan – Kota Medan). *Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara*.
<https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/98734>
- Prisilia, H., & Purnomo, D. A. (2025). Lean Construction Approach to Material Waste in the Construction Project of Elementary School Building 6 Kajarharjo Banyuwangi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(2), 1002–1009.
<https://doi.org/10.70609/gtech.v9i2.6823>
- Sambasivan, M., & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of Project Management*, 25(5), 517–526.
- Setiawan, B. (2024). Pendekatan Lean Construction dalam Penggunaan Sumber Daya dalam Proyek Konstruksi. *Journal Of Social Science Research*, 4, 5311–5325.
- Susanti, A. R., & S, S. (2021). Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction Proyek Gedung Kampus X. *Jurnal Rivet*, 1(02), 65–72.
<https://doi.org/10.47233/rivet.v1i02.331>
- Tam, V. W. Y., Shen, L. Y., & Tam, C. M. (2007). Assessing the levels of material wastage affected by sub-contracting relationships and projects types. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1753–1763.
- Yunisa, R. and A. G. P. (2019). Analisis Waste Dengan Penerapan Metode Lean Construction Pada Pekerjaan Kolom Balok dan Plat Lantai Proyek Pembangunan Trans Park Cibubur. *Diploma Thesis, ITPLN*.
<https://repository.itpln.ac.id/id/eprint/730/>
- Zulaida, C. P., & Yuwono, B. E. (2019). Analisis Pengelolaan Limbah Konstruksi dengan Metode Lean Constuction. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(2), 15–19.
<https://doi.org/10.25105/psia.v1i2.6594>

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BIODATA PENELITIAN



Widinanta Emir Assidqi, atau yang akrab dipanggil Emir, merupakan putra kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Aries Abidin dan Ibu Wisnu Setiyati. Peneliti dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 11 Mei 2001. Perjalanan pendidikan formalnya dimulai dari SDN Nginden Jangkungan 1/247 hingga lulus pada tahun 2013. Setelah itu, ia meneruskan studi ke SMP Budi Utomo Perak Jombang dan menyelesaikan pendidikan menengah pertamanya di sana pada tahun 2016. Pendidikan menengah atas kemudian ia tempuh di SMKN 5 Surabaya hingga dinyatakan lulus pada tahun 2020. Korespondensi dengan peneliti dapat dilakukan

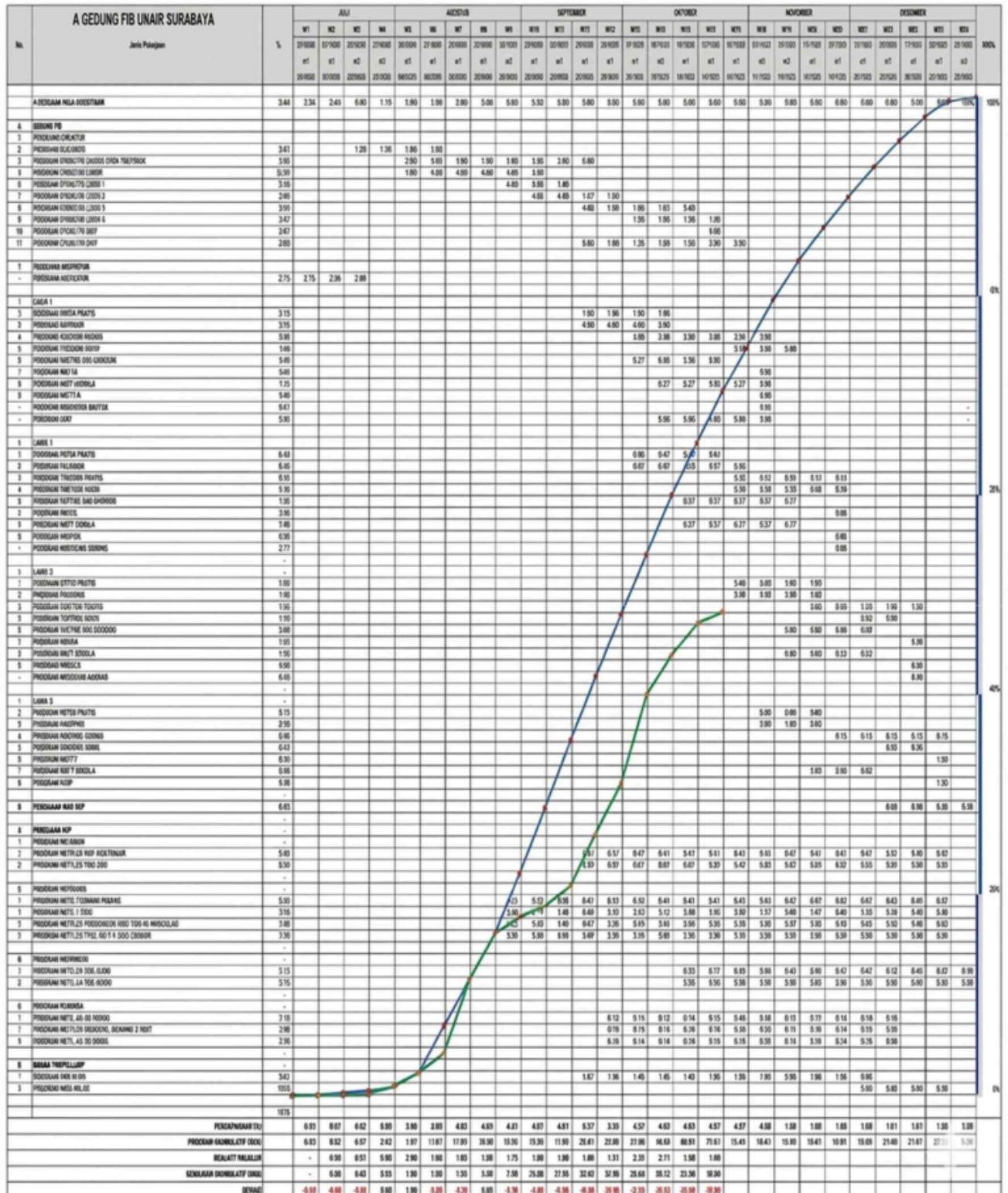
melalui pos-el emirwidinanta@gmail.com atau nomor WhatsApp 087873225879.

Minat yang besar pada industri bangunan, khususnya di ranah manajemen material serta optimasi proyek, mendorong peneliti untuk menapak ke jenjang perguruan tinggi. Pada tahun 2022, ia resmi terdaftar sebagai mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Sepanjang masa perkuliahan, peneliti aktif mengeksplorasi bidang Manajemen Konstruksi dan sempat mengikuti program Kerja Praktik (KP) selama satu semester penuh di PT. Delta Buana Konsultan. Dalam pelaksanaan KP tersebut, ia dipercaya mengemban tanggung jawab dalam perhitungan estimasi volume bahan, analisis harga satuan, hingga peninjauan efisiensi rantai pasok lapangan. Sebagai prasyarat kelulusan sarjana dan wujud sumbangsih ilmiah, peneliti menyusun sebuah tugas akhir yang bertajuk *“Analisis Lean Construction dalam Manajemen Material dan Strategi Mitigasi pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya”*. Melalui studi ini, diharapkan terwujud sebuah deskripsi menyeluruh beserta rekomendasi taktis bagi sektor konstruksi dalam meminimalkan inefisiensi bahan (*waste*) serta menyusun langkah mitigasi risiko yang andal demi kelancaran proyek di masa depan. Penelitian ini juga diproyeksikan mampu menyajikan potret nyata mengenai tata kelola material berbasis konsep *lean construction* beserta strategi pencegahannya pada manajemen proyek fisik.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

L1. Time Schedule / Kurva S



Doc No. : TMS/TMSI/OCT/FR/09-27
No. Rev. : 0



MASTER STEEL
PT The Master Steel Mfc

MILL CERTIFICATE

CUSTOMER : PT. ALKANTARA JAYA KONSTRUKSI / GEDUNG FIB UNAIR B
 DESCRIPTION OF GOODS : Rebar
 STANDARD : SNI 2052:2017
 SPECIFICATION : BITP280
 BITS420B

SIZE	QTY PCS	WEIGHT		Heat No	CHEMICAL COMPOSITION (N)						TENSILE TEST			BENDING TEST		REMARK
		1 PCS Kg	TOTAL Kg		C	SI	MIN	P	S	CEQ	YIELD POINT (N/mm ²)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)	ELONGA TION (%)	Ratio	BEND. ANGLE	
P 8 x 12 M	96	4.700	435.40	20100230	0.11	0.20	0.84	0.010	0.010	0.33	368	482	16.50	1.34	3.5d	180 OK
S 10 x 12 M	1,000	7.404	7,406.70	24100450	0.20	0.27	0.82	0.012	0.017	0.45	0.45	575	17.00	1.26	3.5d	180 OK
S 13 x 12 M	539	12.304	6,719.55	24100460	0.20	0.21	0.82	0.012	0.015	0.45	4.45	589	16.50	1.26	3.5d	180 OK
S 16 x 12 M	563	18.636	10,660.10	24100460	0.20	0.25	0.84	0.014	0.011	0.46	0.45	580	16.00	1.27	3.5d	180 OK
S 19 x 12 M	9	18.636	133.35	24100495	0.25	0.25	0.86	0.011	0.011	0.48	4.46	582	16.00	1.27	3.5d	180 OK
S 22 x 12 M	500	35.407	13,388.50	24100520	0.30	0.37	0.99	0.024	0.027	0.46	466	604	17.60	1.28	5d	180 OK
S 22 x 12 M	70	35.408	2,648.75	20110700	0.30	0.31	0.92	0.032	0.028	0.47	4.47	604	17.50	1.28	5d	180 OK
S 22 x 12 M	70	35.408	2,595.75	20114000	0.30	0.25	0.99	0.032	0.017	0.46	0.43	604	17.50	1.28	5d	180 OK
S 22 x 12 M	70	35.408	2,595.75	20103510	0.21	0.28	0.82	0.009	0.018	0.47	0.47	604	17.50	1.28	5d	180 OK
S 22 x 12 M	70	35.408	2,516.75	24100510	0.21	0.27	0.81	0.008	0.018	0.48	0.43	504	17.50	1.28	5d	180 OK
S 22 x 12 M	69	35.408	2,456.75	24100590	0.25	0.25	0.82	0.025	0.025	0.46	487	506	18.60	1.26	5d	180 OK
S 22 x 12 M	36	35.408	1,296.75	24100590	0.31	0.25	0.82	0.022	0.030	0.46	488	500	18.60	1.26	5d	180 OK

L3. Data Pemesanan Kebutuhan Material Begisting

☎ 0812 3518 908

📍 Jl. Raya Manyar No.14, Surabaya

UD. ANUGERAH JAYA

Kepada Yth.

Nama : Luki Nanda

Alamat : Unair,Proyek FIB

Nomor Hp : 0882 1016 8672

Metode Pembayaran

Amelia Agustia

Bank Mandiri

1410026717363

No. Pembayaran : 013

Tanggal : 12 Oktober 2025

NO	DESKRIPSI ITEM	VOLUME	HARGA SATUAN (RP)	TOTAL
1	MULTIPLEK 12 MM	95 LBR	195.000	18.525.000
2	KAYU KASO 5/7	6 M3	3.200.000	19.200.000
3	KAYU BALOK 6/12	3.5 M3	3.500.000	12.250.000
4	PAKU 5 CM	25 KG	22.000	550.000
5	OLI BEKISTING	5 LTR	18.000	90.000
			TOTAL	50.615.000

TERIMA KASIH

L4. Bukti Nilai Plagiarism / Turnitin

0_E9jZtF25-1432200013_Widinanta-Emir-Assidiqi_Lap-TA.pdf

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.airlanggasouvenir.com Internet	224 words — 1%
2	journal.untar.ac.id Internet	106 words — 1%
3	repository.its.ac.id Internet	80 words — < 1%
4	prosiding.aritekin.or.id Internet	71 words — < 1%
5	jurnal.itg.ac.id Internet	65 words — < 1%
6	M. Waris, Mohd. Shahir Liew, Mohd. Faris Khamidi, Arazi Idrus. "Criteria for the selection of sustainable onsite construction equipment", <i>International Journal of Sustainable Built Environment</i> , 2014 Crossref	62 words — < 1%
7	www.pasca-umi.ac.id Internet	62 words — < 1%
8	jurnal.unived.ac.id Internet	61 words — < 1%
9	journal.uwks.ac.id Internet	58 words — < 1%

L5. Letter of Acceptance (LoA) Jurnal.

Terbit online pada laman web jurnal : <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jutin>

Jurnal Teknik Industri Terintegrasi
(JUTIN)

Jl. Tuanku Tambusai No. 23 Bangkinang, Riau
| e-ISSN (Online) 2620-8962 |



LETTER OF ACCEPTANCE (LoA)

Nomor. 58316/JUTIN/TIN-FT/UPTT/V/2026

Dewan penyunting Jurnal JUTIN telah menerima artikel,

Nama : Aris Fiatno, M.T
Jabatan : Editor in Chief Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)
Institusi : Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
Terindeks : Google Scholar, Portal Garuda, Crossref, SINTA (Grade 5)

Dengan ini menerangkan bahwa artikel dengan judul :

Analisis Faktor Penerapan Lean Construction Dalam Manajemen Material Menggunakan Metode Relative Importance Index (RII)

Nama : Widinanta Emir Assidiqi¹, Michella Beatrix¹
Asal Instansi : ⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Menyatakan bahwa artikel tersebut **telah diproses** sesuai Prosedur Penulisan dan **akan publish** pada **Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)** Volume 9 Nomor 2 Tahun 2026.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan harap dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Bangkinang, 20 Mei 2026
Yang membuat pernyataan



Aris Fiatno, M.T

L6. Media Massa

Medium

Search

Get app

Write

Home

Library

Profile

Stories

Stats

Following

Find writers and publications to follow.

See suggestions

Analysis of Factors in Lean Construction Implementation within Material Management Using the Relative Importance Index (RII) Method

Widnanta Emir Assidigi · 3 min read · Just now

The construction industry contributes significantly to infrastructure development and national economic growth. Construction projects generally involve many parties and complex tasks, requiring effective and efficient resource management. **Construction materials** are a resource with a major influence on project success because they consume the highest costs

L7. Lembar Bimbingan & Persetujuan Sidang Tugas Akhir



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN & PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING Periode Semester Genap 2025/2026

Nama	:	Widinanta Emir Assidiqi	
NIM	:	1432200013	
Alamat Rumah/Kost	:	Jl. Nginden 3 No 33, Surabaya	
Nomor HP/Whatsapp	:	087873225879	
Dosen Pembimbing 1	:	Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.	
Dosen Pembimbing 2	:	-	
Tanggal Pembekalan TA	:	Kamis, 29 Januari 2026	
Publikasi Artikel Ilmiah			Paraf Koor TA
Nama Jurnal/Seminar	:	Jutin (Jurnal Teknik Industri Terakreditasi)	
Link Jurnal	:		
Tanggal Publish	:		

Judul Tugas Akhir:

ANALISIS LEANCONSTRUCTICON DALAM MANAJMENMATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

Dosen Pembimbing 1



(Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing 2

(Kosongkan Bila tidak ada pembimbing ke 2)

(Nama Dosen Pembimbing 2)

Persetujuan Koordinator TA



(Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, ST., MT., Ph.D)

Keterangan :

1. Bimbingan **WAJIB** dilakukan minimal 2 minggu sekali
2. Mahasiswa **WAJIB** sudah melakukan bimbingan dan publikasi jurnal / seminar nasional / internasional yang terakreditasi
3. Segala bentuk pelanggaran dapat dikenakan sanksi dari Program Studi Teknik Sipil Untag Surabaya

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Sipil



(Ir. Michella Beatrix, ST., MT.)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Minggu	No	Tanggal	Uraian Perbaikan / Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
Ke - 1 dan 2 Perkuliahan	1.	25/01/2021	Breakdown Judul Bab 1-4, disertai dengan kuiser	<i>Wahid</i>
	2.	27/02/2021	Bab 4 (Pemeriksaan Menda 1,2,3)	<i>Wahid</i>
	3.	21/04/2021	Revisi bab (Pemeriksaan Menda 1,2,3).	<i>Wahid</i>
	4.	23/04/2021	Revisi Pangel.	<i>Wahid</i>
Ke - 3 dan 4 Perkuliahan	5.	29/04/2021	Perbaikan kata pengantar, bab 4.	<i>Wahid</i>
	6.	01/05/2021	Perbaikan Bab 4.	<i>Wahid</i>
	7.	11/05/2021	Perbaikan Bab 4, Perbaikan Abstrak,	<i>Wahid</i>
	8.	12/05/2021	Perbaikan bab 4 (Pemeriksaan Menda 3) &	<i>Wahid</i>
Ke - 5 dan 6 Perkuliahan			BAB 5.	
			An. sony. 12/5/21	<i>Wahid</i>
Ke - 7 dan 8 Perkuliahan				

Il Semolowaru No. 45, Surabaya 60118
Homepage : www.sipil.untag-sby.ac.id Email : sipil@untag-sby.ac.id

PERINTAH REVISI SIDANG TUGAS AKHIR (SESI 2)
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026

Judul : Analisis Lean Construction dalam Manajemen Material dan Strategi Mitigasi pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

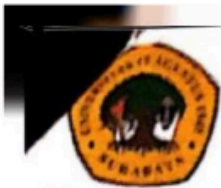
No	URAIAN PERBAIKAN	PARAF DOSEN (setelah perbaikan)
	- Tata cara penulisan - Seandainya dengan catatan-buku dosen penguj	

☐ : Lulus tanpa perbaikan
☒ : Lulus dengan perbaikan
☐ : Dilakukan Sidang TA ulang

Penguji,

Wassner.

(Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.)



PROGRAM STUDI SI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

Lampiran 3

Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya 60118
Homepage: www.sipil.untag-sby.ac.id Email: sipil@untag-sby.ac.id

PERINTAH REVISI SIDANG TUGAS AKHIR (SES12)
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026

Yang bertandatangan di bawah ini, Dosen Penguji Sidang Tugas Akhir (TA) pada tanggal Rabu, 03 Juni 2026 dari Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil :

Nama Mahasiswa : Widinanta Emir Asidilqi

NBI/NIM : 1432200013

Judul : Analisis Lean Construction dalam Manajemen Material dan Strategi Mitigasi pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Budaya Kampus B Universitas Airlangga Kota Surabaya.

Memerintahkan untuk memperbaiki dokumen Tugas Akhir (TA) Sebagai berikut :

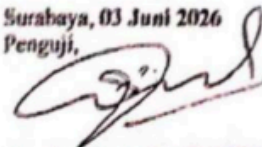
No	URAIAN PERBAIKAN	PARAF DOSEN (setelah perbaikan)
1.	Bawa Draft !	 23/6 26

Dari Sidang Tugas Akhir yang telah dilakukan maka mahasiswa dinyatakan:

- ☐ : Lulus tanpa perbaikan
☒ : Lulus dengan perbaikan
☐ : Dilakukan Sidang TA ulang

(Dosen Penguji dapat memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia)

Surabaya, 03 Juni 2026
Penguji,



(Dr. Ir. Hanic Teki Tiendani, S.T., M.T.)

MOCHAMMAD GUSMANO, S.T., M.T.

L9. ST Panitia Prodi



Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat : Jl. Semolowaru No. 45 Surabaya 60118

Homepage : www.sipil.untag-sby.ac.id

E-mail : sipil@untag-sby.ac.id

Nomor : 0165/K/TS/V/2026
Lamp. : 1 berkas
Perihal : *Permohonan Surat Tugas Panitia Kegiatan Bakti Sosial
Semester Genap 2025/2026*

Kepada : Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
S u r a b a y a

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan dilaksanakan Kegiatan Civil Connect: Peduli dan Menginspirasi Periode Genap 2025/2026 bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan tema: "*Dari Teknik Sipil untuk Anak Negeri: Peduli dan Menginspirasi demi Generasi yang Lebih Baik*", maka kami selaku Ka. Prodi Teknik Sipil ingin mengajukan Surat Tugas untuk Panitia dari kegiatan tersebut. Adapun jadwal pelaksanaan Kegiatan Civil Connect: Peduli dan Menginspirasi Periode Genap 2025/2026 sebagai berikut :

Hari/tanggal : Sabtu, 27 Juni 2026
Waktu : 09.00 - 12.00 WIB
Tempat : UPTD Kampung Anak Negeri, Kalijudan
Jalan Villa Kalijudan Indah XV No.Kav. 2-4, Surabaya

Demikian surat permohonan ini kami buat, atas perkenan dan juga kerja samanya diucapkan terimakasih

Surabaya, 18 Mei 2026
Ka. Prodi Teknik Sipil

Ir. Michella Beatrix, ST., MT
NPP. 2043F.15.0660

Tembusan:
- Arsip

Lampiran 1

Nomor : 0165/K/TS/V/2026

Perihal : Permohonan Surat Tugas Panitia Kegiatan

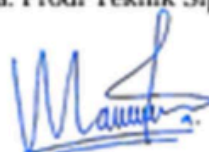
Daftar Nama Panitia Bakti Sosial
Periode Genap 2025/2026
Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Periode/Tanggal : 27 Juni 2026

Nama	NPP/NBI	Struktur Panitia
Ir. Michella Beatrix, ST., MT	(2043F.15.0660)	Penanggungjawab Umum
Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, ST., MT., Ph.D	(20430.15.0655)	Pembimbing HIMASIPTA
Mochamad Firmansyah, ST., MT	(20430.24.0894)	Dosen Pembimbing Kegiatan
Riska Carollina, SE	(23.8690)	Admin Pelaksana
Riki Saputra	(1432400071)	Penanggung Jawab
Rama Aji Zulkhifli	(1432400110)	Ketua Pelaksana
Franzeska Dekasi Tunti	(1432500037)	Sekretaris
Yuliana Sitompul	(1432500091)	Bendahara
Rafik Dwi Saktiawan	(1432400025)	Sie Acara
muhammad ilham Arifin	(1432200126)	
Yulia Dwi Elyana	(1432200083)	
Abdul Jawad	(1432200092)	
Femas Putra Bagaskara	(1432200085)	
M. Luthfi Hamzah	(1432000011)	Sie Humas
Istifaiyah	(1432200125)	
Falah Faustabi Akbar	(1432200129)	
Aldy Bagus Amarulloh	(1431900136)	
Muhammad Rosyid Assabili	(1432200065)	
Widinanta Emir Assidiqi	(1432200013)	Sie Pudekdok
Akhmad Fauzi Almudhoqi	(1432200022)	
Ilham Aditya A	(1432200137)	
Risky Surya Ardiansyah	(1432200009)	
Ahmad Dafit	(1432200016)	
Candra Diri Saka	(1432200002)	
Moch Andre Darmawan	(1432200069)	Sie Perlengkapan
Vicky Kheir Riva	(1432100065)	
Mohammad Iqbal	(1431900045)	
M. alvan mashuri al irsyad	(1432200108)	

Nama	NPP/NBI	Struktur Panitia
Ryan Marya Rachmawan Putra	(1432200076)	Sie Perlengkapan
Rifky Darmawan	(1432200109)	
Alfina Jana Vian Duri	(1432100132)	
M Fais Hidayatulloh	(1432200058)	
Mochammad Adi Prasetyo	(1432200067)	
Mohamad Dicky Saputra	(1432200132)	
Fitriyanti Cahya Ningrum	(1432200117)	Sie Konsumsi
Arfi Wahyu Pratama	(1432200098)	
Ahmad Choirun Nidak	(1432200021)	
Andra Satria Pratama	(1432200004)	
Miftakul Huda	(1432200005)	
Rajib Rizkul Hidayatullah	(1432200047)	
Aldi Bayu Winata	(1432500026)	Sie Keamanan
Conrad Esguerra Jordy Beoang	(1432000057)	
Adrian Setyo Nugroho	(1432200070)	
iqbal hayes gavrela	(1432100083)	
Dzaki Arif Fikri	(1432000006)	
Mahmud Dwi wardoyo	(1432200041)	
Handy Surya S	(1432200038)	

Surabaya, 18 Mei 2026
Ka. Prodi Teknik Sipil



Ir. Michella Beatrix, ST., MT
NPP. 2043F.15.0660

L10. Format Kuesioner

LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Contoh Kuesioner Tahap 1

KUESIONER PENELITIAN

**“PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL
MENGUNAKAN METODE TEOREMA BAYES
PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA
KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA”**

Mohon kesediaan Bapak/Ibu/Sdr untuk mengisi kuesioner ini. Kuesioner ini disusun untuk keperluan penelitian Tugas Akhir dan seluruh jawaban akan digunakan hanya untuk kepentingan akademik serta dijamin kerahasiaannya.

A. IDENTITAS RESPONDEN

Dimohon mengisi identitas diri dengan keadaan yang sebenarnya:

1. Nama : Khusnul.....
2. Umur : 31.....
3. Jenis Kelamin :
☒ Laki-laki ☐ Perempuan
4. Pendidikan Terakhir :
☐ SMA/SMK ☐ D3 ☒ S1
☐ S2 ☐ Lainnya:
5. Jabatan dalam Proyek :
☐ Project Manager ☐ Site Manager ☐ Estimator
☒ Pelaksana Lapangan ☐ Logistik / Gudang
☐ Konsultan Pengawas ☐ Lainnya:
6. Pengalaman Kerja di Bidang Konstruksi :
☐ < 3 tahun ☒ 3 – 5 tahun ☐ 5-10 tahun
☐ > 10 tahun
7. Lama Keterlibatan pada Proyek Ini :
☐ < 3 bulan ☒ 3 – 6 bulan ☐ > 6 bulan

B. PETUNJUK PENGISIAN

Berilah tanda (√) pada kolom jawaban yang tersedia sesuai dengan jawaban Bapak/Ibu/Sdr.

- Skala Likert :

1. = Sangat Tidak Setuju
2. = Tidak Setuju
3. = Netral
4. = Setuju
5. = Sangat Setuju

- Skala Frekuensi :

1. = Sangat Jarang
2. = Jarang
3. = Sedang
4. = Sering
5. = Sangat Sering

C. WASTE PALNG DOMINAN

Menurut Bapak/Ibu/Sdr, jenis waste yang paling sering terjadi adalah:

- | | |
|--|---|
| ☐ Unnecessary Inventory | ☐ Transportation |
| ☐ Defect | ☐ Improper Storage |
| ☐ Waiting | |

C. PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL

Setiap indikator di bawah ini dinilai menggunakan skala likert :

1. = Sangat Tidak Setuju
2. = Tidak Setuju
3. = Netral
4. = Setuju
5. = Sangat Setuju

No	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Perencanaan material berdasarkan kebutuhan actual			✓		
2	Pengadaan atau pembelian material sudah sesuai dengan jadwal pekerjaan di lapangan.				✓	
3	Pengendalian dan pencatatan stok material di proyek sudah berjalan dengan baik.			✓		
4	Area penyimpanan material di proyek tertata rapi dan layak digunakan.			✓		
5	Evaluasi terhadap pemborosan atau sisa material dilakukan secara rutin.			✓		
6	Koordinasi antara bagian logistik dan pelaksana lapangan berjalan dengan baik.			✓		
7	Kesalahan pekerjaan yang menyebabkan pembongkaran ulang akibat material dapat diminimalkan.			✓		
8	Material yang digunakan di lapangan sudah sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan.			✓		

D. IDENTIFIKASI WASTE MATERIAL

Setiap indikator di bawah ini dinilai menggunakan skala frekuensi :

1. = Sangat Jarang
2. = Jarang
3. = Sedang
4. = Sering
5. = Sangat Sering

No	Variabel & Indikator	Frekuensi				
		1	2	3	4	5
A	Defect					
1	Terjadi kesalahan pekerjaan yang menyebabkan material harus diganti atau dibuang.				✓	
2	Material menjadi rusak karena kesalahan dalam proses pemasangan.				✓	
B	Waiting					
3	Pekerja sering menunggu material sebelum pekerjaan dapat dilanjutkan.				✓	
4	Keterlambatan pengiriman material dari supplier sering terjadi.				✓	
C	Persediaan Berlebih					
5	Terjadi penumpukan material di lokasi proyek.				✓	
6	Material yang sudah datang tidak langsung digunakan dan tersimpan terlalu lama.					✓

D	Transportation					
7	Material sering dipindahkan berulang kali sebelum digunakan.				V	
8	Tata letak penyimpanan material menyebabkan jarak angkut menjadi lebih jauh.					V
E	Penyimpnan yang tidak tepat					
9	Terjadi kerusakan pada material akibat cara atau kondisi penyimpanan yang kurang baik.					V
10	Sering terjadi kehilangan material di area proyek.			V		

E.FAKTOR PENYEBAB DOMINAN WASTE MATERIAL

Setiap indikator di bawah ini dinilai menggunakan skala likert.

No	Indikator	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Perencanaan jumlah dan jenis material di proyek seringkali kurang akurat.				V	
2	Kurangnya komunikasi dan koordinasi yang baik antar pihak yang terlibat			V		
3	Pengawasan di lapangan terhadap penggunaan material masih belum maksimal.			V		
4	Sering terjadi perubahan desain atau gambar kerja			V		

	saat proses pembangunan sedang berjalan.			✓		
5	Pencatatan keluar-masuknya stok material di gudang tidak tercatat dengan teliti.			✓		
6	Belum ada prosedur (SOP) pengelolaan material yang jelas dan dijalankan dengan baik.			✓		

F.STRATEGI MITIGASI (LEAN CONSTRUCTION)

Setiap indikator di bawah ini dinilai menggunakan skala likert.

No	Strategi	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Material sebaiknya didatangkan ke lokasi proyek tepat saat akan digunakan agar tidak menumpuk.				✓	
2	Perlu adanya peningkatan komunikasi yang rutin antar tim agar tidak ada kesalahan pemesanan material.				✓	
3	Perlu dilakukan pemeriksaan rutin terhadap sisa penggunaan material di lapangan secara berkala.					✓
4	Penggunaan sistem digital atau aplikasi untuk memantau jumlah stok material sangat diperlukan.				✓	
5	Pengawasan terhadap kualitas material yang					✓

sudah datang atau digunakan.

ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Student Paper

2

repository.untag-sby.ac.id

Internet Source

3

www.airlanggasouvenir.com

Internet Source

4

repository.its.ac.id

Internet Source

5

journal.untar.ac.id

Internet Source

6

Arfi Wahyu Pratama, Hanie Teki Tjendani, Mochamad Firmansyah. "Faktor Penerapan Metode Penggunaan Teknologi Beton Precast pada Konstruksi di Kota Surabaya", *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 2026

Publication

7

Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)

Student Paper

8

123dok.com

Internet Source

9

Submitted to Universitas Muhammadiyah Jakarta

Student Paper

10

Fadhoilus Shofi, Wahyu Agung Setio Prabowo, Amalia Rosada. "Transformasi Transaksi Keuangan Digital: Pengaruh Penggunaan Sistem Pembayaran Non-Tunai terhadap Kinerja Keuangan UMKM di Kabupaten Pamekasan", *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 2026

Publication

11

dspace.uui.ac.id

Internet Source

12

repository.unissula.ac.id

Internet Source

13

www.scribd.com

Internet Source

14

[adoc.pub](#)Internet Source

15

[diklatkerja.com](#)Internet Source

16

[prosiding.aritekin.or.id](#)Internet Source

17

[www.pasca-umi.ac.id](#)Internet Source

18

Submitted to UPN Veteran Jawa Timur

Student Paper

19

[repository.undaris.ac.id:8080](#)Internet Source

20

Rifky Darmawan, Budi Witjaksana. "Identifikasi Tiga Risiko Tertinggi terhadap Efektiv K3 dengan Metode HIRADC pada Proyek Konstruksi Gedung Fakultas Ilmu Budaya Universitas Airlangga", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2026

Publication

21

[digilib.unila.ac.id](#)Internet Source

22

[repository.ub.ac.id](#)Internet Source

23

Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah

Student Paper

24

Submitted to Udayana University

Student Paper

25

[garuda.kemdikbud.go.id](#)Internet Source

26

Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Student Paper

27

Submitted to UPN Veteran Yogyakarta

Student Paper

28

Submitted to Universiti Teknologi Petronas

Student Paper

29

[docplayer.info](#)Internet Source

30

[files01.core.ac.uk](#)Internet Source

31

[www.coursehero.com](#)Internet Source

32

jurnal.itg.ac.id

Internet Source

33

[Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto](#)

Student Paper

34

journal.uwks.ac.id

Internet Source

35

[Submitted to Universitas Andalas](#)

Student Paper

36

[Submitted to Universitas Jember](#)

Student Paper

37

[Submitted to Universitas Putera Batam](#)

Student Paper

38

[Innocent Musonda, Rehema J. Monko, Adetayo Onososen. "Building Infrastructure Better - Digitalisation, Decarbonisation and Decentralisation", CRC Press, 2026](#)

Publication

39

[Submitted to School of Business and Management ITB](#)

Student Paper

40

[Submitted to Sriwijaya University](#)

Student Paper

41

[Submitted to Universitas Diponegoro](#)

Student Paper

42

indonesianconstruction.blogspot.com

Internet Source

43

repository.ulb.ac.id

Internet Source

44

[Submitted to LPPM](#)

Student Paper

45

[Submitted to Universitas Negeri Jakarta](#)

Student Paper

46

repository.unhas.ac.id

Internet Source

47

repository.iaknambon.ac.id

Internet Source

48

[Iqbal Iman Zabidi, Muhammad Fachmi, Nanang Hoesen Hidroes Abrori. "Pengaruh Influencer Marketing, Social Media Marketing, dan Electronic Word of Mouth terhadap Purchase Intention pada Brand Fashion Muslimah", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026](#)

Publication

49

ejournal.cibinstitut.com

Internet Source

50

eprints.amikom.ac.id

Internet Source

51

repository.umj.ac.id

Internet Source

52

repository.umsu.ac.id

Internet Source

53

repository.upi.edu

Internet Source

54

repository.upnjatim.ac.id

Internet Source

55

text-id.123dok.com

Internet Source

56

Submitted to Universitas Pelita Harapan

Student Paper

57

ejournal.ipdn.ac.id

Internet Source

58

estd.perpus.untad.ac.id

Internet Source

59

etd.iain-padangsidempuan.ac.id

Internet Source

60

indojournal.com

Internet Source

61

journal.stieamkop.ac.id

Internet Source

62

linter.untar.ac.id

Internet Source

63

repository.ar-raniry.ac.id

Internet Source

64

repository.nusamandiri.ac.id

Internet Source

65

Ni Luh Pertamawati, Putu Putri Prawitasari. "Digitalisasi Administrasi Pajak: Pengaruh Taxpayer Account Management dan Billing Deposit terhadap Efektivitas Pelaporan, Dimoderasi Kompetensi TI", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026

Publication

pt.scribd.com

66

Internet Source

67

repository.unbari.ac.id

Internet Source

68

scriptaintelektual.com

Internet Source

69

www.journal.stiemb.ac.id

Internet Source

70

digilibadmin.unismuh.ac.id

Internet Source

71

ejournal.unsrat.ac.id

Internet Source

72

etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

73

it.scribd.com

Internet Source

74

jurnal.umt.ac.id

Internet Source

75

penerbit.stiedarulfalahmojokerto.ac.id

Internet Source

76

Fanji Indrajaya Putra, Michella Beatrix, Mochamad Firmansyah. "Faktor Pemutusan Kontrak pada Proyek Konstruksi Berbasis E-Tendering di Kota Surabaya", Jurnal Tekn Industri Terintegrasi, 2026

Publication

77

Submitted to IAIN Purwokerto

Student Paper

78

Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Student Paper

79

repository.uinpalopo.ac.id

Internet Source

80

Nur Endah Widyawati. "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BERDASARKAN STUDI LITERATUR", Jurnal TeKLA, 2026

Publication

81

Submitted to Universitas Raharja

Student Paper

82

Submitted to Universitas Sangga Buana YPKP

Student Paper

83

ejurnal.unim.ac.id

Internet Source

84 repository.poliupg.ac.id
Internet Source

85 Benny Mochtar. "ANALISA PENERAPAN MANAJEMEN WAKTU PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN LINGKUNGAN (Studi Kasus : Perumahan Komplek Teratai Putih Kalimantan Selatan)", Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, 2019
Publication

86 Submitted to Teknik Sipil
Student Paper

87 Submitted to Universitas Muhammadiyah Sukabumi
Student Paper

88 www.polteq.ac.id
Internet Source

89 Submitted to Olabisi Onabanjo University
Student Paper

90 Submitted to Syntax Corporation
Student Paper

91 kc.umn.ac.id
Internet Source

92 repo.apmd.ac.id
Internet Source

93 repo.undiksha.ac.id
Internet Source

94 repositori.uin-alauddin.ac.id
Internet Source

95 repository-ft.untirta.ac.id
Internet Source

96 repository.unira.ac.id
Internet Source

97 Monika Natalia, Riswandi Riswandi, Yan Partawijaya, Jajang Atmaja, M. Iqbal Kuswan "PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU SISTEM DILATASI BALOK KANTILEVER DAN DU/KOLOM PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA", Rasic : Rab Construction Research, 2022
Publication

98 jurnal.risetilmiah.ac.id
Internet Source

99 Dini Puspitasari, Rachmawaty Rachmawaty, Sahroni Sahroni. "Analisis Perencanaan dan Pelaksanaan Anggaran Dalam Pencapaian Realisasi Anggaran Pada Kantor ATR/BPN Kota Tangerang Selatan Tahun 2020-2024", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 2026

-
- 100 Muhammad Iqbal. "ANALISIS KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN TOL DENGAN METC STOKASTIK DAN MITIGASI RISIKO", Rasic : Rab Construction Research, 2020
Publication
-

- 101 Nanda Ridho Firdaus, Nur Muhammad Syarif Hidayat, Muhammad Agung Gumilar, Niko Rozy. "Analysis of the Application of Lean Construction Methods in a Number of Contractors in West Java Region", Indonesian Journal of Advanced Research, 2025
Publication
-

- 102 digilib.uns.ac.id
Internet Source
-

- 103 en.indonetwork.co.id
Internet Source
-

- 104 journal.ppkia.ac.id
Internet Source
-

- 105 jt.ft.ung.ac.id
Internet Source
-

- 106 prosenama.upnjatim.ac.id
Internet Source
-

- 107 repository.unpar.ac.id
Internet Source
-

- 108 Ela Pratiwi, Miftha Rizkina, Yunita Sari Rioni. "Efektivitas Pajak Hotel dan Restoran Dalam Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) Kota Medan", Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan, 2025
Publication
-

- 109 Submitted to Institut Agama Islam Al-Zaytun Indonesia
Student Paper
-

- 110 core.ac.uk
Internet Source
-

- 111 dawnof Titanshack.website
Internet Source
-

- 112 ejournal.umm.ac.id
Internet Source
-

- 113 eprints.umk.ac.id
Internet Source
-

- 114 eprints.umpo.ac.id
Internet Source
-

- 115 erepository.uwks.ac.id
Internet Source
-

116

Internet Source

117

karinov.co.id

Internet Source

118

repository.itpln.ac.id

Internet Source

119

repository.penerbiteureka.com

Internet Source

120

repository.unib.ac.id

Internet Source

121

www.cendananews.com

Internet Source

122

www.lenterajurnal.com

Internet Source

123

Ana Februari Abduloh, Rena Agrita Pratiwi, Andhini Hardianti, Ratu Zahra Cecillia Fatihah, Angga Pramadista Sudrajat. "Strategi Manajemen Sumber Daya Manusia Berbasis Digital Dalam Meningkatkan Performa Karyawan Pada Era Transformasi Digital: Kajian Literatur Sistematis", Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research, 2026

Publication

124

Submitted to Binus University International

Student Paper

125

Safhira Wahidah, Seno Andri. "Pengaruh Employer Branding dan Corporate Social Responsibility terhadap Minat Melamar Kerja melalui Reputasi Perusahaan pada PT Kilang Pertamina Internasional RU II Dumai", RIGGS: Journal of Artificial Intelligence & Digital Business, 2026

Publication

126

Submitted to Universitas Islam Riau

Student Paper

127

digilib.isi.ac.id

Internet Source

128

ejournal.uniramalang.ac.id

Internet Source

129

eprints.poltektegal.ac.id

Internet Source

130

eprints.undip.ac.id

Internet Source

131

eprints.unpam.ac.id

Internet Source

132 eprints.uny.ac.id

Internet Source

133 es.scribd.com

Internet Source

134 id.scribd.com

Internet Source

135 insight.brantas-abipraya.co.id

Internet Source

136 journal.umg.ac.id

Internet Source

137 jurnal.uns.ac.id

Internet Source

138 manggalajournal.org

Internet Source

139 pdfcoffee.com

Internet Source

140 repositori.usu.ac.id

Internet Source

141 repository.mercubuana.ac.id

Internet Source

142 repository.metrouniv.ac.id

Internet Source

143 repository.ppns.ac.id

Internet Source

144 repository.radenfatah.ac.id

Internet Source

145 repository.teknokrat.ac.id

Internet Source

146 repository.unibos.ac.id

Internet Source

147 repository.usd.ac.id

Internet Source

148 repository.usu.ac.id

Internet Source

149 spmi.uisu.ac.id

Internet Source

150 www.neliti.com

Internet Source

151 Arys Firmansyah. "PENGARUH PRODUK, HARGA DAN LOKASI KEPUASAN KONSUMEN SERTA NIAT PEMBELIAN ULANG PADA PRODUK GADAI EMAS IB BAROKAH DI BANK JATIM CABANG SYARIAH SURABAYA", Ekonika : Jurnal Ekonomi Universitas Kadiri, 20: Publication

152 Indra Permana. "Evaluasi Kualitas Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Ditinjau dari Aspek Usability dan Quality in Use Pengguna Menggunakan Model ISO/IEC 2501 di Politeknik Kepribadian Bangsa Indonesia Karawang", Jurnal Pendidikan Tambusai, 2026 Publication

153 Opi Mahendra, Novera Martilova. "Pengaruh Kualitas Layanan, Kepercayaan dan Keamanan Produk BSI Mobile terhadap Kepuasan Nasabah Bank Syariah Indonesia KCP Dhamasraya", ARZUSIN, 2026 Publication

154 Viktor Suryan, Anggi Nidya Sari, Direstu Amalia, Virma Septiani, Herlina Febiyanti. "Peningkatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) melalui Sosialisasi Alat Pelindung Diri (APD) kepada Pekerja Konstruksi (Lokasi: Renovasi Gedung Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang)", Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan, 2020 Publication

155 Arturo Realyvásquez-Vargas, Jorge Luis García-Alcaraz, Guadalupe Hernández-Escobedo. "Handbook of Industrial Engineering - Concepts, Tools, Case Studies, and Applications", CRC Press, 2026 Publication

156 Danang Jumiyanto, Samsi Haryanto, Ari Setiawan. "Bagaimana mengembangkan instrumen alat ukur sikap kreatif siswa sekolah menengah kejuruan?", Measurement Educational Research, 2021 Publication

157 Mansur Mansur. "PENGARUH PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) TERHADAP PENGAMANAN PROYEK KONSTRUKSI TOWER “ DI SURABAYA”, NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL, 2020 Publication

158 e-journal.upr.ac.id Internet Source

159 zombiedoc.com Internet Source

ANALISIS LEAN CONSTRUCTION DALAM MANAJEMEN MATERIAL DAN STRATEGI MITIGASI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU BUDAYA KAMPUS B UNIVERSITAS AIRLANGGA KOTA SURABAYA

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

GENERAL COMMENTS

/100

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148
