

**ANALISIS PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE *LEAN CONSTRUCTION* PADA
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FACTORY DI
KAWASAN PANBIL**



ALDI AFRIAN DANU

221070027

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN
BATAM
2026**

**ANALISIS PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE *LEAN CONSTRUCTION* PADA
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FACTORY DI
KAWASAN PANBIL**



ALDI AFRIAN DANU

221070027

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS RIAU KEPULAUAN
BATAM
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI

**ANALISI PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE *LEAN CONSTRUCTION*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN FACTORY
KAWASAN PANBIL**

Aldi Afrian Danu

Npm : 221070027

Pimpinan Sidang

Tanda Tangan

Tanggal

**Zures Gustiabani, B.Eng., M.Sc
NIDN. 1007089601**

Dosen Penguji I

**Dian Hastari Agustina, S.T., M.T
NIDN. 1028087405**

Dosen Penguji II

**Rizman Hidayat, S.T., M.T
NID. 2024131197**

PERSETUJUAN AKHIR SKRIPSI ANALISI
PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE *LEAN CONSTRUCTION*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN FACTORY
KAWASAN PANBIL

Aldi Afrian Danu

Npm : 221070027

Pembimbing I

Tanda Tangan

Tanggal

Zures Gustiabani, B.Eng., M.Sc
NIDN. 1007089601

Pembimbing II

Imam Setiyohadi, S.T., M.T
NIDN. 1015127501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Riau Kepulauan

Dian Hastari Agustina, S.T., M.T
NIDN. 1028087405

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI
MENGUNAKAN METODE *LEAN CONSTRUCTION*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN FACTORY
KAWASAN PANBIL**

Aldi Afrian Danu

Npm : 221070027

No. Nama	NIDN	Tanda Tangan
1. <u>Zures Gustiabani, B.Eng., M.Sc</u> Pimpinan Sidang	1007089601	_____
2. <u>Dian Hastari Agustina, S.T.,M.T</u> Penguji I	1028087405	_____
3. <u>Rizman Hidayat, S.T., M.T</u> Penguji II	2024131197	_____

Mengetahui,

Dekann Fakultas Teknik
Universitas Riau Kepulauan

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Riau Kepulauan

Ir. Zaenal Arifin, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 1010116603

Dian Hastari Agustina, S.T.,M.T
NIDN. 1028087405

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aldi Afrian Danu
Nomor Induk Mahasiswa : 221070027
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul: *PENGOLAHAN LIMBAH KONSTRUKSI MENGGUNAKAN METODE LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK PEMBANGUNAN FACTORY KAWASAN PANBIL*, merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiat dan tidak pula, dituliskan oleh orang lain. Semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya cantumkan dengan benar pada bagian daftar pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan penyimpangan dan penyalahgunaan dalam proses penulisan dan penilitan ini, saya bersedia menerima konsekuensi untuk dinyatakan **TIDAK LULUS**. Saya juga bersedia menanggung segala konsekuensi hukum yang berkaitan dengan tindak plagiarisme ini sebagai kesalahan saya pribadi dan bukan tanggung jawab Universitas Riau Kepulauan

Batam 30 Juli 2026

Aldi Afrian Danu

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Pengolahan Limbah Konstruksi Menggunakan Metode *Lean Construction* pada Proyek Pembangunan Gedung *Factory* di Kawasan Panbil" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Sri Langgeng Ratnasari, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Riau Kepulauan.
2. Bapak Ir. Zaenal Arifin, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan.
3. Ibu Dian Hastari Agustina, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Riau Kepulauan.
4. Bapak Zures Gustiabani, B.Eng., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Imam Setyohadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Riau Kepulauan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Pimpinan beserta seluruh staf perusahaan yang telah memberikan izin, bantuan, dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di Proyek Pembangunan Gedung *Factory* di Kawasan Panbil.
8. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, semangat, serta dukungan moral maupun material kepada penulis.
9. Teman-teman Program Studi Teknik Sipil Universitas Riau Kepulauan yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pembaca, khususnya dalam bidang Teknik Sipil dan pengelolaan limbah konstruksi menggunakan metode *Lean Construction*.

Batam, 30 Juli 2026

Aldi Afrin Danu

221070027

ABSTRAK

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang menghasilkan limbah material dalam jumlah cukup besar selama proses pelaksanaan proyek. Limbah konstruksi yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pemborosan material, peningkatan biaya, keterlambatan waktu pelaksanaan, serta menurunkan efisiensi proyek. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang mampu mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan melalui penerapan metode *Lean Construction*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis limbah konstruksi yang dihasilkan, mengetahui jenis material yang paling dominan menghasilkan *waste*, serta menganalisis pengolahan limbah konstruksi menggunakan metode *Lean Construction* pada Proyek Pembangunan Gedung Factory di Kawasan Panbil. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, studi dokumen proyek, serta wawancara dengan pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Analisis dilakukan dengan menghitung *waste level* berdasarkan selisih antara volume material rencana dan volume material yang digunakan di lapangan, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya pemborosan berdasarkan prinsip *Lean Construction*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa material yang menghasilkan limbah konstruksi dengan tingkat *waste* yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil analisis *waste level*, material baja WF $300 \times 150 \times 6,6 \times 9$ memiliki nilai *waste level* tertinggi sebesar 2,8%. Faktor-faktor penyebab pemborosan yang ditemukan meliputi kesalahan pemotongan material, perubahan pekerjaan di lapangan, kurang optimalnya perencanaan penggunaan material, serta lemahnya pengendalian dan pengawasan selama pelaksanaan pekerjaan. Penerapan prinsip *Lean Construction* melalui peningkatan perencanaan material, pengawasan pekerjaan, koordinasi antar pihak, serta pemanfaatan kembali material yang masih layak digunakan dapat mengurangi pemborosan material dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek.

Kata Kunci: Limbah Konstruksi, *Waste Level*, *Lean Construction*, Waste Material, Proyek Factory.

ABSTRACT

The construction industry is one of the sectors that generates a significant amount of material waste during project execution. Poorly managed construction waste can lead to material losses, increased project costs, schedule delays, and reduced project efficiency. Therefore, an approach capable of identifying and minimizing waste through the implementation of the Lean Construction method is required. This study aims to identify the types of construction waste generated, determine the material that contributes the most to waste, and analyze construction waste management using the Lean Construction method in the Factory Building Construction Project at the Panbil Industrial Estate. This research employed a descriptive method with a qualitative approach. Data were collected through field observations, project document reviews, and interviews with personnel involved in the project. The analysis was conducted by calculating the waste level based on the difference between the planned material volume and the actual material volume used on site. Furthermore, the factors causing waste were identified based on the principles of Lean Construction. The results indicate that several construction materials generated different levels of waste. Based on the waste level analysis, WF 300 × 150 × 6.6 × 9 steel recorded the highest waste level at 2.72%. Meanwhile, in terms of its contribution to the total construction waste. The main factors contributing to material waste include inaccurate material cutting, changes in work during construction, inadequate material planning, and insufficient supervision and control during project execution. The implementation of Lean Construction principles through improved material planning, stricter supervision, better coordination among project stakeholders, and the reuse of reusable materials can effectively reduce material waste and improve project efficiency.

Keywords: Construction Waste, Waste Level, Lean Construction, Material Waste, Factory Construction Project.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI.....	ii
PERSETUJUAN AKHIR SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN.	iv
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	v
KATA PENGANTAR.	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Proyek Konstruksi	6
2.2. Karakteristik Proyek Konstruksi	7
2.3. Manajemen Proyek Konstruksi	8
2.4. Sumber Daya dalam Proyek Konstruksi	9
2.5. Limbah Konstruksi	9
2.6. Penyebab Timbulnya Limbah Konstruksi.....	11
2.7. <i>Lean Construction</i>	12
2.8. Hubungan <i>Lean Construction</i> dengan Pengurangan Limbah	13
2.9. Penelitian Terdahulu	15

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Diagram Alur Penelitian.....	19
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.3. Metode Pengumpulan Data	20
3.4. Metode Analisis Data	21
3.5. Instrumen Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Gambaran Umum Proyek	25
4.2. Identifikasi Material Penelitian	25
4.3. Perhitungan Volume Waste	26
4.4. Perhitungan Waste Level.	28
4.5. Faktor Penyebab Waste.....	30
4.6. Membandingkan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	34
BAB V PENUTUP	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Material Konstruksi	22
Tabel 4.1 Informasi Umum Proyek.....	25
Tabel 4.2 Material Konstruksi.....	26
Tabel 4.3 Perhitungan Volume Waste	27
Tabel 4.4 Perhitungan <i>Waste Level</i>	28
Tabel 4.5 Narasumber	30
Tabel 4.6 Faktor Penyebab Waste	31
Tabel 4.7 Presentase Penyebab <i>Waste</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Lokasi Panbil Industial Estate	20
Gambar 4.1	Diagram Waste Keseluruhan	29
Gambar 4.2	Digram Faktor Penyebab <i>Waste</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Wawancara	41
Lampiran 2	Data Wawancara	46
Lampiran 3	Material Waste	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Industri konstruksi di Indonesia termasuk pada proyek besar seperti pembangunan pabrik *factory* seringkali menghasilkan limbah konstruksi yang signifikan berupa sisa material beton, besi, kayu, dan lain-lain. Limbah konstruksi yang tidak terkelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pemborosan sumber daya, pembengkakan biaya, keterlambatan jadwal pelaksanaan, serta kerusakan lingkungan sekitar lokasi proyek. Selain itu, pengolahan limbah yang kurang efektif juga dapat mengurangi produktivitas dan mengganggu keseluruhan alur manajemen proyek. (Allo, G. L., & Bhaskara, I. P. 2022).

Dalam praktik manajemen konstruksi tradisional, limbah sering dipandang sebagai sesuatu yang tidak terelakkan dan hanya dikelola pada tahap akhir melalui pembuangan saja. Pendekatan ini tidak mempertimbangkan upaya sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengurangi sumber limbah sejak awal fase perencanaan dan pelaksanaan. Di sinilah peran *Lean Construction* menjadi penting untuk dipelajari dalam konteks pengelolaan limbah konstruksi. *Lean Construction* merupakan adaptasi dari prinsip *Lean* yang berasal dari *Lean Manufacturing* yang menekankan pengurangan pemborosan (*waste*), peningkatan nilai tambah, dan optimalisasi alur kerja dalam proses konstruksi. Prinsip *Lean* mencakup identifikasi *waste*, eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, dan peningkatan kinerja proyek secara menyeluruh. (Anggraini, R., Harpito, H., Siska, M., & Novitri, N. 2022)

Penerapan *Lean Construction* dalam studi-studi sebelumnya menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi, menekan pemborosan, serta meningkatkan kinerja proyek dari segi waktu, biaya, dan kualitas. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis umum *waste* atau implementasi *Lean* di berbagai tipe proyek bangunan, dan belum banyak yang secara khusus

menelaah pengolahan limbah konstruksi material pada proyek berskala industri seperti factory, terutama dengan konteks karakteristik sumber waste di proyek tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis bagaimana *Lean Construction* dapat diaplikasikan secara efektif dalam pengolahan limbah konstruksi pada proyek pembangunan *Factory Block D 07 & 08* di Panbil, karena proyek pembangunan *Factory Block D 07 & 08* memiliki penggunaan material dalam jumlah besar sehingga berpotensi menghasilkan limbah konstruksi yang cukup tinggi. Selain itu, proyek ini masih dalam tahap pelaksanaan sehingga memudahkan peneliti untuk melakukan observasi langsung terhadap sumber-sumber waste yang terjadi di lapangan. sehingga dapat memberikan rekomendasi strategi manajemen waste yang lebih efisien dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja jenis limbah konstruksi yang dihasilkan pada proyek *Factory 07 & 08* di panbil?
2. Jenis limbah apa yang paling dominan menimbulkan waste ?
3. Bagaimana Karakteristik waste material pada proyek *Factory Block D 07 & 08* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi jenis limbah konstruksi yang paling banyak dihasilkan pada proyek Pembangunan *Factory* dikawasan Panbil
2. Mengetahui jenis limbah yang menyebabkan waste pada proyek *Factory* dikawasan Panbil.
3. Menganalisis pengolahan limbah menggunakan metode *Lean Construction* pada proyek *Factory* di Kawasan Panbil.

1.4. Manfaat Penelitian.

Dalam penulisan penelitian ini dapat diharapkan dapat memberi manfaat baik, manfaat teoritis maupun manfaat praktis bagi peneliti maupun pembaca :

1. Manfaat Teoritis

Peneliti dapat menambah wawasan dan pengetahuan, khususnya mengenai pengolahan limbah konstruksi menggunakan metode *lean construction*.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Perusahaan.

Hasil ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam pengolahan limbah konstruksi agar lebih efisien dengan menerapkan metode *lean construction*.

b. Bagi Pembaca

Manfaat yang diharapkan bagi pembaca yaitu menjadikan penelitian ini sebagai referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya difokuskan pada pengolahan limbah konstruksi menggunakan metode *lean construction* pada Proyek Pembangunan *Factory Block D* yang berada di kawasan Panbil, dan penelitian ini hanya dalam kurun waktu kurang lebih 6 bulan, karena *schedule* pembangunan proyeknya 8 bulan, maka untuk pengumpulan data jenis limbah dan sumber pemborosan (*waste*) hanya sampai 6 bulan pembangunan.

Penelitian ini tidak menganalisis biaya yang dikeluarkan atau digunakan perusahaan untuk material, dan penelitian tidak menghitung biaya kerugian dari pemborosan (*waste*), dan hanya menghitung *waste* dari volume material yang dipesan dan terpakai.

Volume *waste* yang didapat hanya berdasarkan hasil perbandingan volume material yang terbeli / rencana dengan volume material yang terpakai dilapangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun dalam 3 (tiga) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan penjelasan umum teori-teori tentang pengolahan limbah konstruksi menggunakan metode *lean construction* hingga penjelasan lainnya yang berhubungan dengan topik tersebut.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang penjelasan metodologi penelitian, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian, mulai dari jenis penelitian, lokasi, bahan dan alat yang digunakan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian yang diperoleh di lapangan, meliputi gambaran umum proyek, identifikasi material penelitian, perhitungan waste level, identifikasi faktor penyebab waste berdasarkan hasil observasi dan wawancara, perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu, serta rekomendasi penerapan Lean Construction sebagai upaya mengurangi pemborosan material pada proyek pembangunan Factory di Kawasan Panbil.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya serta menjawab rumusan masalah dan tujuan

penelitian. Kesimpulan mencakup hasil identifikasi limbah konstruksi, tingkat *waste* material berdasarkan metode *Lean Construction*, faktor-faktor penyebab terjadinya *waste*, serta evaluasi penerapan *Lean Construction* pada proyek pembangunan *Factory* di Kawasan Panbil. Selanjutnya, pada bagian saran disampaikan rekomendasi yang ditujukan kepada pihak perusahaan sebagai upaya meningkatkan efektivitas pengelolaan limbah konstruksi dan efisiensi penggunaan material, serta saran bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian dengan metode, variabel, maupun objek penelitian yang lebih luas

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah kegiatan sementara yang melibatkan perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan untuk menghasilkan bangunan atau infrastruktur dengan sumber daya tertentu, batasan waktu, biaya, dan kualitas yang telah ditetapkan (Hughes & Champion, 2020).

Menurut Project Management Institute (2021), proyek konstruksi merupakan suatu usaha yang unik dan kompleks dengan tujuan menghasilkan produk fisik yang memenuhi kebutuhan pemilik dan pengguna akhir.

Berdasarkan pendapat para ahli, dapat disimpulkan bahwa proyek konstruksi adalah suatu rangka kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai suatu tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batas waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu membutuhkan sumber daya (*resource*) yaitu manusia (*man*), bahan bangunan (*material*), peralatan (*machine*), metode pelaksanaan (*methode*), uang (*monay*), informasi (*information*), dan waktu (*time*).

Bidang-bidang kehidupan manusia yang makin beragam menuntut jasa konstruksi, membangun proyek-proyek konstruksi sesuai dengan keragaman bidang tersebut, yang mana dalam proses konstruksi membutuhkan spesifikasi, keahlian, dan teknologi tertentu. Secara umum, jenis proyek konstruksi dapat di bagi menjadi 4 kategori, berikut 4 katagori tersebut :

1. Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (*Building Construction*).

Proyek konstruksi bangunan merupakan metode paling umum digunakan dalam jenis proyek konstruksi. Jenis bangunan ini mengedepankan pertimbangan konstruksi, teknologi praktis dan peraturan.

2. Proyek bangunan perumahan dan pemukiman (*Residential Construction*).

Residential construction adalah proyek Pembangunan perumahan atau pemukiman yang memberikan infrastruktur pendukung sekaligus sesuai dengan tahap perkembangan. Proyek konstruksi Pembangunan perumahan atau pemukiman jenis ini memang membutuhkan perencanaan yang

baik dan matang untuk infrastruktur yang ada seperti jalan, saluran air bersih, listrik, dan lain lain di lingkungan pemukiman.

3. **Proyek Konstruksi Rekayasa Berat (*Heavy Engineering Construction*).**

Heavy engineering construction adalah proses penambahan infrastruktur ke lingkungan binaan (built environment). Pemilik proyek (owner) biasanya adalah pemerintah pusat atau daerah. Dalam proyek ini, pertimbangan elemen desain, keuangan dan hukum tetap menjadi pertimbangan penting, walaupun proyek tersebut bersifat non-profit dan mengutamakan pelayanan publik (public services).

4. **Proyek Konstruksi Industri (*Industrial Construction*).**

Jenis proyek konstruksi ini biasanya merupakan proyek industri yang memerlukan spesifikasi dan persyaratan khusus, seperti industri berat/industri dasar, pertambangan, nuklir dan sebagainya. Perencanaan dan implementasi membutuhkan keahlian/teknologi yang tepat dan spesifik.

2.2. Karakteristik Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari kegiatan produksi pada umumnya. Karakteristik ini menyebabkan proyek konstruksi bersifat kompleks, dinamis, serta memiliki tingkat resiko yang relatif tinggi. Oleh karena itu pemahaman terhadap karakteristik proyek konstruksi sangat penting sebagai dasar dalam penerepan manajemen proyek yang efektif dan efisien.

2.2.1 Bersifat Sementara (*Temporary*)

Proyek konstruksi memiliki awal dan akhir yang jelas, berbeda dengan operasional bisnis yang berkelanjutan. Organisasi proyek dibentuk khusus dan akan dibubarkan setelah proyek selesai (Walker, 2020;)

2.2.2 Unik (*Unique*)

Setiap proyek memiliki kondisi spesifik dalam hal desain, lokasi, regulasi, dan tim pelaksana. Tidak ada dua proyek yang identik sepenuhnya (Turner & Zolin, 2018).

2.2.3 Multi-Stakeholder Involvement

Melibatkan banyak pihak dengan kepentingan berbeda: owner, kontraktor, konsultan, supplier, dan pemerintah. Koordinasi yang efektif menjadi penentu keberhasilan (Olanrewaju & Khamidi, 2022).

2.2.4 Tingkat Resiko Tinggi.

Konstruksi memiliki risiko teknis, finansial, keselamatan, dan lingkungan yang lebih tinggi dibanding sektor lain. Manajemen risiko yang proaktif sangat diperlukan (Zou et al., 2021).

2.2.5 Dibatasi Triple Constraint (Time – Cost – Quality)

Kinerja proyek dievaluasi berdasarkan keseimbangan antara waktu, biaya, dan kualitas. Perubahan satu aspek akan mempengaruhi lainnya (Larson & Gray, 2018).

2.2.6 Site-Based dan Dipengaruhi Lingkungan

Pelaksanaan terikat lokasi dengan faktor cuaca, geoteknik, dan sosial yang dinamis (Bryde et al., 2018)

2.2.7 Pada Sumber Daya dan Teknologi

Mebutuhkan tenaga kerja, material, peralatan, dan teknologi dalam skala besar dengan pengelolaan yang efisien (Dave et al., 2023).

2.3. Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian sumber daya proyek sejak awal hingga selesai dengan tujuan agar proyek dapat diselesaikan sesuai waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan (Ervianto, 2005).

Definisi ini menekankan bahwa manajemen proyek konstruksi bukan hanya mengawasi pekerjaan fisik, tetapi juga mengelola seluruh sumber daya dan proses agar tujuan proyek tercapai secara efektif dan efisien.

Berdasarkan pengertian tersebut, manajemen proyek konstruksi mencakup beberapa unsur utama, yaitu:

1. Proses yang berkesinambungan

Manajemen proyek dilakukan sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga penyelesaian proyek.

2. Pengelolaan sumber daya proyek

Sumber daya meliputi tenaga kerja, material, peralatan, biaya, dan waktu.

3. Berorientasi pada sasaran proyek

Sasaran utama proyek konstruksi dikenal sebagai segitiga proyek yaitu, Waktu, Biaya, Mutu

4. Pengendalian terhadap penyimpangan

Manajemen proyek bertujuan untuk meminimalkan keterlambatan, pemborosan, dan penurunan mutu pekerjaan.

2.4. Sumber Daya dalam Proyek Konstruksi

Sumber daya dalam proyek konstruksi merupakan seluruh input utama yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan proyek agar tujuan proyek dapat tercapai sesuai dengan rencana waktu, biaya, dan mutu. Sumber daya tersebut meliputi tenaga kerja, material, peralatan, dana, serta metode kerja yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Keberadaan dan pengelolaan sumber daya menjadi faktor penentu keberhasilan proyek konstruksi karena keterbatasan dan ketidakefisienan dalam penggunaannya dapat menyebabkan keterlambatan, pemborosan biaya, serta penurunan kualitas hasil pekerjaan (Soeharto, 1999).

Dalam praktiknya, proyek konstruksi sering menghadapi permasalahan pemborosan sumber daya, seperti kelebihan material, waktu tunggu tenaga kerja, penggunaan alat yang tidak optimal, serta aliran kerja yang tidak efisien. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya belum sepenuhnya efektif dan masih menghasilkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (non-value added activities). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan manajemen yang mampu meminimalkan pemborosan dan meningkatkan nilai bagi proyek.

2.5. Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi didefinisikan sebagai material buangan yang dihasilkan dari seluruh tahapan proyek konstruksi, mulai dari pembongkaran, pembangunan baru, renovasi, hingga perawatan bangunan (Lu et al., 2021). Menurut Ajayi et al. (2019), limbah konstruksi tidak hanya terbatas pada material sisa fisik, tetapi juga mencakup sumber daya yang terbuang seperti waktu, tenaga kerja, dan energi. Di Indonesia, limbah konstruksi menyumbang sekitar 20-30% dari total timbunan sampah di perkotaan, dengan komposisi dominan berupa beton, kayu, dan logam (Kementerian PUPR, 2022).

limbah material konstruksi mengacu pada bahan-bahan dari lokasi konstruksi yang tidak dapat digunakan untuk tujuan konstruksi dan harus dibuang karena alasan apapun. Limbah konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi yang berjumlah besar sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Bahan tersebut bisa berupa batu, beton, batu bara, atap, instalasi listrik dan lain sebagainya. Limbah material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*construction and demolition*).

2.5.1 Klasifikasi Limbah Konstruksi

Berdasarkan sumbernya, limbah konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama (Jin et al., 2019):

1. Limbah Pra-Konstruksi: Terjadi pada tahap perencanaan, disain, dan persiapan administrasi sebelum pelaksanaan fisik dilapangan dimulai, limbah ini bersifat non-fisik, tetapi dampaknya dapat memicu pemborosan material, waktu, dan biaya di tahap selanjutnya
 - a. Kesalahan spesifikasi
Spesifikasi teknis material atau metode kerja yang tidak jelas, tidak sesuai standar, atau tidak kompatibel dengan kondisi lapangan.
 - b. Perubahan desain mendadak
Modifikasi desain setelah dokumen tender disetujui, mengakibatkan penyesuaian ulang material, alat, dan jadwal
 - c. Pemilihan material tidak tepat.
Material yang dipilih tidak sesuai dengan fungsi, lingkungan, atau ketersediaan di pasaran, sehingga berpotensi menimbulkan sisa, kerusakan, atau pekerjaan ulang.
2. Limbah selama Konstruksi terjadi pada tahapan pelaksanaan fisik proyek, bersifat fisik dan operasional, serta paling mudah terlihat dan terukur di lapangan.
 - a. Sisa potongan material.
Potongan kayu, besi, baja, pipa, kabel, atau bahan finishing yang tidak terpakai akibat pemotongan yang tidak efisien.

- b. Kemasana material.
Plastik pembungkus, kardus, peti kayu, dan palet yang dibuang setelah material digunakan
 - c. Material rusak akibat penanganan buruk.
Material pecah, penyok, tergores, atau kontaminasi karena penyimpanan, pengangkutan, atau pemasangan yang kurang hati-hati
 - d. Pekerjaan ulang (*rework*).
Aktivitas membongkar atau memasang kembali akibat kesalahan pelaksanaan, ketidaksesuaian dengan spesifikasi, atau hasil kerja yang tidak memenuhi kualitas.
3. Limbah Pasca-Konstruksi terjadi saat pembongkaran atau renovasi, termasuk material bekas yang tidak dapat digunakan kembali.
- a. Material bekas yang tidak dapat digunakan kembali
Contoh dari material bekas yang tidak dapat digunakan kembali yaitu beton bekas, bata rusak, kaca pecah, material komposit yang sulit dipisahkan, dan bahan berlapis yang telah terkontaminasi
 - b. Material ini sering kali berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), karena sulit didaur ulang atau tidak bernilai ekonomi untuk digunakan kembali

2.5.2 Dampak Limbah Konstruksi

Dampak limbah konstruksi bersifat multidimensional (Tam et al., 2018):

1. Ekonomi: Pemborosan biaya material (5-15% dari total biaya proyek), biaya pembuangan, dan potensi denda lingkungan.
2. Lingkungan: Pencemaran tanah dan air, emisi karbon dari transportasi pembuangan, dan tekanan pada TPA.
3. Sosial: Gangguan terhadap masyarakat sekitar, risiko keselamatan kerja, dan citra buruk industri konstruksi.

2.6. Penyebab Timbulnya Limbah Konstruksi

Timbulnya limbah dalam pelaksanaan proyek konstruksi sebenarnya tidak diinginkan, akan tetapi setiap kegiatan yang dilakukan pasti akan

menghasilkan limbah, dalam jumlah yang sedikit ataupun yang besar. Muncul berbagai pertanyaan terkait apa sebenarnya yang menyebabkan terjadinya limbah pada proyek konstruksi, walaupun semua kegiatannya sudah direncanakan secara matang.

Menurut Suryanto (2005), Andiani (2011), dan Waluyo (2017) penyebab limbah konstruksi pada pelaksanaan konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Sisa pemotongan/kelebihan material.
2. Tidak ada perencanaan pemotongan material.
3. Kualitas material yang digunakan kurang baik sehingga mudah mengalami kerusakan.
4. Perilaku pekerja dilapangan yang keberatan memakai potongan-potongan sisa material.
5. Kesalahan/kecerobohan pekerja pada saat pelaksanaan di lapangan.
6. Material yang rusak/patah/tercecer.
7. Tidak adanya sistem manajemen limbah yang diterapkan pada proyek.
8. Alat yang digunakan tidak berfungsi.
9. Ketidaccakapan kontraktor dalam mengelola material yang tersedia.
10. Metode kerja yang kurang baik akibat pengetahuan yang dimiliki sangat minim, dll.

Dampak yang diberikan oleh limbah konstruksi terhadap lingkungan, membuat perlu adanya suatu pengelolaan limbah guna mengurangi dan meminimalisasi dampak yang dihasilkan tersebut.

2.7. *Lean Construction*

2.7.1 Sejarah dan Evolusi

Konsep Lean Construction pertama kali diperkenalkan oleh Lauri Koskela pada tahun 1992 melalui publikasi "*Application of the New Production Philosophy to Construction*". Filosofi ini mengadaptasi prinsip *Toyota Production System* dari industri manufaktur ke konteks konstruksi (Koskela et al., 2020). Perkembangan terbaru menuju *Lean Construction 4.0* mengintegrasikan teknologi digital seperti BIM, IoT, dan AI untuk optimasi lebih lanjut (Dave et al., 2025).

2.7.2 Prinsip Inti *Lean Construction*

Menurut Ballard & Howell (2019), terdapat 5 prinsip inti yang membedakan *Lean Construction* dari manajemen konvensional:

1. **Identifikasi Nilai (*Identify Value*)**
 - a. Nilai didefinisikan dari perspektif pelanggan akhir
 - b. Fokus pada aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value-adding activities*)
 - c. Eliminasi aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value adding*)
2. **Pemetaan Alur Nilai (*Map Value Stream*)**
 - a. Pemetaan menyeluruh seluruh alur proses dari desain hingga serah terima
 - b. Identifikasi bottleneck dan sumber pemborosan
 - c. Visualisasi alur material dan informasi
3. **Menciptakan Aliran (*Create Flow*)**
 - a. Memastikan kelancaran aliran kerja tanpa interupsi
 - b. Mengurangi *work-in-progress* dan penumpukan material
 - c. Standardisasi proses untuk mengurangi variabilitas
4. **Menerapkan Sistem Tarik (*Establish Pull*)**
 - a. Produksi berdasarkan permintaan aktual (*pull system*)
 - b. Menghindari produksi berlebih (*overproduction*)
 - c. Koordinasi real-time antara supplier dan pelaksana
5. **Menuju Kesempurnaan (*Seek Perfection*)**
 - a. Budaya perbaikan berkelanjutan (*Kaizen*)
 - b. Pembelajaran dari setiap proyek (*Lesson Learned*)
 - c. Pengukuran kinerja berkelanjutan

2.8. Hubungan *Lean Construction* dengan Pengurangan Limbah

2.8.1 Mekanisme Pengurangan Waste

Lean Construction mengurangi limbah melalui mekanisme sistematis (Bajjou et al., 2023):

1. Preventif: Mencegah timbulnya *waste* sejak awal melalui perencanaan matang dan desain optimal

2. Detektif: Mengidentifikasi *waste* secara dini melalui pemantauan berkelanjutan.
3. Korektif: Memperbaiki penyebab *waste* dan mencegah terulang kembali.

2.8.2 Delapan Jenis *Waste* dalam Konstruksi

Adaptasi dari 7 *waste* manufacturing dengan penambahan 1 *waste* khusus konstruksi:

1. *Overproduction*: Produksi/order material melebihi kebutuhan, menyebabkan penumpukan, meningkatnya biaya penyimpanan, serta berpotensi kerusakan material sebelum digunakan
 - a. Contoh: Pengecoran beton melebihi volume yang dibutuhkan.
 - b. Solusi Lean: Implementasi JIT dan sistem pull.
2. *Waiting*: Waktu menganggur yang dialami pekerja, alat, maupun material akibat menunggu proses lain selesai, Semakin lama *waiting* terjadi maka produktivitas proyek akan semakin menurun.
 - a. Contoh: Pekerja menunggu gambar revisi atau material datang.
 - b. Solusi Lean: LPS untuk koordinasi real-time.
3. *Transportation*: perpindahan material, alat, atau pekerja yang berlebihan sehingga tidak memberikan nilai tambah terhadap pekerjaan konstruksi
 - a. Contoh: Material dipindahkan berkali-kali di site.
 - b. Solusi Lean: Site layout planning dengan 5S.
4. *Overprocessing*: merupakan aktivitas yang dilakukan secara berlebihan dibandingkan standar pekerjaan sehingga tidak meningkatkan kualitas hasil pekerjaan.
 - a. Contoh: Inspeksi berulang yang tidak perlu.
 - b. Solusi Lean: Standardisasi prosedur kerja.
5. *Inventory*: Merupakan penumpukan material yang jumlahnya melebihi kebutuhan pekerjaan saat itu
 - a. Contoh: Material disimpan berbulan-bulan sebelum dipakai.
 - b. Solusi Lean: Sistem kanban dan JIT.
6. *Motion*: Motion merupakan pergerakan pekerja maupun alat yang tidak efisiensi selama proses pekerjaan berlangsung.
 - a. Contoh: Mencari alat atau material yang tidak tertata

- b. Solusi Lean: Penerapan 5S di lokasi kerja
- 7. *Defects*: Hasil pekerjaan yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga harus diperbaiki (*Rework*) atau bahkan dibongkar
 - a. Contoh: Beton retak atau struktur tidak sesuai spesifikasi
 - b. Solusi Lean: Quality at source dan continuous inspection
- 8. *Unused Talent*: Merupakan pemborosan yang terjadi karena kemampuan, pengalaman, ide, maupun kreativitas tenaga kerja tidak dimanfaatkan secara optimal
 - a. Contoh: Pekerja tidak dilibatkan dalam improvement process
 - b. Solusi Lean: *Employee empowerment* dan suggestion system

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa delapan jenis waste merupakan sumber utama pemborosan dalam proyek konstruksi. Identifikasi dan pengendalian terhadap setiap jenis *waste* menjadi langkah penting dalam penerapan *Lean Construction* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan material, mengurangi biaya proyek, mempercepat waktu pelaksanaan, serta meningkatkan kualitas pekerjaan. Pada penelitian ini, kedelapan jenis waste tersebut dijadikan indikator dalam proses observasi dan wawancara guna mengetahui jenis *waste* yang paling dominan pada Proyek Pembangunan *Factory Block D07 & D08* di Kawasan Panbil.

2.9. Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan peneliti.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Judul penelitian	Hasil penelitian
1.	Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019)	Science Mapping Approach to Analyzing Global Research on Construction Waste Management	1. Klasifikasi limbah konstruksi meliputi limbah pra-konstruksi, konstruksi, dan pasca-konstruksi. 2. Pendekatan lean construction masuk dalam topik riset utama pengelolaan limbah konstruksi.

No	Penelitian	Judul penelitian	Hasil penelitian
			3. Integrasi lean dengan circular economy berpotensi mengurangi limbah hingga 50%.
2.	Bahtiar, B. (2020)	Evaluasi Waste dengan Penerapan Lean Construction pada Proyek Jalan Tol	1. Waste terbesar pada proyek jalan tol adalah waktu menunggu dan pekerjaan ulang. 2. Penyebab waste berasal dari koordinasi yang kurang efektif dan keterlambatan pengambilan keputusan. 1. Lean construction dapat menekan pemborosan dan memperbaiki kinerja proyek.
3.	Alves, T. C. L., & Almeida, R. S. (2020)	A Meta-Analysis of Lean Construction Impacts on Project Performance	1. Rata-rata pengurangan waste material mencapai 25-40% dengan penerapan lean construction. 2. Peningkatan produktivitas berkisar 15-30% pada proyek yang menerapkan lean tools. 3. Efektivitas lean construction dipengaruhi oleh komitmen manajemen dan pelatihan tim.
4.	Susanti, E., & Suropto, S. (2021)	Evaluasi Waste dan Implementasi Lean Construction pada Proyek Gedung Kampus	1. Ditemukan waste berupa material rusak, kelebihan stok, dan pekerjaan ulang. 2. Waste berdampak pada pembengkakan biaya dan keterlambatan proyek. 3. Lean construction berperan dalam mengurangi waste dan

No	Penelitian	Judul penelitian	Hasil penelitian
			meningkatkan efektivitas pelaksanaan proyek.
5.	Anggraini, R., Harpito, H., Siska, M., & Novitri, N. (2022)	Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study of Construction Projects in Indonesia	2. Lean construction efektif dalam mengidentifikasi aktivitas non-value added pada proyek konstruksi. 3. Waste dominan yang ditemukan meliputi waiting, defect, dan unnecessary motion. 1. Implementasi lean construction meningkatkan produktivitas dan efisiensi proyek.
6.	Prisilia, P., & Purnomo, A. (2023)	Lean Construction Approach to Material Waste in the Construction Project of Elementary School Building	2. Waste material paling dominan berupa sisa material dan kerusakan material. 3. Faktor penyebab waste berasal dari kesalahan perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan. 1. Pendekatan lean construction mampu mengoptimalkan penggunaan material dan mengurangi limbah konstruksi.
7.	Bajjou, M. S., Chafi, A., & En-Nadi, A. (2023)	Identifying and Assessing Construction Waste in Industrial Projects Using Lean Principles	1. Identifikasi waste material pada proyek industri meliputi sisa baja, bekisting, dan material kemasan. 2. Lean principles membantu dalam pemetaan alur material dan pengurangan inventory waste 3. Rekomendasi sistem pull dan JIT efektif mengurangi penumpukan material.

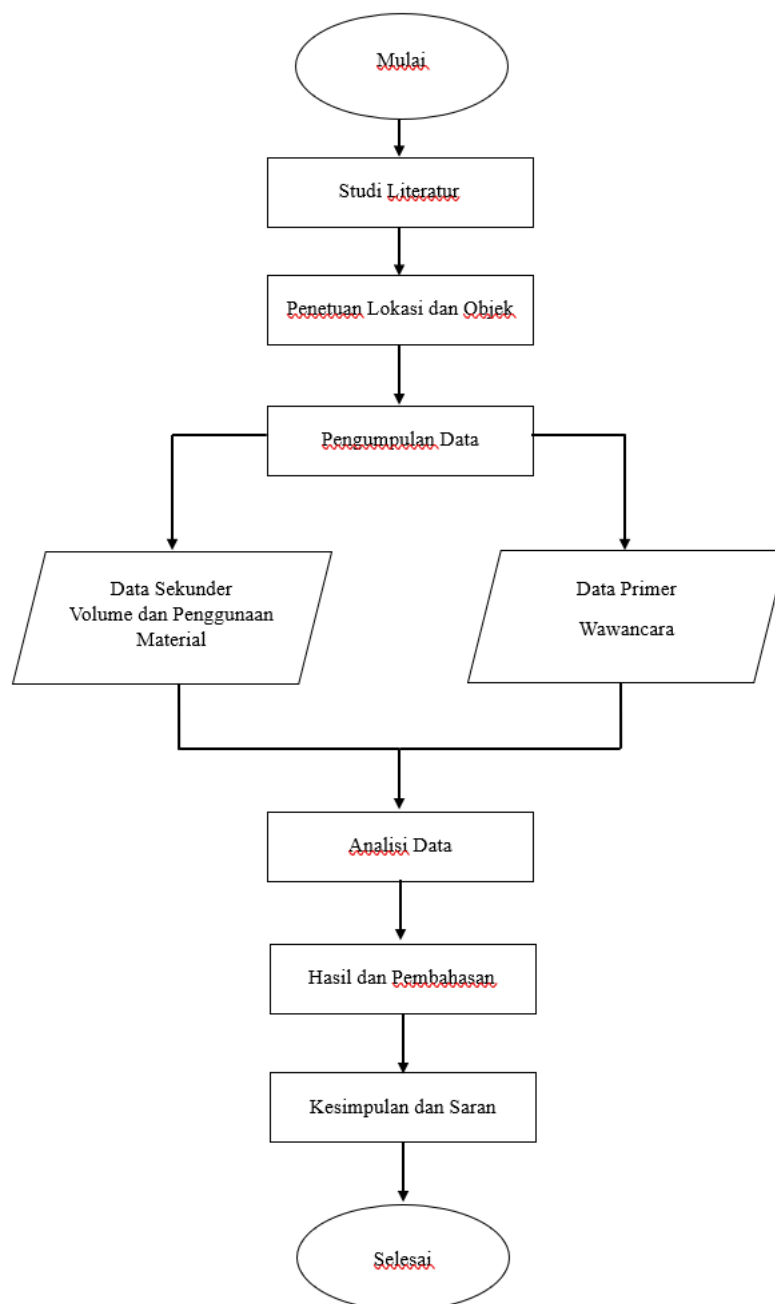
No	Penelitian	Judul penelitian	Hasil penelitian
8.	Dave, B., Koskela, L., & Sacks, R. (2025)	Lean Construction 4.0: Integrating Digital Technologies for Waste Reduction	2. Integrasi BIM, IoT, dan AI dalam lean construction dapat mendeteksi dan mengurangi waste material secara real-time. 3. Teknologi digital meningkatkan akurasi perencanaan material dan mengurangi overproduction. 3. Implementasi Lean 4.0 meningkatkan transparansi dan kontrol terhadap aliran material di lokasi proyek.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian tahapan yang tersusun secara berurutan. Tahapan-tahapan tersebut dijalankan mulai dari tahap awal hingga tahap akhir penelitian. Berikut tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini:



3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Panbil Industial Estate, yang berlokasi di Jl. Ahmad Yani-Komplek Panbil Industri, Muka Kuning, Kec. Sei Beduk, Kota Batam, Kepulauan Riau, yaitu proyek Pembangunan Factory, pemilihan lokasi ini didasrkan pada pertimbangan bahwa kawasan industri di Panbil memiliki karakteristik yang relevan dengan fokus penelitian tersebut. Untuk lebih jelas mengenai daerah dan lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini,



Gambar 3.1 Lokasi Panbil Industial Estates

(Sumber : Google Earth, 2026)

Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa garis berwarna merah merupakan lokasi penelitian pada Proyek pembangunan Factory Block D 07 & 08, dan pada garis biru merupakan Kawasan Industiral Panbil.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan menggunakan pendekatan kualitatif, yang bertujuan untuk memahami secara mendalam kondisi langsung di lapangan terkait pemborosan (waste) pada proyek Pembangunan Factory di Kawasan panbil, pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data skunder, agar diperoleh gambaran yang menyeluruh.

3.3.1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui wawancara langsung dengan pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi di lapangan, seperti pelaksana proyek dan mandor. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai jenis limbah yang paling sering muncul serta penyebab terjadinya pemborosan selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen proyek berupa data keutuhan material dan penggunaan material, serta dokumen pendukung lainnya. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi jumlah penggunaan material dan potensi pemborosan yang terjadi di lapangan.

3.4. Metode Analisis Data

3.4.1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan sebagai salah satu metode pengumpulan data yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis tingkat pemborosan (*waste*) material konstruk sevara langsung di lokasi proyek, melalui observasi ini, penelitian dapat memperoleh data mengenai kondisi actual dilapangan, termasuk aktivitas pelaksanaan pekerjaan, alur distribusi material, serta potensi penyebab terjadinya pemborosan. Teknik ini memungkinkan peneliti mencatat temuan secara sistematis dan objektif, serta memberikan gambaran yang komprehensif mengenai efisiensi penggunaan material di lokasi proyek.

3.1 Tabel Material Konstruksi

No	Material
1.	Concrete K-300 Ready-mix
2.	Concrete K-175 Ready-mix
3.	Besi Beton Ø20
4.	Besi Beton Ø16
5.	Besi Beton Ø10
6.	Besi Beton Ø8
7.	Plat Besi 25mm
8.	Plat Besi 16mm
9.	Plat Besi 12mm
10.	Plat Besi 10mm
11.	Hollow SHS 4" x 4"
12.	Hollow SHS 2" x 2"
13.	Baja WF 600 x 200 x 12 x 20
14.	Baja WF 450 x 200 x 9 x 14
15.	Baja WF 400 x 200 x 8 x 13
16.	Baja WF 300 x 150 x 6.6 x 9
17.	Baja WF 250 x 125 x 5 x 8
18.	Purlin CNP 200 x 75 x 20 x 3.2
19.	Purlin CNP 125 x 66 x 20 x 3
20.	Metal Roof 0.45mm + ISOFLEX Premium A8

3.4.2. Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik pengumpulan data kualitatif yang dilakukan melalui interaksi langsung antara peneliti dan narasumber, dengan tujuan memperoleh data yang mendalam dan komprehensif. Teknik ini dipilih untuk menggali informasi yang tidak dapat diperoleh melalui metode lain, seperti kuesioner. Terutama yang berkaitan dengan pandangan subjektif, pengalaman

pribadi, serta interpretasi informasi terhadap fenomena yang diteliti.

Dalam proses ini, peneliti berperan aktif sebagai instrumen utama yang mengarahkan percakan, sembari tetap menjaga objektivitas dan etika penelitian. Wawancara dilakukan dengan beberapa narasumber yaitu, mandor, pengawas lapangan kontraktor, pengawas lapangan konsultan dan inspektor owner.

3.4.3. Analisis Waste Level

Analisis waste level digunakan untuk mengetahui volume waste dari masing masing material yang sudah diperoleh dari indetifikassi material.

Waste level = (volume waste : volume kebutuhan material) x 100%

Dimana :

- Volume waste : Volume material terpakai – volume material terpasang
- Volume kebutuhan material : Volume kebutuhan material yang ditinjau.

3.5. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri (*human instrument*). Untuk menjaga fokus dan keakuratan pengumpulan data, digunakan beberapa instrumen pendukung:

1. **Lembar Checklist Observasi:** Berisi indikator 8 jenis waste dalam *Lean Construction* (*Overproduction, Waiting, Transportation, Overprocessing, Inventory, Motion, Defects, Unused Talent*) yang akan diamati di lapangan.
2. **Panduan Wawancara (Interview Guide):** Berisi sejumlah pertanyaan panduan yang fleksibel, mencakup: identifikasi jenis limbah, estimasi volume, faktor penyebab, dampak, dan pengetahuan tentang prinsip *Lean*.

3. **Tabel Identifikasi Material dan Waste:** Format tabel untuk mencatat jenis material, volume rencana, volume pengadaan material, volume terpakai, volume terpasang, dan selisih sebagai volume *waste*.
4. **Alat Dokumentasi:** Kamera digital atau smartphone untuk merekam bukti visual.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembangunan *Factory Block D07 & D08* merupakan proyek pembangunan gedung industri yang berlokasi di Kawasan Panbil Industrial Estate, Kota Batam, Kepulauan Riau. Proyek ini dipilih sebagai objek penelitian karena masih berada pada tahap pelaksanaan sehingga memungkinkan dilakukan observasi secara langsung terhadap penggunaan material konstruksi serta identifikasi limbah konstruksi yang terjadi selama proses pembangunan.

4.1.1 Profil Proyek

Tabel 4.1 Informasi Umum Proyek

No	Urian	Keterangan
1	Nama Proyek	Pembangunan Factory Block D 07 & 08
2	Jenis Bangunan	Gedung Factory
3	Lokasi	Kawasan Panbil Industrial Estate, Batam
4	Owner	Panbil Grup
5	Kontraktor Pelaksana	PT. Cahaya Karya Bhakti
6	Konsultan Pengawas	PT. Harapan Jaya Sentosa
7	Konsultan Perencana	PT. Harapan Jaya Sentosa
8	Durasi Proyek	5 Bulan
9	Tahu Pelaksanaan	2025
10	Status Proyek	Sudah Selesai diKerjakan

4.2 Identifikasi Material Penelitian

Dalam melakukan identifikasi material, pertama kali yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi pekerjaan yang mengandung material dari data perencanaan dan laporan pekerjaan harian. Material yang digunakan dalam proyek pembangunan *Factory Block D 07 & 08* yaitu:

Tabel 4.2 Material Konstruksi

No	Material	Ket
1.	<i>Concrete K-300 Ready-mix</i>	Pondasi, Slab Lantai & Jalan
2.	<i>Concrete K-175 Ready-mix</i>	Lantai Kerja
3.	Besi Beton Ø20	Top Bar Ground Beam
4.	Besi Beton Ø16	Main Bar Pondasi & Coloumn
5.	Besi Beton Ø10	Stirrup Ground Beam & Coloumn
6.	Besi Beton Ø8	Stirrup Coloumn Praktirs
7.	Plat Besi 25mm	Base Plate Baja
8.	Plat Besi 16mm	Base Plate Baja
9.	Plat Besi 12mm	End Plate Baja
10.	Plat Besi 10mm	End Plate CNP
11.	Hollow SHS 4" x 4"	Rangka Talang
12.	Hollow SHS 2" x 2"	Rangka Talang
13.	Baja WF 600 x 200 x 12 x 20	Coloumn & Rafter
14.	Baja WF 450 x 200 x 9 x 14	Coloumn & Beam
15.	Baja WF 400 x 200 x 8 x 13	Coloumn & Beam
16.	Baja WF 300 x 150 x 6.6 x 9	Beam
17.	Baja WF 250 x 125 x 5 x 8	Beam
18.	CNP 200 x 75 x 20 x 3.2	Purlin
19.	CNP 125 x 66 x 20 x 3	Purlin
20.	Metal Roof 0.45mm + ISOFLEX Premium A8	Roof

4.3 Perhitungan Volume Waste

Volume *waste* merupakan jumlah limbah konstruksi material yang dihasilkan dari suatu pekerjaan konstruksi dalam satuan volume, biasanya dinyatakan dalam m³ (meter kubik).

Dalam analisis penelitian ini data waste yang digunakan untuk perhitungan volume waste diambil dari data volume perhitungan pembelian / perencanaan material – volume perhitungan material yang terpakai, baik volume sisa tersebut digunakan kembali, dibuang ataupun dijual.

Adapun hasil perhitungan volume waste yang ada pada proyek pembangunan *Factory Block D 07 & 08* dapat di lihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Perhitungan Volume Waste

No	Material	Satuan	Volume Terbeli / Rencana	Volume Terpakai	Volume Waste (a-b)
1.	Concrete K-300 Ready-mix	M ³	1.048,4	1.038,94	9,46
2.	Concrete K-175 Ready-mix	M ³	10,899	10,760	1,39
3.	Besi Beton Ø20	Kg	3.255,64	3.208,66	46,98
4.	Besi Beton Ø16	Kg	1.643,11	1.634,00	9,11
5.	Besi Beton Ø10	Kg	1.465,35	1.460,27	5,08
6.	Besi Beton Ø8	Kg	930,46	922,46	8
7.	Plat Besi 25mm	Kg	1.200,25	1.177,50	22,75
8.	Plat Besi 16mm	Kg	2.435,27	2.428,27	7
9.	Plat Besi 12mm	Kg	300,23	294,00	6,23
10.	Plat Besi 10mm	Kg	236,90	235,50	1,4
11.	Hollow SHS 4" x 4"	Kg	4.972,25	4.935,92	36,33
12.	Hollow SHS 2" x 2"	Kg	7.635,49	7.621,97	13,52
13.	Baja WF 600 x 200 x 12 x 20	Kg	82.325,82	81.532,32	793,5
14.	Baja WF 450 x 200 x 9 x 14	Kg	42.576,11	42.395,99	180,12
15.	Baja WF 400 x 200 x 8 x 13	Kg	30.335,71	30.210,25	125,46
16.	Baja WF 300 x 150 x 6.6 x 9	Kg	10.539,52	10.244,21	295,31
17.	Baja WF 250 x 125 x 5 x 8	Kg	12.320,70	12.077,05	243,65
18.	CNP 200 x 75 x 20 x 3.2	Kg	45.085,44	44.982,71	102,73
19.	CNP 125 x 66 x 20 x 3	Kg	400,00	400,00	0
20.	Metal Roof 0.45mm + ISOFLEX Premium A8	M ²	4.600.00	4.578.00	22.00

Dapat dilihat dari tabel 4.3 volume waste dari 20 Material yang ada pada pekerjaan pembangunan *Factory* Blok D 07 & 08 ada beberapa item yang hampir tidak ada waste bahkan sampai tidak ada waste, yaitu CNP 125x66x20x3, Besi beton Ø8 mm, plat besi 16,12, dan plat 10mm, dan yang paling tinggi menghasilkan waste Baja wf 600 x 200 x 12 x 20. Selanjutnya perhitungan waste level baru dapat dilanjutkan

4.4 Perhitungan Waste Level

Berdasarkan hasil perhitungan keseluruhan volume material yang digunakan maka waste level dihitung dengan persamaan seperti berikut :

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Volume Waste}}{\text{Volume Kebutuhan Material}} \times 100\%$$

Dimana = Vol. Rencana - Vol. Terpakai dilapangan

$$\begin{aligned}\text{Concretet K300} &= 1048.38 \text{ m}^3 - 1038.944 \text{ m}^3 \\ &= 9.435 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Jadi untuk perhitungan waste level seperti perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Concretet K300} &= \frac{9.435}{1048.38} \times 100\% \\ &= 0.899\%\end{aligned}$$

Tabel 4.4 Waste Level

No	Material	Satuan	Volume Terbeli / Rencana	Volume Waste	Waste Level %
1.	<i>Concrete K-300 Ready-mix</i>	M ³	1.048,4	9,46	0.899%
2.	<i>Concrete K-175 Ready-mix</i>	M ³	10,899	1.39	1.275%
3.	Besi Beton Ø20	Kg	3.255,64	46,98	1.51%
4.	Besi Beton Ø16	Kg	1.643,11	9,11	0.55%
5.	Besi Beton Ø10	Kg	1.465,35	5,08	0.35%
6.	Besi Beton Ø8	Kg	930,46	8	0.86%
7.	Plat Besi 25mm	Kg	1.200,25	22,75	1.90%
8.	Plat Besi 16mm	Kg	2.435,27	7	0.29%
9.	Plat Besi 12mm	Kg	300,23	6,23	2.08%
10.	Plat Besi 10mm	Kg	236,90	1,4	0.59%

No	Material	Satuan	Volume Terbeli / Rencana	Volume Waste	Waste Level %
11.	Hollow SHS 4" x 4"	Kg	4.972,25	36,33	0.73%
12.	Hollow SHS 2" x 2"	Kg	7.635,49	13,52	0.18%
13.	Baja WF 600 x 200 x 12 x 20	Kg	82.325,82	793,25	0.97%
14.	Baja WF 450 x 200 x 9 x 14	Kg	42.576,11	180,12	0.42%
15.	Baja WF 400 x 200 x 8 x 13	Kg	30.335,71	125,46	0.41%
16.	Baja WF 300 x 150 x 6.6 x 9	Kg	10.539,91	295,31	2.8%
17.	Baja WF 250 x 125 x 5 x 8	Kg	12.320,45	243,65	1.98%
18.	CNP 200 x 75 x 20 x 3.2	Kg	23.120,14	102.73	0.83%
19.	CNP 125 x 66 x 20 x 3	Kg	135.5	0	0%
20.	Metal Roof 0.45mm + ISOFLEX Premium A8	M ²	4.600.00	22.00	0.48%

Dapat dilihat dari tabel 4.4 *waste level* dari 20 Material yang ada pada pekerjaan pembangunan *Factory* Blok D 07 & 08 ada beberapa item yang hampir 3 item dengan *waste level* nya yang tinggi, yang pertama Baja WF 300 x 150 x 6 x 9 dengan *waste level* nya yaitu 2.8%, kemudian Plat Besi 12mm dan Baja WF 250 x 125 x 5 x 8. Dan untuk *waste* yang terendah ada pada CNP 125 x 66 x 20



Gambar 4.1 Diagram *Waste Level*

Dapat dilihat pada diagram *Waste level* yaitu diagram 4.1, untuk volume tertinggi ada pada Baja WF 300 x 150 x 6 x 9, kemudian dia lanjut dengan Plat besi 12 mm, kemudia ke Baja WF 250 x 125 x 5 x 8 dan seterusnya.

4.5 Faktor Penyebab *Waste* Dengan Wawancara.

Pada penelitian ini untuk identifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *waste* dilakukan dengan wawancara dengan beberapa pekerja di lapangan.

Berikut beberapa orang yang diwawancari dalam penelitian ini dapat di lihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Narasumber

No	Nama	Posisi Pekerjaan
1	Fahrian	Project Manager
2	Akhmad Rokhan	Admin Project
3	Satria Harianto	Supervisor
4	Baharudin	Mandor
5	Imam	Mandor

Berdasarkan Hasil wawancara dengan sejumlah pekerja, diperoleh beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya *waster* material seperti table 4.6.

Tabel 4.6 Faktor Penyebab Waste.

No	Pekerjaan	Lean Construction						
		Defect (Kerusakan)	Over Production (Produksi Berlebih)	Over Prosesing (Proses Berlebihan)	Transportation (Trasnportasi)	Waiting (Menunggu)	Motion (Perpindahan)	Inventory (Penyimpanan)
1	Concrete K-300 Ready-mix	-	-		✓	✓	✓	-
2	Concrete K-175 Ready-mix	-	-		✓	✓	✓	-
3	Besi Beton Ø20	-	-	✓	-	✓	✓	-
4	Besi Beton Ø16	-	-	✓	-	✓	✓	-
5	Besi Beton Ø10	-	-	✓	-	✓	✓	-
6	Besi Beton Ø8	-	-	✓	-	✓	✓	-
7	Plat Besi 25mm	-	-	✓	-	✓	✓	-
8	Plat Besi 16mm	-	-	✓	-	✓	✓	-
9	Plat Besi 12mm	-	-	✓	-	✓	✓	-
10	Plat Besi 10mm	-	-	✓	-	✓	✓	-
11	Hollow SHS 4" x 4"	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
12	Hollow SHS 2" x 2"	-	✓	✓	-	✓	✓	-
13	Baja WF 600 x 200 x 12 x 20	-	-	✓	✓	✓	✓	-
14	Baja WF 450 x 200 x 9 x 14	-	-	✓	✓	✓	✓	-
15	Baja WF 400 x 200 x 8 x 13	-	✓	✓	-		✓	-
16	Baja WF 300 x 150 x 6.6 x 9	-	✓	✓	-	✓	✓	-
17	Baja WF 250 x 125 x 5 x 8	-	✓	✓	-	✓	✓	-
18	CNP 200 x 75 x 20 x 3.2	-	-	-	-	-	-	-
19	CNP 125 x 66 x 20 x 3	-	-	-	-	-	-	-
20	Metal Roof 0.45mm + ISOFLEX Premium A8	-	-	✓	-	-	-	-

Berdasarkan table 4.7 dapat diidentifikasi berbagai faktor yang menyebabkan munculnya waste material di lokasi proyek. Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya waste di lokasi proyek yaitu

1. *Over Production*, terjadi karena disebabkan adanya produksi material yang berlebih dari pada perencanaan dan melakukan pekerjaan yang melebihi dari volume pekerjaan yang sudah direncanakan.
2. *Over Processing*, terjadi karena disebabkan oleh pekerja yang melakukan pekerjaan yang berulang-ulang.
3. *Transportation*, terjadi karena disebabkan oleh rute pengiriman material yang jauh dan melakukan pemindahan alat dan material yang berulang.
4. *Waiting*, terjadi karena disebabkan menunggu instruksi pekerjaan, alat, material dan lokasi pekerjaan.
5. *Motion*, disebabkan karena manuver alat berat berlebih di lokasi, para pekerja yang berjalan hanya untuk mengambil material atau alat yang digunakan.

Setelah melakukan wawancara dapat diketahui faktor-faktor penyebab waste pada proyek pembangunan *Factory Block D 07 & 08*, adapun hasil yang telah dirangkum pada table 4.7 dimana itu adalah point – point dari beberapa pertanyaan diajukan kepada narasumber dengan jumlah point point keseluruhan setiap kategori.

$$\text{Bobot Kumaltif} = \frac{\text{Total Point Faktor}}{\text{Total Point Keseluruhan}} \times 100\%$$

Total point faktor adalah point yang didapat dari hasil wawancara

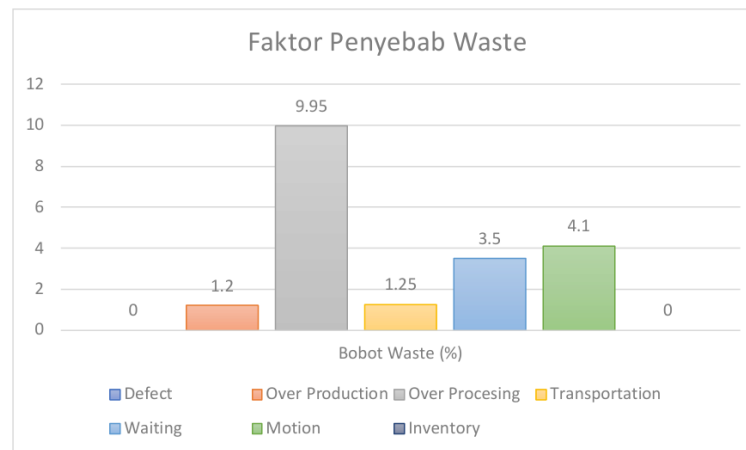
Total point keseluruhan adalah jumlah keseluruhan point

Dimana :

$$\text{Bobot Komulatif Over Production} = \frac{24}{7000} \times 100\%$$

Tabel 4.7 Presentase Penyebab *Waste*

No	Nama	Lean Construction						
		Defect	Over Production	Over Prosesing	Transportation	Waiting	Motion	Inventry
		(Kerusakan)	(Produksi Berlebih)	(Proses Berlebihan)	(Transportasi)	(Menunggu)	(Menunggu)	(Penyimpanan)
1	FAHRIAN	0	4	44	7	14	14	0
2	AKHMAD ROKHAN	0	4	44	5	22	22	0
3	SATRIAN HARIANTO	0	7	40	8	21	21	0
4	BAHARUDIN	0	7	39	2	10	22	0
5	IMAM	0	2	32	3	3	3	0
Total		0	24	199	25	70	82	0
Bobot Waste (%)		0	1.2	9.95	1.25	3.5	4.1	0



Gambar 4.2 Digram Faktor Penyebab *Waste*.

Dapat dilihat dari gambar digram 4.2 faktor *waste* paling besar adalah *Over Procesing* sebesar 9.95% dan yang paling rendah atau tidak ada faktor *waste* adalah *Defect* dan *Inventory*.

Over Procesing menjadi faktor paling besar dikarenakan pengukuran, pemotongan, penyesuaian, pemeriksaan, dan pengerjaan ulang yang dilakukan selama proses pelaksanaan pekerjaan. Selain itu, penyesuaian antara gambar kerja dengan kondisi aktual di lapangan juga dapat menyebabkan bertambahnya tahapan pekerjaan.

4.6 Membandingkan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil analisis *waste level* pada proyek Pembangunan *Factory* Block D07 & D08 di Kawasan Panbil, diketahui bahwa seluruh material konstruksi mengalami pemborosan (*waste*) dengan tingkat yang berbeda-beda. Material yang memiliki *waste level* tertinggi yang di dapat dari *waste* keseluruhan pertama Baja WF 300 x 150 x 6 x 9 dengan *waste level* nya yaitu 2.8%, kemudian Plat Besi 12mm dan Baja WF 250 x 125 x 5 x 8. Dan untuk *waste* yang terendah ada pada CNP 125 x 66 x 20 yaitu 0%, yang menunjukkan penggunaan material sangat efisien.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemborosan material pada proyek lebih banyak terjadi pada material baja dan plat besi. Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh proses pemotongan material yang mengikuti ukuran desain, perubahan kebutuhan di lapangan, serta sisa potongan material yang tidak dapat dimanfaatkan kembali. Selain itu, penggunaan baja profil memerlukan proses fabrikasi sehingga menghasilkan sisa material yang lebih besar dibandingkan material lainnya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ilo dan Bhaskara (2022) yang menyatakan bahwa *waste material* pada proyek konstruksi umumnya berupa sisa material, kerusakan material, dan pekerjaan ulang akibat kurang optimalnya pengendalian material. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa penerapan *Lean Construction* mampu mengurangi pemborosan melalui pengelolaan material yang lebih baik.

Temuan penelitian ini juga memiliki kesamaan dengan penelitian Prisilia dan Purnomo (2023) yang menemukan bahwa *waste material* paling dominan berasal dari sisa pemotongan material dan kesalahan pelaksanaan pekerjaan. Pada proyek yang diteliti, pemborosan terbesar juga terjadi pada material baja yang memerlukan proses pemotongan sesuai ukuran gambar kerja sehingga menghasilkan sisa material yang tidak dapat digunakan kembali.

Selanjutnya, penelitian ini mendukung hasil penelitian Anggraini dkk. (2022) yang menyatakan bahwa penerapan *Lean Construction* mampu mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*), seperti *waiting*, *overproduction*, *transportation*, *overprocessing*, *defects*, *motion*, dan *inventory*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada proyek ini, beberapa jenis *waste* tersebut juga ditemukan sebagai penyebab terjadinya pemborosan material selama pelaksanaan proyek.

Jika dibandingkan dengan penelitian Bahtiar (2020), terdapat perbedaan pada jenis *waste* yang paling dominan. Penelitian Bahtiar menunjukkan bahwa *waste* terbesar berasal dari waktu menunggu (*waiting*) dan pekerjaan ulang (*rework*), sedangkan pada penelitian ini pemborosan lebih dominan disebabkan oleh penggunaan material baja dan proses pemotongan material yang menghasilkan sisa potongan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik proyek yang berbeda, di mana penelitian Bahtiar dilakukan pada proyek jalan tol, sedangkan penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung industri (*factory*).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa prinsip *Lean Construction* masih sangat relevan diterapkan pada proyek pembangunan *Factory Block D07 & D08*. Pengendalian material melalui penerapan metode 5S, *Just In Time*, *Material Control*, *Daily Monitoring*, dan *Last Planner System* diyakini mampu mengurangi tingkat pemborosan material sehingga efisiensi penggunaan material dapat ditingkatkan serta biaya proyek dapat ditekan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Pengolahan Limbah Konstruksi Menggunakan Metode *Lean Construction* pada Proyek Pemabangunan *Factory Block D 07 & 08* di Kawasan Panbil Industri, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan *waste level*, diketahui bahwa seluruh material konstruksi mengalami pemborosan dengan tingkat yang berbeda-beda. Material dengan nilai *waste level* tertinggi adalah Baja pertama Baja WF 300 x 150 x 6 x 9 dengan *waste level* nya yaitu 2.8%, kemudian Plat Besi 12mm dan Baja WF 250 x 125 x 5 x 8. Dan untuk *waste* yang terendah ada pada CNP 125 x 66 x 20, yaitu 0%, yang menunjukkan penggunaan material sangat efisien.
2. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara, penyebab utama terjadinya *waste* pada proyek meliputi *over production*, *over processing*, *transportation*, *waiting*, dan *motion*. Faktor-faktor tersebut muncul akibat kesalahan pelaksanaan pekerjaan, proses pemotongan material yang menghasilkan sisa, pemesanan material yang melebihi kebutuhan, perpindahan material yang kurang efisien, serta keterlambatan koordinasi dalam pelaksanaan pekerjaan
3. Penerapan prinsip *Lean Construction* dinilai mampu menjadi solusi untuk mengurangi pemborosan material pada protek konstruksi. Rekomendasi yang dapat diterapkan antara lain penerapan 5S, Material Control, *Just In Time*, *Daily Monitoring*, dan *Last Planner System*. Penerapan metode tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan material, mengurangi pekerjaan ulang (*rework*), menekan biaya proyek, serta meningkatkan produktivitas pelaksanaan konstruksi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulisi memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Bagi Perusahaan

Perusahaan disarankan untuk meningkatkan pengendalian penggunaan material sejak tahap perencanaan, pengadaan, penyimpanan, hingga pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Selain itu, penerapan prinsip *Lean Construction*, seperti 5S, *Just In Time*, *Material Control*, dan *Last Planner System*, perlu dilakukan secara konsisten agar pemborosan material dapat diminimalan. Pengawasan terhadap pekerjaan fabrikasi baja dan proses pemotongan material juga perlu ditingkatkan karena jenis pekerjaan tersebut menghasilkan *waste level* yang relatif tinggi dibandingkan material lainnya.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan tidak hanya menganalisis *waste level* pada material, tetapi juga mengkaji pengaruh pemborosan terhadap biaya proyek, waktu pelaksanaan, produktivitas tenaga kerja, serta dampak lingkungan. Selain itu, penelitian berikutnya dapat memanfaatkan teknologi seperti *Building Information Modeling* (BIM), *Internet Of Things* (IoT), atau pendekatan *Lean Construciton 4.0* untuk memperoleh hasil analisis yang lebih kemprehensif dan akurat.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip *Lean Construction* tidak hanya berperan dalam mengurangi pemborosan material, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengoptimalkan proses pelaksanaan pekerjaan, serta mendukung keberhasilan proyek konstruksi dari aspek biaya, mutu, dan waktu. Oleh karena itu, penerapan *Lean Construction* diharapkan dapat menjadi salah satu strategi yang dipertimbangkan dalam pengelolaan proyek konstruksi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Alaka, H. A., & Owolabi, H. A. (2019). Optimising material procurement and storage on construction sites: A lean construction approach. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(1), 32-52.
- Alves, T. C. L., & Almeida, R. S. (2020). A meta-analysis of lean construction impacts on project performance. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2379-2402.
- Anggraini, R., Harpito, H., Siska, M., & Novitri, N. (2022). Implementation of lean construction to eliminate waste: A case study of construction projects in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 45-56.
- Bahtiar, B. (2020). Evaluasi waste dengan penerapan lean construction pada proyek jalan tol. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 210-217.
- Bajjou, M. S., Chafi, A., & En-Nadi, A. (2023). Identifying and assessing construction waste in industrial projects using lean principles. *International Journal of Construction Management*, 23(5), 854-868.
- Ballard, G., & Howell, G. (2019). Lean project management. *Building Research & Information*, 47(8), 866-880.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2018). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971-980.
- Dave, B., Koskela, L., & Sacks, R. (2025). Lean Construction 4.0: Integrating digital technologies for waste reduction. *Automation in Construction*, 134, 104112.

- Dave, B., Kubler, S., Främling, K., & Koskela, L. (2023). Opportunities for enhanced lean construction management using Internet of Things standards. *Automation in Construction*, 61, 86-97.
- Google Earth. (2026). *Peta lokasi Kawasan Panbil Industrial Estate, Batam*. Diakses 15 Januari 2026, dari <https://earth.google.com>
- Ilo, G. L., & Bhaskara, I. P. (2022). Analisis waste material dengan penerapan lean construction. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 123-134.
- Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to analyzing global research on construction waste management. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118387.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2022). *Pedoman pengelolaan limbah konstruksi pada proyek konstruksi bangunan gedung dan perumahan*. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
- Koskela, L., Tezel, A., & Tzortzopoulos, P. (2020). Why is management research irrelevant? *Construction Management and Economics*, 38(4), 327-335.
- Lu, W., Webster, C., Chen, K., Zhang, X., & Chen, X. (2021). Computational building information modelling for construction waste management: A systematic review. *Resources, Conservation and Recycling*, 172, 105682.
- Olanrewaju, O. I., & Khamidi, M. F. (2022). Stakeholders' perspective on the adoption of lean construction in the Malaysian construction industry. *Journal of Engineering and Technology*, 12(1), 45-58.
- Prisilia, P., & Purnomo, A. (2023). Lean construction approach to material waste in the construction project of elementary school building. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(2), 89-98.
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

- Susanti, E., & Suropto, S. (2021). Evaluasi waste dan implementasi lean construction pada proyek gedung kampus. *RIVT: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(1), 1-10.
- Turner, R., & Zolin, R. (2018). Forecasting success on large projects: Developing reliable scales to predict multiple perspectives by multiple stakeholders over multiple time frames. *Project Management Journal*, 49(5), 61-86.
- Walker, A. (2020). *Project management in construction* (7th ed.). Wiley-Blackwell.

LAMPIRAN











FORM IDENTIFIKASI WASTE KONSTRUKSI

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Concrete Ready-mix K-300	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2... Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Concrete Ready-mix K-175	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Beton Ø 20mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Beton Ø 16mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Beton Ø 10mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Beton Ø 8mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Plat Besi T = 25mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Plat Besi T = 16mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Plat Besi T = 12mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Plat Besi T = 10mm	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
		1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
		1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Hollow SHS 4" x 4"	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Besi Hollow SHS 2" x 2"	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Baja WF 600 x 200 x 12 x 20	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Baja WF 450 x 200 x 9 x 14	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
		1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
		1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Baja WF 400 x 200 x 8 x 13	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Baja WF 300 x 150 x 6,6 x 9	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Baja WF 250 x 125 x 5 x 8	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

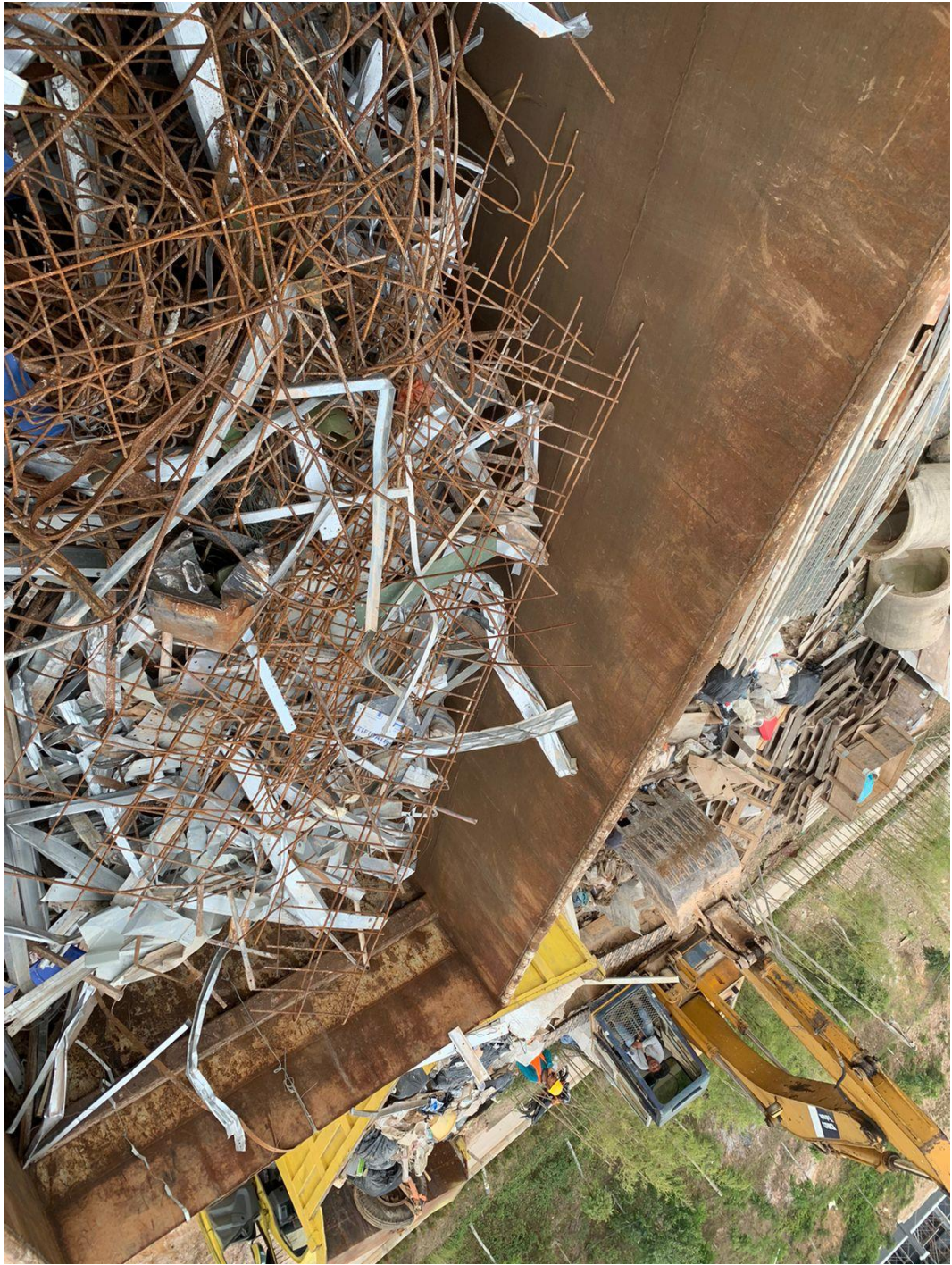
WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Purlin CNP 200 x 75 x 20 x 3,2	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Purlin CNP 125 x 66 x 20 x 3	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak

WASTE	FACTOR LEAN CONSTRUCTION	KETERANGAN
Metal Roof 0,45mm + ISOFLX Premium A8	DEFECT []	1. Apakah material mengalami kerusakan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah material tidak sesuai spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		2.. Apakah terjadi perubahan spesifikasi di lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PRODUCTION []	1. Apakah material datang melebihi kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah terjadi kesalahan ukuran/spesifikasi? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah material tidak mempertimbangkan kondisi lapangan? [] Ya [] Tidak
	OVER PROCESSING []	1. Apakah penggunaan material berlebihan? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah kualitas material terlalu tinggi dari kebutuhan? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah terjadi pekerjaan ulang? [] Ya [] Tidak
	TRANSPORTATION []	1. Apakah terjadi pemindahan material berulang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah rute pengangkutan tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah alat angkut tidak sesuai? [] Ya [] Tidak
	WAITING []	1. Apakah menunggu material datang? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah menunggu instruksi kerja? [] Ya [] Tidak
		3. Apakah menunggu tenaga kerja? [] Ya [] Tidak
	MOTION []	1. Apakah pergerakan pekerja tidak efisien? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah lokasi material terlalu jauh? [] Ya [] Tidak
	INVENTORY []	1. Apakah terjadi penumpukan material? [] Ya [] Tidak
		2. Apakah penyimpanan tidak terkontrol? [] Ya [] Tidak



















KEBUTUHAN MATERIAL BLOK D LOT 07 & 08								
No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1.	Baja WF	WF 600 x 200 x 12 x 20	24	Batang	5.925	142.20	15.926.40	Kolom Produksi
			2	Batang	7.208	15.42	1.726.59	
			2	Batang	8.278	16.56	1.854.27	
		WF 600 x 200 x 12 x 20	28	Batang	12.000	336.00	38.640.00	
			28	Batang	3.870	108.36	12.136.32	
			56	Batang	1.920	107.52	12.042.24	Konsol (R1)
JUMLAH							82.325.82	
2.	Baja WF	WF 450 x 200 x 9 x 14	2	Batang	8.278	16.56	1.258.26	Kolom Mezzanine
			6	Batang	7.078	42.47	3.227.57	
			4	Batang	9.229	36.92	2.805.62	
			2	Batang	10.483	20.97	1.593.42	
			6	Batang	11.100	66.60	5.061.60	
			6	Batang	3.625	21.75	1.653.00	Kanopi depan
			4	Batang	3.250	13.00	988.00	
		WF 450 x 200 x 9 x 14	8	Batang	7.739	61.91	4.705.31	Beam 3
			4	Batang	7.664	30.66	2.329.86	
			8	Batang	7.958	63.66	4.838.46	
			12	Batang	7.959	95.51	7.258.61	
			12	Batang	7.518	90.22	6.856.42	
JUMLAH							42.576.11	
3.	Baja WF	WF 400 x 200 x 8 x 13	4	Batang	6.581	26.32	1.737.38	Kolom Mezzanine
			2	Batang	7.215	14.43	952.38	
	Baja WF	WF 400 x 200 x 8 x 13	44	Batang	7.991	351.60	23.205.86	Beam 2
			4	Batang	3.992	15.97	1.053.89	
			8	Batang	1.992	15.94	1.051.78	
			2	Batang	4.767	9.53	629.24	
			2	Batang	1.717	3.43	226.64	
			2	Batang	3.217	6.43	424.64	
			2	Batang	3.312	6.62	437.18	
			2	Batang	4.672	9.34	616.70	
JUMLAH							30.335.71	
4	Baja WF	WF 300 x 150 x 6,5 x 9	32	Batang	8.000	256.00	10.539.52	Tie Beam
JUMLAH							10.539.52	
5	Baja WF	WF 250 x 125 x 5 x 8	48	Batang	1.992	95.62	2.677.25	Beam 1
			6	Batang	3.411	20.47	573.05	Kanopi depan
	Baja WF	WF 250 x 125 x 6 x 9	8	Batang	8.000	64.00	1.894.40	Rafter (R3)
			8	Batang	10.000	80.00	2.392.00	Box Beam
	Baja WF	WF 250 x 125 x 6 x 9	20	Batang	8.000	160.00	4.784.00	
JUMLAH							12.320.70	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	60	Batang	3.5	210.00	1.982.40	
2.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	16	Batang	7.5	120.00	1.132.80	
3.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	408	Batang	8	3,264.00	30.812.16	
4.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	60	Batang	8.5	510.00	4.814.40	
5.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	60	Batang	9.2	552.00	5.210.88	
6.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 20 x 3,2	12	Batang	10	120.00	1.132.80	
JUMLAH							45.085.44	
7.	Purlin CNP	C 125 x 65 x 20 x 3,2	8	Batang	10	80.00	400.00	Canopy Samping
JUMLAH							400.00	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1	Besi Beton	Ø 20mm	147	Batang	12	1,759.81	3,255.64	
2	Besi Beton	Ø 16mm	86	Batang	12	1,026.94	1,643.11	
3	Besi Beton	Ø 10mm	174	Batang	12	2,093.36	1,465.35	
4	Besi Beton	Ø 8mm	192	Batang	12	2,306.15	922.46	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Berat (Kg)	Keterangan
1	Plate	25 mm	8	Lembar	1,200.25	
2	Plate	16 mm	19	Lembar	2,435.27	
3	Plate	12 mm	3	Lembar	300.23	
4	Plate	10 mm	3	Lembar	236.90	

66

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1	Besi Hollow	4 x 4 x 3.2mm	87	Batang	12	1,046.34	4,935.25	
2	Besi Hollow	2 x 2 x 3mm	255	Batang	12	3,054.20	7,635.49	

No.	Area	Type	Luasan (m ²)	Kubikasi (m ³)	Ket
1	Area 1	K - 300	388.8	38.88	
2	Area 2	K - 300	153.4	15.34	
3	Area 3	K - 300	654	65.44	
4	Area 4	K - 300	642	64.2	
5	Area 5	K - 300	223	22.32	
6	Area 6	K - 300	750	75	
7	Area Produksi	K - 300	3472	347.2	
8	Area Office Lt 1 & Lt 2	K - 300	2648	264.8	
9	Pondasi	K - 300		55.30	
10	Ground Beam	K - 300	720 (M ⁴)	100	
Total				1048.476	

MATERIAL SISA BLOK D LOT 07 & 08								
No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1.	Baja WF	WF 600 x 200 x 12 x 20	0.59	Batang	7.085	7.08	793.50	
	JUMLAH						793.50	
2.	Baja WF	WF 450 x 200 x 9 x 14	0.20	Batang	2.370	2.37	180.12	
	JUMLAH						180.12	
3.	Baja WF	WF 400 x 200 x 8 x 13	0.16	Batang	1.901	1.90	125.46	
	JUMLAH						125.46	
4	Baja WF	WF 300 x 150 x 6,5 x 9	0.60	Batang	7.168	7.17	295.31	
	JUMLAH						295.31	
5	Baja WF	WF 250 x 125 x 5 x 8	0.73	Batang	8.702	8.70	243.65	
	JUMLAH						243.65	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1.	Purlin CNP	C 200 x 75 x 70 x 1,2	0.91	Batang	10.88	10.88	102.73	
	JUMLAH						-	
7.	Purlin CNP	C 125 x 65 x 20 x 3,2	0	Batang	0	-	-	
	JUMLAH						-	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1	Besi Beton	Ø 20mm	2	Batang	12	23.73	46.98	
2	Besi Beton	Ø 16mm	0	Batang	12	5.69	9.11	
3	Besi Beton	Ø 10mm	1	Batang	12	7.26	5.08	
4	Besi Beton	Ø 8mm	2	Batang	12	20.00	8.00	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Berat (Kg)	Keterangan
1	Plate	25 mm	0	Lembar	22.75	
2	Plate	16 mm	0	Lembar	7.00	
3	Plate	12 mm	0	Lembar	6.23	
4	Plate	10 mm	0	Lembar	1.40	

No.	Nama Material	Type	Volume	Satuan	Panjang (m')	Total Panjang (m')	Berat (Kg)	Keterangan
1	Besi Hollow	4 x 4 x 3.2mm	1	Batang	12	7.70	36.33	
2	Besi Hollow	2 x 2 x 3mm	0	Batang	12	5.41	13.52	