IDENTIFIKASI *WASTE* DOMINAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN PAGAR MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN CONSTRUCTION* DAN ANALISIS PARETO

Jonathan Afrizal[1], Munasih[2], dan Maranatha Wijayaningtyas[3]

[1]Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura 2,Malang
Email: afrizaljona@gmail.com
[2] Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura 2, Malang
Email: munasih@ftsp.itn.ac.id
[3] Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Sigura-gura 2, Malang
Email: maranatha@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

The construction industry is highly complex, making it prone to various forms of waste during project implementation. The presence of waste can lead to suboptimal use of resources, increased costs, and reduced work efficiency. One approach that can be used to identify and control waste in construction projects is Lean Construction, a construction management concept that focuses on increasing added value by reducing non-value-added activities. This study aims to identify the dominant types of waste occurring in a fence construction project using the Lean Construction approach and the Pareto analysis method. Waste was identified based on the eight types of waste in the Lean Construction concept: overproduction, overprocessing, non-utilized talent, waiting, transportation, motion, inventory, and defects. Research data were obtained by collecting assessment scores for waste factors that occurred during project execution; the data were then processed using percentage contribution and cumulative value analysis to determine the priority of dominant waste. The analysis results show that there are three types of waste that contribute the most to overall waste: overproduction (20.12%), overprocessing (18.34%), and non-utilized talent (17.16%). These three types of waste account for a cumulative 55.62%, making them priority factors that need to be controlled in order to improve project efficiency. Based on these results, the Lean Construction approach using Pareto analysis can be used as an initial identification method to determine where to focus improvement efforts on activities that have the potential to cause waste in construction projects.

Keywords: Lean Construction, Waste, Pareto Analysis

ABSTRAK

Industri konstruksi memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi sehingga berpotensi mengalami berbagai bentuk pemborosan (*waste*) selama proses pelaksanaan proyek. Keberadaan waste dapat menyebabkan penggunaan sumber daya yang tidak optimal, peningkatan biaya, serta penurunan efisiensi pekerjaan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan waste pada proyek konstruksi adalah *Lean Construction*, yaitu konsep manajemen konstruksi yang berfokus pada peningkatan nilai tambah dengan mengurangi aktivitas yang tidak memberikan nilai (*non-value added activity)*Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis *waste* dominan yang terjadi pada proyek pembangunan pagar menggunakan pendekatan *Lean Construction* dengan metode analisis Pareto. Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan delapan jenis pemborosan dalam konsep *Lean Construction*, yaitu *overproduction, overprocessing, non-utilized talent, waiting, transportation, motion, inventory,* dan *defects.* Data penelitian diperoleh melalui pengumpulan skor penilaian terhadap faktor *waste* yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan analisis persentase kontribusi dan nilai kumulatif untuk menentukan prioritas waste dominan.Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis waste dengan kontribusi terbesar terhadap keseluruhan pemborosan, yaitu *overproduction* dengan persentase 20,12%, *overprocessing* sebesar 18,34%, dan *non-utilized talent* sebesar 17,16%. Ketiga jenis *waste* tersebut memberikan kontribusi kumulatif sebesar 55,62%, sehingga menjadi faktor prioritas yang perlu dilakukan pengendalian dalam upaya meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Berdasarkan hasil tersebut, pendekatan *Lean Construction* melalui analisis Pareto dapat digunakan sebagai metode identifikasi awal untuk menentukan fokus perbaikan terhadap aktivitas yang berpotensi menyebabkan pemborosan pada proyek konstruksi.

Kata kunci: *Lean Construction*, *Waste*, Analisis Pareto

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi memegang peranan krusial dalam pembangunan infrastruktur dan akselerasi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Kendati demikian, sektor ini kerap dihadapkan pada kendala klasik seperti keterlambatan jadwal, pemborosan sumber daya, pembengkakan biaya *(cost overrun)*, dan rendahnya produktivitas di lapangan. Fenomena tersebut umumnya berakar dari manajemen pelaksanaan yang konvensional, koordinasi lintas pihak yang lemah, serta minimnya sistem kerja yang berorientasi pada penciptaan nilai tambah (*value*) dan eliminasi pemborosan *(waste)* (Herliandre & Suryani, n.d.). Sebagai solusinya, *Lean Construction* hadir diadopsi dari prinsip lean manufacturing dengan fokus utama mengoptimalkan proses konseptualisasi hingga serah terima proyek guna memenuhi ekspektasi pengguna jasa secara efisien (D. J. Thoengsal, 2021). Melalui pendekatan ini, setiap aktivitas dievaluasi secara ketat untuk meminimalkan *waste*, baik yang berupa pemborosan waktu, material, maupun pergerakan tenaga kerja (Herliandre & Suryani, n.d.).

Meskipun *Lean Construction* telah terbukti secara global sebagai metode berkelanjutan yang mampu meningkatkan nilai pekerjaan, pengimplementasiannya di Indonesia masih sangat terbatas. Mayoritas proyek konstruksi domestik masih mengandalkan metode konvensional yang rentan terhadap inefisiensi biaya. Padahal, integrasi prinsip lean diproyeksikan mampu mereduksi biaya proyek secara signifikan melalui pembaruan metodologi pelaksanaan yang sistematis (D. J. Thoengsal, 2021). Pada proyek bangunan gedung bertingkat, kompleksitas pekerjaan—yang mencakup struktur, arsitektur, hingga utilitas—memiliki risiko *waste* yang tinggi jika tidak dikelola dengan baik. *Waste* tersebut dapat memanifestasikan diri dalam bentuk waktu tunggu *(waiting time)*, pergerakan tenaga kerja yang tidak efektif, surplus material, transportasi yang redundan, hingga kesalahan kerja yang memicu pengerjaan ulang *(rework)*.

Berdasarkan observasi awal pada proyek pembangunan gedung, item pekerjaan pagar keliling (Pagar C), ditemukan bahwa alur kerja lapangan belum terstruktur secara sistematis dan koordinasi antarpihak belum optimal. Perencanaan yang masih bersifat konvensional ini memicu terjadinya *waste* yang berdampak langsung pada inefisiensi anggaran pelaksanaan. Di sisi lain, penelitian terdahulu mengenai topik ini umumnya masih terbatas pada tahapan identifikasi dan klasifikasi jenis *waste* saja. Belum banyak kajian yang mengintegrasikan analisis waste secara komprehensif dengan evaluasi kuantitatif terhadap potensi efisiensi biaya proyek pasca-penerapan sistem *Lean Construction.*

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis *waste* dominan pada proyek pembangunan pagar menggunakan pendekatan *Lean Construction* dan analisis Pareto. Identifikasi dilakukan terhadap delapan jenis *waste* yang terdapat dalam konsep *Lean Construction* untuk mengetahui faktor pemborosan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap keseluruhan *waste* yang terjadi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai prioritas *waste* yang perlu dikendalikan sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan upaya peningkatan efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Lean construction

Lean Construction merupakan pendekatan manajemen proyek yang diadaptasi dari konsep *Lean Manufacturing* yang pertama kali dikembangkan oleh *Toyota Production System* (TPS). Konsep ini berorientasi pada penciptaan nilai *(value)* bagi pelanggan melalui pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah *(non-value added activities)* atau pemborosan *(waste)*. Berbeda dengan manajemen konstruksi konvensional yang lebih berfokus pada penyelesaian pekerjaan sesuai jadwal dan anggaran, *Lean Construction* menekankan peningkatan efisiensi proses secara menyeluruh melalui perbaikan berkelanjutan *(continuous improvement)* sehingga mampu meningkatkan produktivitas, kualitas, serta kinerja proyek (Koskela, 1992).

Menurut Koskela (2000), proses konstruksi tidak hanya dipandang sebagai aktivitas transformasi material menjadi produk akhir, tetapi juga terdiri atas aktivitas aliran *(flow)* dan penciptaan nilai *(value generation)*. Oleh karena itu, setiap aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah perlu diidentifikasi dan diminimalkan agar proses konstruksi menjadi lebih efisien. Pendekatan ini bertujuan mengurangi pemborosan waktu, material, tenaga kerja, peralatan, maupun biaya sehingga proyek dapat diselesaikan dengan kualitas yang lebih baik.

J. Thoengsal (2023) mendefinisikan *Lean Construction* sebagai metode pengelolaan proyek yang berfokus pada peningkatan nilai pekerjaan dan pengurangan pemborosan yang berpotensi menghambat pelaksanaan proyek maupun meningkatkan biaya konstruksi. Dalam implementasinya, *Lean Construction* memerlukan identifikasi terhadap seluruh aktivitas proyek untuk membedakan aktivitas yang memberikan nilai tambah *(value added)* dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah *(non-value added)*. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah selanjutnya menjadi prioritas untuk dikurangi atau dihilangkan melalui penerapan berbagai teknik *Lean.*

Menurut Womack dan Jones (1996), terdapat lima prinsip dasar *Lean* yang menjadi landasan dalam penerapan *Lean Construction*, yaitu sebagai berikut.

1. *Value*: Nilai harus ditetapkan secara jelas dan didefinisikan secara spesifik oleh konsumen akhir.
2. *Value Stream*: Aliran nilai perlu dirancang sedemikian rupa sehingga setiap aktivitas memiliki kontribusi yang jelas, dimulai dari proses penyelesaian masalah, pengelolaan informasi, hingga proses transformasi material mentah menjadi produk akhir serta mengeliminasi aktivitas yang tidak berkontribusi.
3. *Flow*: Aliran nilai dan alur kerja harus berlangsung secara terus menerus tanpa adanya hambatan (interruption).
4. *Pull*: Untuk mencegah produk berlebih dan mengurangi pemborosan, proses produksi atau pengadaan material dilakukan berdasarkan sistem tarik, yaitu diproduksi sesuai kebutuhan atau permintaan pengguna *(downstream demand)*.
5. *Perfection*: Seluruh proses perlu ditingkatkan dan diadaptasi secara berkelanjutan (Kaizen) guna mencapai tingkat penyempurnaan yang optimal.

Prinsip *lean project management*

Lean Project Management merupakan penerapan prinsip *Lean* dalam pengelolaan proyek yang bertujuan meningkatkan efisiensi pelaksanaan melalui optimalisasi proses kerja dan pengurangan pemborosan. Pendekatan ini menitikberatkan pada peningkatan nilai bagi pelanggan dengan memaksimalkan aktivitas yang memberikan nilai tambah dan meminimalkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Womack & Jones, 1996).

Menurut J. Thoengsal (2023), terdapat lima prinsip utama *Lean Project Management* yang menjadi dasar dalam pengelolaan proyek konstruksi, yaitu:

1. Fokus pada nilai *(value)*
   Seluruh aktivitas proyek harus berorientasi pada penciptaan nilai bagi pelanggan. Aktivitas yang tidak memberikan manfaat terhadap hasil akhir proyek perlu dikurangi atau dihilangkan.
2. Membangun rantai nilai *(value stream)*
   Seluruh proses mulai dari perencanaan, pengadaan material, pelaksanaan pekerjaan hingga serah terima proyek harus dianalisis untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan aktivitas yang menimbulkan pemborosan.
3. Meciptakan aliran kerja *(flow)*
   Pekerjaan dirancang agar berlangsung secara berkesinambungan tanpa hambatan. Aliran kerja yang baik mampu mengurangi waktu tunggu, meningkatkan produktivitas tenaga kerja, serta mempercepat penyelesaian proyek.
4. Menerapkan sistem tarik *(pull system)*
   Pelaksanaan pekerjaan dilakukan berdasarkan kebutuhan aktual sehingga mampu menghindari penumpukan material, kelebihan produksi, maupun penggunaan sumber daya yang tidak efisien.
5. Melakukann perbaikan berkelanjutan *(continuous improvment)*
   Evaluasi terhadap proses pelaksanaan proyek dilakukan secara terus-menerus untuk menemukan peluang peningkatan efisiensi, kualitas, keselamatan kerja, dan produktivitas proyek.

Peranan *lean project management*

Lean Project Management memiliki peranan penting dalam meningkatkan keberhasilan proyek konstruksi melalui pengendalian pemborosan (*waste*), peningkatan produktivitas, serta optimalisasi penggunaan sumber daya. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada penyelesaian proyek sesuai jadwal dan anggaran, tetapi juga berupaya meningkatkan kualitas hasil pekerjaan melalui proses perbaikan yang berkesinambungan.

Untuk mendukung implementasi *Lean Project Management*, berbagai metode dan alat (*Lean tools*) dapat diterapkan sesuai karakteristik proyek. Menurut J. Thoengsal (2023), beberapa teknik yang umum digunakan meliputi:

1. *Last Planner System* (LPS) untuk meningkatkan keandalan perencanaan pekerjaan.
2. *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran proses dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.
3. *Root Cause Analysis* (Five Why's) untuk menemukan penyebab utama suatu permasalahan.
4. *Kaizen* sebagai pendekatan perbaikan berkelanjutan.
5. 5S untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih tertata, bersih, dan efisien.
6. *Just in Time* (JIT) untuk mengurangi persediaan material yang berlebihan.
7. *Total Quality Management* (TQM) untuk meningkatkan kualitas secara menyeluruh.
8. *Target Value Design* (TVD) untuk mengendalikan biaya sejak tahap perancangan.
9. *Poka-Yoke* untuk mencegah terjadinya kesalahan kerja.
10. *Earned Value Management* (EVM) untuk mengendalikan kinerja biaya dan waktu proyek.
11. *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk meningkatkan keandalan peralatan kerja.
12. *Computer Aided Design* (CAD) sebagai pendukung perencanaan dan koordinasi desain.
13. *Six Sigma* untuk mengurangi variasi proses dan meningkatkan kualitas pekerjaan.

Penerapan berbagai teknik tersebut memungkinkan pengelolaan proyek menjadi lebih sistematis sehingga pemborosan dapat dikendalikan, produktivitas

meningkat, kualitas pekerjaan terjaga, dan efisiensi biaya proyek dapat dicapai. Oleh karena itu, *Lean Project Management* menjadi salah satu pendekatan yang banyak diterapkan dalam industri konstruksi modern untuk meningkatkan daya saing serta keberhasilan proyek.

Waste

Dalam doktrin *Lean Construction, waste* (pemborosan) tidak hanya direpresentasikan oleh sisa material fisik yang terbuang, melainkan mencakup seluruh bentuk pemanfaatan sumber daya—baik waktu, tenaga kerja, modal, maupun ruang—yang mengonsumsi biaya operasional namun tidak memberikan kontribusi fungsional atau nilai tambah terhadap hasil akhir proyek (J. Thoengsal, 2023). Pemborosan diklasifikasikan ke dalam delapan kategori utama, yaitu (J. Thoengsal, 2023):

1. Transportasi: Pergerakan barang atau pemindahan material dan peralatan yang berlebihan dari satu lokasi kerja ke lokasi lain tanpa koordinasi yang optimal, sehingga memicu redundansi biaya dan potensi kerusakan material.
2. Persediaan *(Inventory)* : Penumpukan stok material, peralatan tidak terpakai, atau komponen setengah jadi yang melampaui kebutuhan riil fase berjalan akibat overproduksi, sehingga membutuhkan penanganan tambahan, ruang penyimpanan ekstra, dan mengikat modal kerja.
3. Gerakan *(Motion)* : Pemborosan waktu, gerakan fisik tenaga kerja, dan energi selama pelaksanaan akibat penataan area kerja *(site layout)* yang kurang optimal, seperti pekerja harus berjalan lebih jauh untuk mengambil peralatan.
4. Menunggu *(Waiting)* : Kondisi di mana pekerja lapangan menganggur karena menunggu kedatangan material, peralatan, penyelesaian pekerjaan prasyarat sebelumnya, maupun keterlambatan instruksi teknis berupa gambar kerja.
5. Produksi Berlebih *(Overproduction)* : Memesan material dalam jumlah berlebih atau memproduksi komponen terlalu cepat sebelum waktunya, yang memicu tumpang tindih dengan pemborosan persediaan.
6. Pemrosesan Berlebih *(Overprocessing)* : Penanganan material secara berulang atau duplikasi alur kerja administrasi proyek, seperti banyaknya tanda tangan birokrasi dalam satu formulir laporan harian.
7. Kecacatan *(Defect)* : Hasil pekerjaan yang tidak memenuhi standar spesifikasi teknis sehingga memerlukan perbaikan, penggantian, atau pengerjaan ulang *(rework)* yang merugikan aspek biaya dan waktu.
8. Kreativitas Karyawan yang Tidak Dimanfaatkan *(Non-utilized Talent)* : Kegagalan manajemen proyek dalam berinteraksi, mendengarkan, dan mengoptimalkan kapasitas intelektual, keahlian, serta gagasan pembelajaran dari tenaga kerja.

Analisis pareto

Analisis Pareto merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan prioritas penyelesaian masalah berdasarkan besarnya kontribusi masing-masing penyebab terhadap suatu permasalahan. Metode ini didasarkan pada Prinsip Pareto atau aturan 80:20 (Pareto *Principle*) yang dikemukakan oleh Vilfredo Pareto. Prinsip tersebut menyatakan bahwa sekitar 80% akibat yang terjadi umumnya disebabkan oleh sekitar 20% faktor penyebab yang paling dominan. Oleh karena itu, penyelesaian terhadap beberapa faktor utama akan memberikan dampak yang lebih signifikan dibandingkan menangani seluruh faktor secara bersamaan (Herliandre & Suryani, n.d.).

Dalam bidang manajemen proyek dan *Lean Construction*, analisis Pareto digunakan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan (*waste*) yang memiliki kontribusi terbesar terhadap inefisiensi proyek. Dengan mengetahui faktor *waste* yang paling dominan, upaya perbaikan dapat difokuskan pada faktor-faktor yang memberikan pengaruh terbesar sehingga penggunaan sumber daya menjadi lebih efektif dan efisien. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *Lean* yang menekankan eliminasi pemborosan secara sistematis guna meningkatkan nilai (*value*) pada setiap proses pekerjaan.

Hasil analisis Pareto umumnya disajikan dalam bentuk Diagram Pareto, yaitu grafik yang mengombinasikan diagram batang (*bar chart*) dan kurva kumulatif (*cumulative line graph*). Diagram batang menunjukkan besarnya kontribusi setiap kategori masalah berdasarkan nilai frekuensi atau persentase, sedangkan kurva kumulatif menunjukkan akumulasi persentase dari seluruh kategori yang telah diurutkan mulai dari kontribusi terbesar hingga terkecil. Melalui diagram tersebut, peneliti dapat dengan mudah menentukan kelompok faktor yang menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan (Herliandre & Suryani, n.d.).

Pada penelitian ini, analisis Pareto digunakan untuk menentukan faktor-faktor *waste* yang paling dominan berdasarkan hasil penilaian responden. Faktor dengan persentase terbesar diprioritaskan sebagai objek analisis lebih lanjut dalam penyusunan rekomendasi peningkatan efisiensi biaya proyek menggunakan pendekatan *Lean Construction.*

Tahapan analisis Pareto dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai frekuensi (**fi**) setiap faktor *waste* berdasarkan hasil kuesioner atau wawancara yang telah dilakukan.
2. Menghitung total frekuensi (**Σf**) dengan menjumlahkan seluruh nilai frekuensi setiap faktor.

3. Menghitung persentase masing-masing

$$Presentase\ (\%) = \frac{fi}{\Sigma f} \text{ x } 100\%$$

Keterangan **:**
fi : frekuensi kemunculan
$\sum f$: total seluruh frekuensi

4. Mengurutkan nilai persentase dari yang terbesar hingga terkecil sehingga faktor yang paling dominan berada pada urutan pertama.
5. Menghitung persentase kumulatif

Presentase Kumulatif (%) = ∑Presentase (%)

Keterangan :
Persentase Kumulatif (%) = akumulasi persentase setiap faktor secara berurutan mulai dari nilai terbesar hingga terkecil.

6. Menjumlahkan nilai persentase secara bertahap sampai diperoleh persentase kumulatif sebesar 100%.
7. Menyusun Diagram Pareto menggunakan dua sumbu, yaitu diagram batang yang menunjukkan nilai persentase setiap faktor dan kurva yang menunjukkan persentase kumulatif.
8. Menentukan faktor-faktor *waste* yang menjadi prioritas perbaikan berdasarkan kontribusi persentase terbesar. Faktor-faktor tersebut selanjutnya dijadikan fokus dalam analisis efisiensi biaya menggunakan pendekatan Lean Construction.

Diagram Pareto yang dihasilkan memberikan gambaran visual mengenai distribusi kontribusi setiap jenis *waste* sehingga memudahkan peneliti dalam menentukan prioritas pengendalian pemborosan. Dalam penelitian ini, faktor-faktor yang memiliki kontribusi kumulatif terbesar dipilih sebagai prioritas utama untuk dianalisis lebih lanjut karena dianggap memberikan pengaruh paling signifikan terhadap biaya proyek.

Langkah selanjutnya melibatkan kompilasi urutan nilai persentase dari yang terbesar hingga terkecil guna menghitung nilai Persentase Kumulatif melalui penjumlahan persentase setiap faktor secara berurutan menggunakan persamaan (Mulawarman, 2026):

Keterangan **:**
fi : frekuensi kemunculan
$\sum f$: total seluruh frekuensi

3. METODE

Pendekatan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan *Lean Construction* untuk mengidentifikasi jenis *waste* dominan yang terjadi pada proyek pembangunan pagar. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi pemborosan yang terjadi selama proses pelaksanaan konstruksi berdasarkan hasil identifikasi terhadap aktivitas yang berpotensi menyebabkan *waste.*

Pendekatan *Lean Construction* digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah *(non-value added activity) selama* proses konstruksi. Melalui pendekatan ini, pemborosan yang terjadi diklasifikasikan berdasarkan delapan jenis *waste*, yaitu *overproduction, overprocessing, non-utilized talent, waiting, transportation, motion, inventory,* dan *defects.*

Hasil identifikasi terhadap masing-masing jenis *waste* kemudian diberikan nilai skor yang digunakan sebagai dasar pengolahan data. Pengolahan dilakukan secara kuantitatif sederhana melalui perhitungan persentase kontribusi dan persentase kumulatif. Selanjutnya, analisis Pareto digunakan untuk menentukan jenis *waste* yang memiliki tingkat kontribusi terbesar terhadap keseluruhan pemborosan sehingga dapat ditentukan faktor *waste* dominan yang menjadi prioritas pengendalian.

Objek penelitian

Objek penelitian ini adalah proyek pembangunan pagar yang dianalisis berdasarkan aktivitas pelaksanaan pekerjaan selama proses konstruksi berlangsung. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi potensi pemborosan berdasarkan delapan jenis *waste* dalam pendekatan *Lean Construction.*

Variabel penelitian

Variabel penelitian mengacu pada delapan jenis *waste* dalam konsep *Lean Construction* yang digunakan sebagai indikator untuk mengidentifikasi pemborosan selama pelaksanaan proyek. Variabel tersebut meliputi:

1. *Overproduction,* yaitu pemborosan akibat pekerjaan atau penyediaan sumber daya yang dilakukan lebih awal maupun melebihi kebutuhan aktual.
2. *Overprocessing,* yaitu aktivitas tambahan yang tidak diperlukan atau proses pekerjaan yang dilakukan melebihi standar kebutuhan.
3. *Non-Utilized Talent,* yaitu pemborosan akibat kemampuan dan keterampilan tenaga kerja yang belum dimanfaatkan secara optimal.
4. *Waiting,* yaitu pemborosan akibat waktu tidak produktif karena pekerja, material, atau peralatan mengalami waktu tunggu.
5. T*ransportation,* yaitu pemborosan akibat perpindahan material atau peralatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap pekerjaan.
6. *Motion,* yaitu pemborosan akibat pergerakan pekerja atau alat yang tidak diperlukan selama proses konstruksi.
7. *Inventory,* yaitu pemborosan akibat penyimpanan material atau sumber daya yang melebihi kebutuhan pekerjaan.
8. *Defects,* yaitu pemborosan akibat ketidaksesuaian hasil pekerjaan terhadap standar atau spesifikasi yang telah ditentukan.

Variabel tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengetahui faktor pemborosan yang memiliki tingkat kontribusi terbesar pada proyek pembangunan pagar.

Pengumpulan data

Data penelitian diperoleh melalui identifikasi dan penilaian terhadap faktor *waste* yang terjadi selama pelaksanaan proyek pembangunan pagar. Data yang digunakan berupa skor penilaian dari masing-masing jenis *waste* berdasarkan tingkat kontribusinya terhadap proses pelaksanaan pekerjaan.

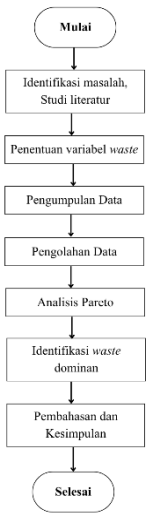
Hasil identifikasi kemudian disusun berdasarkan nilai skor setiap variabel *waste.* Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan persentase kontribusi dan tingkat dominasi masing-masing faktor pemborosan.

Tahap analisis data

Tahap analisis data dilakukan setelah seluruh data hasil identifikasi *waste* diperoleh. Data berupa skor dari masing-masing jenis *waste* kemudian diolah untuk mengetahui tingkat kontribusi setiap faktor pemborosan terhadap keseluruhan *waste* yang terjadi pada proyek pembangunan pagar.

Tahapan analisis dilakukan dengan mengurutkan nilai skor setiap jenis *waste* dari nilai terbesar hingga terkecil. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase kontribusi masing-masing *waste* terhadap total skor keseluruhan serta perhitungan persentase kumulatif untuk mengetahui tingkat dominasi setiap faktor.

Hasil pengolahan data kemudian dianalisis menggunakan prinsip Analisis Pareto untuk menentukan jenis *waste* yang memberikan kontribusi terbesar. Jenis *waste* dengan kontribusi dominan selanjutnya menjadi prioritas utama dalam pembahasan sebagai faktor yang perlu dikendalikan dalam upaya mengurangi pemborosan pada proyek pembangunan pagar.



Gambar 1 Bagan alir

4. PEMBAHASAN

Identifikasi *waste*

Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan delapan jenis pemborosan dalam konsep *Lean Construction*, yaitu *overproduction, overprocessing, non-utilized talent, waiting, transportation, motion, inventory,* dan *defects.* Setiap jenis *waste* diberikan nilai skor berdasarkan tingkat kontribusinya terhadap aktivitas pelaksanaan proyek pembangunan pagar.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa seluruh jenis *waste* memiliki kontribusi terhadap proses pelaksanaan pekerjaan. Namun, tingkat pengaruh masing-masing *waste* berbeda, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk menentukan faktor pemborosan yang paling dominan. Nilai skor setiap variabel *waste* kemudian diolah menggunakan analisis Pareto untuk mengetahui urutan prioritas berdasarkan besarnya kontribusi terhadap total pemborosan.
Hasil pengolahan data identifikasi *waste* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Analisa pareto

Variabel	Total Skor	Presentase	Kumulatif
Overproduction	68	20,12%	20,12%
Overprocessing	62	18,34%	38,46%
Non-Utilized talent	58	17,16%	55,62%
Waiting	38	11,24%	66,86%
Transportation	34	10,06%	76,92%
Motion	30	8,88%	85,80%
Inventory	26	7,69%	93,49%
Defects	22	6,51%	100%

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh total skor keseluruhan *waste* sebesar 338. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis *waste* dengan kontribusi terbesar adalah *overproduction* dengan nilai 20,12%, kemudian diikuti oleh *overprocessing* sebesar 18,34% dan *non-utilized talent* sebesar 17,16%.

Ketiga jenis *waste* tersebut memiliki nilai kumulatif sebesar 55,62%, yang menunjukkan bahwa lebih dari setengah total pemborosan pada proyek pembangunan pagar berasal dari tiga faktor utama tersebut. Oleh karena itu, ketiga faktor tersebut ditetapkan sebagai *waste* dominan yang menjadi prioritas untuk dilakukan pengendalian.

Analisis pareto

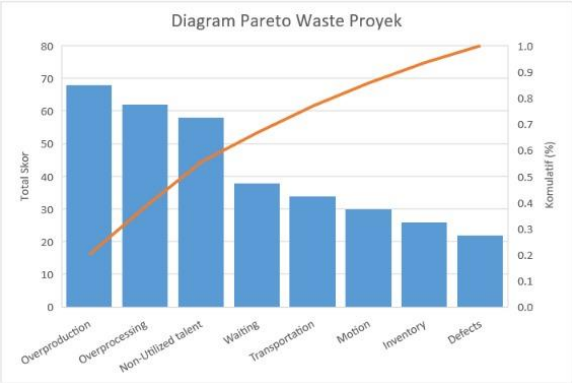
Berdasarkan hasil analisis, *overproduction* menjadi faktor *waste* dengan kontribusi tertinggi sebesar 20,12%. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas produksi atau pelaksanaan pekerjaan yang tidak sesuai dengan kebutuhan aktual menjadi sumber pemborosan terbesar pada proyek pembangunan pagar.

Posisi kedua ditempati oleh *overprocessing* dengan kontribusi sebesar 18,34%. Nilai tersebut menunjukkan adanya indikasi bahwa beberapa

aktivitas pekerjaan dilakukan lebih dari kebutuhan sebenarnya, baik akibat metode kerja yang kurang efektif maupun adanya aktivitas tambahan yang tidak memberikan peningkatan nilai terhadap hasil akhir pekerjaan.

Selanjutnya, *non-utilized talent* menjadi faktor dominan ketiga dengan kontribusi sebesar 17,16%. Faktor ini menunjukkan bahwa aspek sumber daya manusia memiliki pengaruh terhadap efisiensi proyek, terutama apabila kemampuan tenaga kerja belum dimanfaatkan secara maksimal dalam mendukung proses pekerjaan.

Ketiga faktor tersebut memiliki kontribusi kumulatif sebesar 55,62%, sehingga berdasarkan pendekatan Pareto menjadi prioritas utama dalam upaya pengurangan *waste*. Sementara itu, lima jenis *waste* lainnya memiliki kontribusi yang lebih rendah dan tetap perlu diperhatikan, tetapi bukan menjadi fokus utama dalam tahap awal pengendalian.



Gambar 2 Diagram pareto

Waste dominan

Hasil analisis menunjukkan bahwa *overproduction* merupakan jenis *waste* paling dominan dengan kontribusi sebesar 20,12%. Dominasi *overproduction* menunjukkan bahwa terdapat aktivitas pekerjaan atau penyediaan sumber daya yang dilakukan sebelum benar-benar dibutuhkan dalam proses konstruksi. pengendalian *overproduction* dapat dilakukan melalui perencanaan kebutuhan material yang lebih akurat, pengaturan urutan pekerjaan yang sesuai jadwal, serta koordinasi yang lebih baik antar aktivitas pekerjaan.

Overprocessing menjadi jenis *waste* kedua dengan kontribusi sebesar 18,34%. Faktor ini menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan adanya proses pekerjaan yang dilakukan secara berlebihan dibandingkan kebutuhan aktual. proses kerja perlu dievaluasi untuk memastikan setiap aktivitas yang dilakukan benar-benar memberikan kontribusi terhadap hasil akhir proyek. Penyederhanaan metode kerja dan peningkatan koordinasi antar pekerja dapat menjadi langkah untuk mengurangi jenis pemborosan.

Non-utilized talent dengan kontribusi sebesar 17,16%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa faktor tenaga kerja menjadi salah satu aspek yang berpengaruh terhadap efisiensi pelaksanaan proyek. optimalisasi pembagian tugas, komunikasi antara pekerja dan pelaksana, serta pemanfaatan pengalaman tenaga kerja.

5. KESIMPULAN

Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis *waste* yang menjadi faktor dominan pada proyek pembangunan pagar, yaitu *overproduction* dengan kontribusi sebesar 20,12%, *overprocessing* sebesar 18,34%, dan *non-utilized talent* sebesar 17,16%. Ketiga jenis *waste* tersebut memiliki nilai kumulatif sebesar 55,62%, sehingga menjadi prioritas utama dalam upaya pengendalian pemborosan berdasarkan prinsip Pareto.

Dominasi *overproduction* menunjukkan bahwa pengendalian terhadap perencanaan kebutuhan pekerjaan dan pengaturan urutan aktivitas konstruksi menjadi aspek penting dalam mengurangi pemborosan. Sementara itu, dominasi *overprocessing* menunjukkan perlunya evaluasi terhadap metode kerja agar aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dapat diminimalkan. Selain itu, tingginya kontribusi *non-utilized talent* menunjukkan bahwa optimalisasi kemampuan dan keterlibatan tenaga kerja menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas pelaksanaan proyek.

Berdasarkan hasil tersebut, pendekatan *Lean Construction* dengan analisis Pareto dapat digunakan sebagai metode identifikasi awal untuk menentukan prioritas pengendalian *waste* pada proyek konstruksi. Fokus pengendalian terhadap faktor dominan diharapkan dapat membantu meningkatkan efektivitas penggunaan sumber daya serta mendukung proses pelaksanaan proyek yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)

Angelina Dwini Teras, F. R. (2025). Identifikasi Waste pada detail Aktivitas Pekerjaan Pembesian. *Ranah Research*, *7*(3), 1472–1479. https://www.jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/view/1494/1205

Anggraini, W., Siska, M., & Novitri, D. (2022). *Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste : A Case Study Construction Project in Indonesia*. *23*(1), 1–16. https://ejournal.umm.ac.id/index.php/industri/article/view/19432/12119

Fitria Arwina Munawaroh, O. L. S. (2022). ANALISIS FAKTOR PENYEBAB WASTE PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL BALIKPAPAN-SAMARINDA. *Info Teknik*, *23*(1), 29–38.

https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/infoteknik/article/view/13855/8235

Hadi, I. S., Susanto, S., & Rahmawaty, F. (2025). *Optimalisasi Strategi Lean Construction dalam Meminimalkan Pemborosan Material Besi Tulangan pada Proyek Konstruksi Rumah Sakit (Studi Kasus : Rumah Sakit X di Bojonegoro)*. 27–36. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2572

Harsa, S. R., Yola, M., & Nur, M. (2024). *Mereduksi Waste pada Konstruksi Pembangunan Fasilitas Gedung di Universitas Riau dengan Konsep Lean Construction Studi Kasus : PT . Brantas Abipraya*. *XXIV*, 197–208. https://doi.org/10.350587/Matrik

Herliandre, A., & Suryani, F. (n.d.). *Penerapan Konstruksi Ramping (Lean Construction) Pada Pembangunan Gedung Di Bintaro*. *2*(7), 34–41.

Mulawarman, L. (2026). *PARETO ANALYSIS DALAM MENENTUKAN PRIORITAS*. 44–51.

Pangestu, Y. A. (2023). *Analisis Construction Waste Untuk Mendukung Penerapan Konstruksi Ramping (Lean Construction) Pada Proyek Gedung Di Kota Malang*.

Setiono, Muji Rifai, L. A. W. (2023). IDENTIFIKASI WASTE DALAM PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Tower X , Jakarta Pusat). *Matriks Teknik Sipil*, *11*(3), 262–269.

Sunarto, & WN, H. S. (2020). *Buku Saku Analisis Pareto*.

Thoengsal, J. (2023). *Konstruksi Ramping (Lean Construction) Pada Proyek Konstruksi*.

Yuniar, R., Handayani, E., & Amalia, K. R. (2023). *Analisa Waste Material Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Lean Construction*. *8*(2), 83–90. https://doi.org/10.33087/civronlit.v8i2.119