

**PENGARUH FAKTOR WASTE LEAN CONSTRUCTION TERHADAP KINERJA  
PROYEK KONSTRUKSI: STUDI PADA PROYEK KONSTRUKSI  
DI KABUPATEN PURBALINGGA**

Saeful Prasetyo<sup>1\*</sup>, Muhammad Dede Puja Kusuma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Manajemen Konstruksi, Politeknik Madyathika,

Jl. Let Jend S. Parman No.47, Purbalingga, Jawa Tengah. Telp : 081226498073

<sup>2</sup>Prodi Administrasi Perkantoran, Politeknik Madyathika,

Jl. Let Jend S. Parman No.47, Purbalingga, Jawa Tengah. Telp : 081226498073

\*Email: [saefulprasetyo91@gmail.com](mailto:saefulprasetyo91@gmail.com)

**ABSTRAK**

Industri konstruksi masih menghadapi berbagai bentuk pemborosan (*waste*) yang dapat menghambat pencapaian kinerja proyek. Penerapan konsep *Lean Construction* menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *Defects*, *Unnecessary Inventory*, *Unnecessary Motion*, dan *Waiting* terhadap Kinerja Proyek Konstruksi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei terhadap 54 responden yang terdiri atas *project manager*, *site manager*, *site engineer*, pelaksana lapangan, pengawas lapangan, dan mandor pada sembilan proyek konstruksi rumah tinggal yang dikerjakan oleh CV Perwira Nusa Abadi di Kabupaten Purbalingga. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Data dianalisis menggunakan *Partial Least Squares-Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Defects* ( $\beta = 0,487$ ;  $p < 0,001$ ), *Unnecessary Motion* ( $\beta = 0,310$ ;  $p = 0,001$ ), dan *Waiting* ( $\beta = 0,404$ ;  $p < 0,001$ ) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi, sedangkan *Unnecessary Inventory* ( $\beta = 0,015$ ;  $p = 0,923$ ) tidak berpengaruh signifikan. Nilai  $R^2$  sebesar 0,411 menunjukkan bahwa keempat variabel mampu menjelaskan 41,1% variasi Kinerja Proyek Konstruksi. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pengurangan pemborosan yang berkaitan dengan kesalahan pekerjaan, waktu tunggu, dan pergerakan yang tidak memberikan nilai tambah merupakan faktor penting dalam meningkatkan kinerja proyek konstruksi.

Kata kunci: *Lean Construction*, *Defects*, *Unnecessary Motion*, *Waiting*, Kinerja Proyek Konstruksi.

**ABSTRACT**

The construction industry continues to face various forms of waste that hinder project performance. The implementation of *Lean Construction* provides an effective approach to reducing waste and improving project efficiency. This study aims to examine the effects of *Defects*, *Unnecessary Inventory*, *Unnecessary Motion*, and *Waiting* on Construction Project Performance. A quantitative approach with a survey method was employed involving 54 respondents, consisting of project managers, site managers, site engineers, field supervisors, field executors, and foremen from nine residential construction projects undertaken by CV Perwira Nusa Abadi in Purbalingga Regency, Indonesia. Respondents were selected using *purposive sampling*. Data were analyzed using *Partial Least Squares-Structural Equation Modeling (PLS-SEM)* with SmartPLS software. The results indicate that *Defects* ( $\beta = 0.487$ ;  $p < 0.001$ ), *Unnecessary Motion* ( $\beta = 0.310$ ;  $p = 0.001$ ), and *Waiting* ( $\beta = 0.404$ ;  $p < 0.001$ ) have positive and significant effects on Construction Project Performance, whereas *Unnecessary Inventory* ( $\beta = 0.015$ ;  $p = 0.923$ ) has no significant effect. The  $R^2$  value of 0.411 indicates that the four variables explain 41.1% of the variance in Construction Project Performance. These findings suggest that minimizing waste related to defects, waiting time, and unnecessary motion plays an important role in improving construction project performance.

Keywords: *Lean Construction*, *Defects*, *Unnecessary Motion*, *Waiting*, Construction Project Performance.

## **PENDAHULUAN**

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi melalui pembangunan infrastruktur, fasilitas publik, kawasan permukiman, dan bangunan komersial. Sektor ini memiliki keterkaitan yang erat dengan berbagai sektor ekonomi lainnya karena mampu mendorong investasi, menciptakan lapangan kerja, serta meningkatkan konektivitas dan pelayanan publik. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), sektor konstruksi memberikan kontribusi sebesar 10,43% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia pada Triwulan IV Tahun 2024, menjadikannya salah satu penyumbang terbesar dalam struktur perekonomian nasional. Seiring dengan meningkatnya aktivitas pembangunan, kompleksitas pelaksanaan proyek konstruksi juga semakin tinggi, sehingga setiap proyek dituntut mampu mencapai sasaran biaya, waktu, mutu, dan keselamatan kerja secara seimbang. Kondisi tersebut menuntut penerapan sistem manajemen proyek yang efektif agar setiap tahapan pekerjaan dapat dilaksanakan secara efisien dan memberikan nilai tambah bagi seluruh pemangku kepentingan (BPS, 2025).

Meskipun sektor konstruksi terus menunjukkan perkembangan yang positif, pelaksanaan proyek konstruksi masih menghadapi berbagai tantangan yang berdampak pada pencapaian kinerja proyek. Berbagai penelitian melaporkan bahwa keterlambatan penyelesaian pekerjaan (*project delay*), pembengkakan biaya (*cost overrun*), rendahnya produktivitas tenaga kerja, serta penurunan kualitas hasil pekerjaan masih menjadi permasalahan yang sering dijumpai pada proyek konstruksi. Kondisi tersebut umumnya dipengaruhi oleh kurang optimalnya pengelolaan sumber daya, lemahnya koordinasi antar pihak yang terlibat, perubahan pekerjaan selama pelaksanaan proyek, serta munculnya berbagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added activities*). Aktivitas yang tidak bernilai tambah tersebut mengakibatkan pemborosan sumber daya, baik dalam bentuk waktu, tenaga kerja, material, maupun biaya, sehingga berpotensi menurunkan efisiensi pelaksanaan proyek dan

berdampak pada rendahnya kinerja proyek konstruksi. Sejalan dengan hal tersebut, Pebria & Putra (2024) menyatakan bahwa penerapan standar mutu pekerjaan secara konsisten berpengaruh terhadap keberhasilan pekerjaan struktur, sehingga pengendalian mutu dan proses pelaksanaan menjadi faktor penting dalam meningkatkan kinerja proyek konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan manajemen proyek yang mampu mengidentifikasi serta mengurangi berbagai bentuk pemborosan agar pelaksanaan proyek dapat berlangsung secara lebih efektif dan efisien (Anggraini *et al.*, 2022a).

Salah satu pendekatan yang berkembang dalam manajemen proyek konstruksi untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek adalah *Lean Construction*. Konsep ini merupakan adaptasi dari *Lean Manufacturing* yang berorientasi pada penciptaan nilai (*value creation*) melalui eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*) selama siklus pelaksanaan proyek. Berbeda dengan pendekatan manajemen proyek konvensional yang lebih menitikberatkan pada pencapaian target biaya, waktu, dan mutu, *Lean Construction* menekankan perbaikan proses secara berkelanjutan (*continuous improvement*), peningkatan kolaborasi antar pemangku kepentingan, optimalisasi aliran pekerjaan (*workflow*), serta pemanfaatan sumber daya secara lebih efektif dan efisien. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada hasil akhir proyek, tetapi juga pada peningkatan kualitas proses pelaksanaan proyek secara menyeluruh.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Lean Construction* mampu meningkatkan produktivitas tenaga kerja, mengurangi pemborosan material, meminimalkan keterlambatan penyelesaian proyek, serta meningkatkan efisiensi biaya konstruksi. Selain itu, penerapan prinsip-prinsip *Lean Construction* juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pekerjaan, koordinasi antar tim proyek, serta keberhasilan pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Bigwanto *et al.* (2024) mengembangkan indikator kinerja *Lean Construction* sebagai alat untuk mengevaluasi efektivitas implementasi prinsip-prinsip *lean* pada proyek konstruksi, sedangkan Anggraini *et al.* (2022b) menunjukkan bahwa penerapan *Lean*

*Construction* mampu mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa *Lean Construction* merupakan pendekatan yang relevan untuk meningkatkan kinerja proyek konstruksi melalui pengelolaan proses yang lebih efektif dan pengurangan berbagai bentuk pemborosan.

Implementasi *Lean Construction* menempatkan waste sebagai salah satu penyebab utama menurunnya efisiensi dan kinerja proyek konstruksi. Dalam konsep *Lean Construction*, waste didefinisikan sebagai seluruh aktivitas yang mengonsumsi sumber daya, seperti waktu, tenaga kerja, material, maupun biaya, tetapi tidak memberikan nilai tambah terhadap hasil akhir proyek. Keberadaan waste menyebabkan proses pelaksanaan proyek menjadi kurang efisien, meningkatkan potensi keterlambatan, pemborosan biaya, serta menurunkan produktivitas dan kualitas pekerjaan. Oleh karena itu, identifikasi dan pengendalian waste menjadi salah satu prinsip utama dalam implementasi *Lean Construction* untuk meningkatkan nilai (*value*) yang diterima oleh pengguna jasa konstruksi (Ballard, 2000).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa bentuk waste yang sering terjadi pada proyek konstruksi, di antaranya *defects*, *waiting*, *unnecessary inventory*, dan *unnecessary motion*. *Defects* mengakibatkan pekerjaan ulang (*rework*) yang berdampak pada meningkatnya biaya dan waktu pelaksanaan proyek. *Waiting* menyebabkan tenaga kerja maupun peralatan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal akibat keterlambatan material, informasi, maupun pengambilan keputusan. *Unnecessary inventory* meningkatkan biaya penyimpanan serta risiko kerusakan material akibat persediaan yang berlebihan, sedangkan *unnecessary motion* menurunkan produktivitas karena adanya pergerakan pekerja atau peralatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses pekerjaan. Keempat faktor tersebut merupakan bentuk waste yang paling sering ditemukan pada proyek bangunan dan memiliki pengaruh langsung terhadap pencapaian biaya, waktu, mutu, dan produktivitas proyek konstruksi (Pandhega *et al.*, 2025).

Penelitian mengenai *Lean Construction* terus mengalami perkembangan dalam beberapa tahun terakhir, baik di tingkat nasional maupun internasional. Sebagian besar penelitian di Indonesia masih berfokus pada identifikasi jenis dan tingkat dominansi waste menggunakan metode seperti *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), maupun *Relative Importance Index* (RII). Pendekatan tersebut berhasil mengidentifikasi berbagai sumber pemborosan yang terjadi pada proyek konstruksi dan memberikan rekomendasi perbaikan proses pelaksanaan proyek. Sebagai contoh, Pandhega *et al.* (2025) menunjukkan bahwa implementasi *Lean Construction* mampu mengidentifikasi dan mengurangi berbagai bentuk waste pada proyek pembangunan gedung sehingga meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Sejalan dengan itu, Danureswara & Suropto (2025) menemukan bahwa *non-physical waste* seperti *waiting*, *rework*, dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah masih menjadi penyebab utama rendahnya efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi, sehingga diperlukan penerapan prinsip *Lean Construction* untuk meminimalkan pemborosan tersebut.

Perkembangan metode analisis berbasis Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) memberikan peluang untuk menguji hubungan antarvariabel secara lebih komprehensif dalam penelitian manajemen konstruksi. Berbeda dengan pendekatan deskriptif yang hanya mampu mengidentifikasi tingkat dominansi waste, PLS-SEM memungkinkan pengujian hubungan kausal antarvariabel laten secara simultan sehingga dapat menjelaskan besarnya pengaruh masing-masing faktor terhadap kinerja proyek konstruksi. Pendekatan ini juga memiliki keunggulan dalam menganalisis model penelitian yang melibatkan beberapa konstruk laten, indikator yang bersifat reflektif maupun formatif, serta jumlah sampel yang relatif terbatas. Oleh karena itu, PLS-SEM semakin banyak digunakan dalam penelitian manajemen proyek konstruksi untuk menjelaskan hubungan struktural antarvariabel dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Gazali *et al.*, 2026).

Meskipun penggunaan PLS-SEM dalam penelitian konstruksi mulai meningkat, penerapannya pada kajian *Lean Construction* di Indonesia masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian lebih banyak mengidentifikasi jenis *waste* dan memberikan rekomendasi perbaikan proses, sedangkan penelitian yang secara khusus menguji pengaruh *defects*, *waiting*, *unnecessary inventory*, dan *unnecessary motion* terhadap kinerja proyek konstruksi melalui model struktural masih sedikit ditemukan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian yang tidak hanya mengidentifikasi *waste*, tetapi juga menguji hubungan empiris antarvariabel sehingga diperoleh bukti ilmiah mengenai faktor *waste* yang paling berpengaruh terhadap kinerja proyek konstruksi (Danureswara & Suripto, 2025).

Kabupaten Purbalingga merupakan salah satu daerah di Provinsi Jawa Tengah yang dalam beberapa tahun terakhir terus mengalami perkembangan pembangunan pada sektor permukiman, fasilitas umum, pendidikan, kesehatan, serta infrastruktur pendukung lainnya. Meningkatnya aktivitas pembangunan tersebut mendorong bertambahnya jumlah proyek konstruksi dengan karakteristik yang beragam, sehingga kebutuhan terhadap pengelolaan proyek yang efektif dan efisien menjadi semakin penting. Dalam pelaksanaannya, setiap proyek memiliki karakteristik pekerjaan, sumber daya, metode pelaksanaan, dan kondisi lapangan yang berbeda sehingga berpotensi menimbulkan berbagai bentuk *waste* yang dapat memengaruhi pencapaian biaya, waktu, mutu, dan produktivitas proyek. Oleh karena itu, penerapan prinsip *Lean Construction* menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk meminimalkan pemborosan dan meningkatkan kinerja proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga (BPS Kabupaten Purbalingga, 2025).

Selain itu, kajian mengenai implementasi *Lean Construction* pada proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada proyek-proyek di kota besar atau pada perusahaan konstruksi berskala nasional, sehingga belum banyak memberikan gambaran empiris mengenai kondisi proyek konstruksi di daerah. Padahal, karakteristik proyek yang dikerjakan oleh kontraktor lokal

memiliki tantangan tersendiri, terutama dalam pengelolaan sumber daya, pengendalian proses pelaksanaan, serta upaya meminimalkan *waste*. Oleh karena itu, Kabupaten Purbalingga dipilih sebagai lokasi penelitian untuk memperoleh bukti empiris mengenai pengaruh faktor *waste Lean Construction* terhadap kinerja proyek konstruksi pada konteks proyek bangunan yang dilaksanakan oleh kontraktor lokal.

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*) dalam kajian *Lean Construction*. Pertama, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada identifikasi jenis dan tingkat dominansi *waste* menggunakan pendekatan deskriptif, seperti *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), maupun *Relative Importance Index* (RII), sehingga belum mampu menjelaskan hubungan kausal antara faktor-faktor *waste* dengan kinerja proyek konstruksi. Kedua, penelitian yang menerapkan pendekatan Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) dalam bidang *Lean Construction* masih lebih banyak mengkaji implementasi *Lean Construction*, *critical success factors*, maupun *sustainable project performance*, sedangkan penelitian yang secara khusus menguji pengaruh *defects*, *waiting*, *unnecessary inventory*, dan *unnecessary motion* terhadap kinerja proyek konstruksi masih relatif terbatas. Ketiga, penelitian mengenai *Lean Construction* pada proyek konstruksi yang dikerjakan oleh kontraktor lokal di daerah, khususnya di Kabupaten Purbalingga, masih sangat sedikit sehingga belum tersedia bukti empiris yang dapat dijadikan dasar dalam penyusunan strategi pengendalian *waste* untuk meningkatkan kinerja proyek konstruksi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian yang mampu menjelaskan hubungan empiris antara faktor-faktor *waste* dengan kinerja proyek konstruksi menggunakan pendekatan analisis yang lebih komprehensif.

Penelitian ini menawarkan model empiris yang mengintegrasikan empat faktor *waste Lean Construction*, yaitu *defects*, *waiting*, *unnecessary inventory*, dan *unnecessary motion*, dalam satu model struktural untuk menguji pengaruhnya terhadap kinerja proyek konstruksi menggunakan pendekatan Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). Berbeda dengan penelitian



terdahulu yang lebih banyak mengidentifikasi tingkat dominansi waste, penelitian ini berfokus pada pengujian hubungan kausal antarvariabel sehingga mampu memberikan gambaran mengenai faktor waste yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kinerja proyek konstruksi. Selain memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian *Lean Construction*, hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar bagi kontraktor dalam menentukan prioritas pengendalian waste guna meningkatkan efisiensi pelaksanaan dan kinerja proyek konstruksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menguji pengaruh faktor waste *Lean Construction* yang terdiri atas defects, waiting, unnecessary inventory, dan unnecessary motion terhadap kinerja proyek konstruksi menggunakan pendekatan Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan kajian *Lean Construction* serta menjadi referensi bagi kontraktor dalam menyusun strategi pengendalian waste guna meningkatkan efisiensi dan kinerja proyek konstruksi.

## **METODE PENELITIAN**

### ***Bahan dan Alat***

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada personel proyek yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan proyek konstruksi, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, laporan proyek, serta berbagai literatur ilmiah yang berkaitan dengan *Lean Construction* dan kinerja proyek konstruksi.

Instrumen penelitian berupa kuesioner yang disusun berdasarkan indikator masing-masing variabel penelitian, yaitu defects, waiting, unnecessary inventory, unnecessary motion, dan kinerja proyek konstruksi. Seluruh indikator diukur menggunakan skala Likert lima poin, mulai dari skor 1 (*sangat tidak setuju*) hingga skor 5 (*sangat setuju*).

Peralatan yang digunakan meliputi komputer atau laptop, perangkat lunak Microsoft Excel untuk tabulasi data, SmartPLS 3 untuk analisis model pengukuran dan model

struktural, serta Mendeley Desktop untuk pengelolaan referensi.

### ***Desain Penelitian dan Analisa Data***

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian explanatory research, yaitu penelitian yang bertujuan menguji hubungan kausal antara faktor-faktor waste *Lean Construction* terhadap kinerja proyek konstruksi. Variabel independen dalam penelitian ini terdiri atas defects ( $X_1$ ), waiting ( $X_2$ ), unnecessary inventory ( $X_3$ ), dan unnecessary motion ( $X_4$ ), sedangkan variabel dependen adalah kinerja proyek konstruksi ( $Y$ ).

Objek penelitian merupakan sembilan proyek konstruksi bangunan rumah tinggal yang dikerjakan oleh CV Perwira Nusa Abadi di Kabupaten Purbalingga selama periode 2025–2026. Jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 54 orang yang berasal dari sembilan proyek konstruksi tersebut. Responden dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria telah terlibat secara langsung dalam pelaksanaan proyek, memiliki pengalaman pada proyek konstruksi, serta memahami proses pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan bidang tugasnya.

Responden penelitian merupakan personel proyek yang terlibat secara langsung dalam pelaksanaan proyek, seperti Project Manager, Site Manager, Site Engineer, Pelaksana Lapangan, Pengawas Lapangan, dan Mandor. Penentuan responden dilakukan menggunakan teknik purposive sampling, yaitu memilih responden berdasarkan kriteria memiliki pengalaman dan keterlibatan langsung dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang disusun berdasarkan indikator masing-masing variabel penelitian. Seluruh indikator diukur menggunakan skala Likert lima poin, yaitu skor 1 = sangat tidak setuju sampai dengan 5 = sangat setuju.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SmartPLS 3 dengan pendekatan Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). Tahap awal analisis dilakukan melalui evaluasi model pengukuran (*outer model*) untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen penelitian. Validitas konvergen dievaluasi berdasarkan

nilai outer loading dengan batas minimal 0,70 dan Average Variance Extracted (AVE) lebih besar dari 0,50. Validitas diskriminan diuji menggunakan Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT), sedangkan reliabilitas konstruk dievaluasi berdasarkan nilai Cronbach's Alpha dan Composite Reliability yang masing-masing lebih besar dari 0,70 (Hair *et al.*, 2022).

Selanjutnya dilakukan evaluasi model struktural (*inner model*) untuk mengetahui hubungan antarvariabel laten. Evaluasi model dilakukan melalui pengujian nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk menilai kemampuan model dalam menjelaskan variabel endogen. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan prosedur bootstrapping dengan tingkat signifikansi 5%. Hipotesis dinyatakan diterima apabila memiliki nilai  $t$ -statistic  $> 1,96$  dan  $p$ -value  $< 0,05$ , sehingga menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan antarvariabel dalam model penelitian

#### *Pelaksanaan Penelitian*

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari identifikasi permasalahan hingga penyusunan kesimpulan penelitian. Tahap pertama adalah identifikasi masalah melalui observasi awal dan studi literatur mengenai implementasi *Lean Construction* pada proyek konstruksi, khususnya yang berkaitan dengan *waste* dan kinerja proyek konstruksi. Selanjutnya dilakukan penyusunan kerangka konseptual, penentuan variabel penelitian, serta penyusunan instrumen penelitian berdasarkan indikator defects, waiting, unnecessary inventory, unnecessary motion, dan kinerja proyek konstruksi yang diperoleh dari berbagai literatur ilmiah.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner kepada personel yang terlibat langsung pada sembilan proyek konstruksi bangunan rumah tinggal yang dikerjakan oleh CV Perwira Nusa Abadi di Kabupaten Purbalingga selama periode 2025–2026. Kuesioner yang telah terkumpul kemudian dilakukan pemeriksaan (*editing*), pemberian kode (*coding*), serta tabulasi data sebelum dianalisis.

Tahap analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SmartPLS 3. Analisis diawali dengan evaluasi model pengukuran (*outer model*) untuk menguji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian.

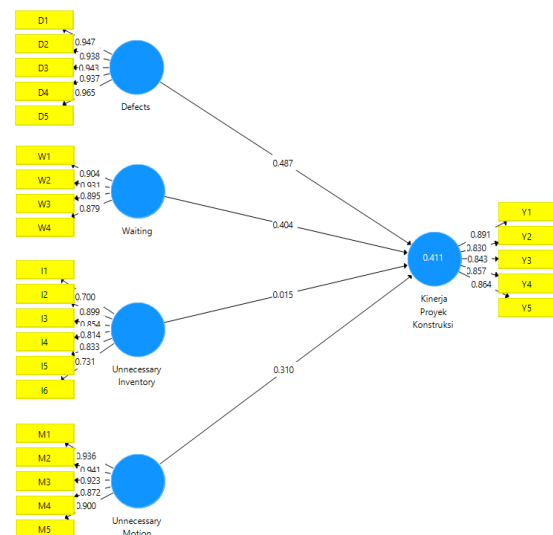
Selanjutnya dilakukan evaluasi model struktural (*inner model*) untuk mengetahui hubungan antarvariabel serta menguji hipotesis penelitian menggunakan metode bootstrapping pada tingkat signifikansi 5%. Tahap akhir penelitian adalah interpretasi hasil analisis, pembahasan temuan penelitian berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, serta penyusunan kesimpulan dan rekomendasi.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### *Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)*

##### *Uji Validitas Kovergen*

Analisis model pengukuran dilakukan menggunakan metode PLS Algorithm pada SmartPLS 3 untuk mengetahui validitas dan reliabilitas indikator pada setiap konstruk penelitian.



**Gambar 1. Hasil Analisis Model Pengukuran (Outer Model)**

Analisis model pengukuran (*outer model*) dilakukan menggunakan metode PLS Algorithm pada perangkat lunak SmartPLS 3 untuk mengevaluasi validitas dan reliabilitas indikator pada setiap konstruk penelitian. Hasil analisis model pengukuran disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, seluruh indikator telah terhubung dengan konstruk masing-masing sesuai model penelitian yang dibangun. Nilai outer loading pada setiap indikator selanjutnya dievaluasi untuk mengetahui tingkat validitas konvergen, sedangkan reliabilitas konstruk dianalisis melalui nilai Cronbach's Alpha, Composite Reliability, dan

Average Variance Extracted (AVE). Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Nilai Outer Loading**

| Indikator | Outer Loading | Keterangan |
|-----------|---------------|------------|
| D1        | 0.947         | Valid      |
| D2        | 0.938         | Valid      |
| D3        | 0.943         | Valid      |
| D4        | 0.937         | Valid      |
| D5        | 0.965         | Valid      |
| I1        | 0.700         | Valid      |
| I2        | 0.899         | Valid      |
| I3        | 0.854         | Valid      |
| I4        | 0.814         | Valid      |
| I5        | 0.833         | Valid      |
| I6        | 0.731         | Valid      |
| M1        | 0.936         | Valid      |
| M2        | 0.941         | Valid      |
| M3        | 0.923         | Valid      |
| M4        | 0.872         | Valid      |
| M5        | 0.900         | Valid      |
| W1        | 0.904         | Valid      |
| W2        | 0.931         | Valid      |
| W3        | 0.895         | Valid      |
| W4        | 0.879         | Valid      |
| Y1        | 0.891         | Valid      |
| Y2        | 0.830         | Valid      |
| Y3        | 0.843         | Valid      |
| Y4        | 0.857         | Valid      |
| Y5        | 0.864         | Valid      |

*Keterangan: Seluruh indikator memiliki nilai outer loading di atas 0,70 sehingga seluruh indikator dinyatakan valid dalam mengukur konstruk penelitian.*

Uji validitas konvergen dilakukan menggunakan nilai outer loading, dengan kriteria indikator dinyatakan valid apabila memiliki nilai outer loading lebih dari 0,70. Berdasarkan Tabel 1, seluruh indikator pada konstruk *Defects*, *Unnecessary Inventory*, *Unnecessary Motion*, *Waiting*, dan *Kinerja Proyek Konstruksi* memiliki nilai outer loading berkisar antara 0,700–0,965. Seluruh nilai tersebut telah memenuhi kriteria outer loading  $\geq 0,70$  sehingga seluruh indikator dinyatakan valid dan mampu merepresentasikan konstruk yang diukur. Dengan demikian, model pengukuran telah memenuhi persyaratan validitas konvergen, sehingga seluruh indikator dapat digunakan pada tahap analisis selanjutnya.

Uji Reliabilitas dan Validitas Konstruk

**Tabel 2. Construct Reliability and Validity**

|                | Cronbach's Alpha | Composite Reliability | AVE   |
|----------------|------------------|-----------------------|-------|
| Defects        | 0.971            | 0.977                 | 0.895 |
| Inventory      | 0.913            | 0.918                 | 0.653 |
| Kinerja Proyek | 0.910            | 0.933                 | 0.735 |
| Motion         | 0.951            | 0.962                 | 0.837 |
| Waiting        | 0.924            | 0.946                 | 0.814 |

*Keterangan: Konstruk dinyatakan reliabel apabila memiliki nilai Cronbach's Alpha  $\geq 0,70$  dan Composite Reliability  $\geq 0,70$ , serta memenuhi validitas konvergen apabila memiliki nilai Average Variance Extracted (AVE)  $\geq 0,50$*

Berdasarkan Tabel 2, seluruh variabel penelitian memiliki nilai Cronbach's Alpha berkisar antara 0,910-0,971, sehingga seluruh konstruk dinyatakan memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat baik karena telah memenuhi nilai minimum 0,70. Selain itu, nilai Composite Reliability pada seluruh variabel berada pada rentang 0,918-0,977, yang menunjukkan bahwa masing-masing konstruk memiliki reliabilitas yang sangat baik dalam mengukur variabel laten. Nilai Average Variance Extracted (AVE) juga berada pada kisaran 0,653-0,895, sehingga seluruh konstruk telah memenuhi kriteria validitas konvergen karena memiliki nilai AVE di atas 0,50.

Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian reliabilitas dan validitas konstruk dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel penelitian memenuhi kriteria yang ditetapkan dan layak untuk digunakan pada tahap evaluasi model struktural (*inner model*) dan pengujian hipotesis.

#### **Uji Validitas Diskriminan**

Validitas diskriminan dievaluasi menggunakan Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT). Suatu konstruk dinyatakan memenuhi validitas diskriminan apabila memiliki nilai HTMT  $< 0,90$ . Hasil pengujian HTMT disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT).

|                          | Defects | Kinerja<br>Proyek | Unnecessary<br>Inventory | Unnecessary<br>Motion | Waiting |
|--------------------------|---------|-------------------|--------------------------|-----------------------|---------|
| Defects                  |         |                   |                          |                       |         |
| Kinerja<br>Proyek        | 0.427   |                   |                          |                       |         |
| Unnecessary<br>Inventory | 0.100   | 0.146             |                          |                       |         |
| Unnecessary<br>Motion    | 0.070   | 0.334             | 0.124                    |                       |         |
| Waiting                  | 0.250   | 0.295             | 0.310                    | 0.104                 |         |

Berdasarkan Tabel 3, seluruh nilai HTMT berada di bawah 0,90, sehingga seluruh konstruk memenuhi kriteria validitas diskriminan dan mampu dibedakan secara empiris dari konstruk lainnya.

#### Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)

##### Koefisien Determinasi

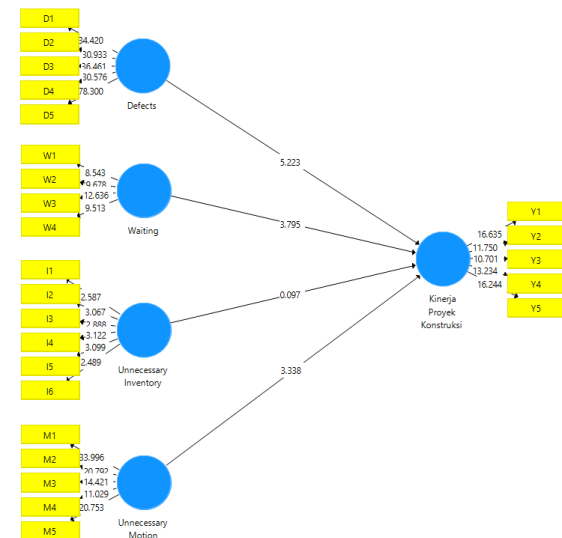
Koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengukur kemampuan variabel eksogen dalam menjelaskan variasi pada variabel endogen. Hasil pengujian koefisien determinasi ( $R^2$ ) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai  $R^2$

| Variabel Endogen          | $R^2$ |
|---------------------------|-------|
| Kinerja Proyek Konstruksi | 0.411 |

Berdasarkan Tabel 4, nilai  $R^2$  pada variabel Kinerja Proyek Konstruksi sebesar 0,411. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel *Defects*, *Unnecessary Inventory*, *Unnecessary Motion*, dan *Waiting* secara bersama-sama mampu menjelaskan sebesar 41,1% variasi yang terjadi pada Kinerja Proyek Konstruksi. Sementara itu, sebesar 58,9% variasi kinerja proyek konstruksi dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model penelitian yang tidak dianalisis dalam penelitian ini, seperti kompetensi tenaga kerja, kepemimpinan manajer proyek, komunikasi tim, kualitas perencanaan, pengendalian biaya, kondisi cuaca, ketersediaan peralatan, serta faktor eksternal lainnya. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Hair *et al.* (2022), nilai  $R^2$  sebesar 0,411 termasuk dalam kategori sedang (moderate). Hal ini menunjukkan bahwa model struktural yang dibangun memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menjelaskan hubungan antara variabel-variabel waste Lean Construction terhadap kinerja proyek

konstruksi, sehingga model dinilai layak untuk dilanjutkan pada tahap pengujian hipotesis melalui analisis bootstrapping.



Gambar 2. Hasil Bootstrapping

Berdasarkan Gambar 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel *Defects* berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan koefisien jalur sebesar 0,487, nilai t-statistic sebesar 5,223, dan p-value 0,000 ( $<0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis pertama (H1) diterima. Variabel *Unnecessary Inventory* memiliki koefisien jalur sebesar 0,015, dengan nilai t-statistic sebesar 0,097 dan p-value 0,923 ( $>0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Unnecessary Inventory* tidak berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi, sehingga hipotesis kedua (H2) ditolak. Selanjutnya, variabel *Unnecessary Motion* berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan koefisien jalur sebesar 0,310, nilai t-statistic sebesar 3,338, dan p-value 0,001 ( $<0,05$ ). Dengan demikian, hipotesis ketiga (H3) diterima. Variabel *Waiting* juga menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan koefisien jalur sebesar 0,404, nilai t-statistic sebesar 3,795, dan p-value 0,000 ( $<0,05$ ). Oleh karena itu, hipotesis keempat (H4) diterima.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa dari empat variabel waste Lean Construction yang diteliti, *Defects* memiliki pengaruh paling besar terhadap



Kinerja Proyek Konstruksi ( $\beta = 0,487$ ), diikuti oleh *Waiting* ( $\beta = 0,404$ ) dan *Unnecessary Motion* ( $\beta = 0,310$ ). Sementara itu, *Unnecessary Inventory* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja proyek. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kinerja proyek konstruksi lebih dipengaruhi oleh upaya meminimalkan *defects*, *waiting*, dan *unnecessary motion* dibandingkan dengan pengendalian *unnecessary inventory*.

#### Pengujian Hipotesis

|              | Original ... | Sample ... | Standard ... | T Statistic... | P Values |
|--------------|--------------|------------|--------------|----------------|----------|
| Defects ~... | 0.487        | 0.483      | 0.093        | 5.223          | 0.000    |
| Unnecess...  | 0.015        | 0.028      | 0.153        | 0.097          | 0.923    |
| Unnecess...  | 0.310        | 0.302      | 0.093        | 3.338          | 0.001    |
| Waiting ~... | 0.404        | 0.409      | 0.107        | 3.795          | 0.000    |

Gambar 3. Pengujian Hipotesis

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa tiga dari empat variabel independen memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi. Variabel *Defects* memiliki koefisien jalur (path coefficient) sebesar 0,487 dengan nilai t-statistic 5,223 dan p-value 0,000, sehingga berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja proyek konstruksi. Variabel *Unnecessary Motion* juga menunjukkan pengaruh positif dan signifikan dengan koefisien jalur sebesar 0,310, nilai t-statistic 3,338, dan p-value 0,001. Demikian pula, variabel *Waiting* berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja proyek konstruksi dengan koefisien jalur sebesar 0,404, nilai t-statistic 3,795, dan p-value 0,000. Sebaliknya, variabel *Unnecessary Inventory* memiliki koefisien jalur sebesar 0,015 dengan nilai t-statistic 0,097 dan p-value 0,923, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja proyek konstruksi karena nilai p-value lebih besar dari 0,05 dan t-statistic lebih kecil dari 1,96. Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh *Unnecessary Inventory* terhadap kinerja proyek konstruksi ditolak, sedangkan hipotesis mengenai pengaruh *Defects*, *Unnecessary Motion*, dan *Waiting* terhadap kinerja proyek konstruksi diterima. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa *Defects* merupakan variabel yang memiliki pengaruh paling kuat terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan nilai koefisien jalur sebesar 0,487, diikuti oleh

*Waiting* sebesar 0,404, dan *Unnecessary Motion* sebesar 0,310. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan kinerja proyek konstruksi lebih dipengaruhi oleh upaya meminimalkan *defects*, *waiting*, dan *unnecessary motion*, sedangkan pengendalian *unnecessary inventory* belum memberikan pengaruh yang signifikan pada proyek konstruksi yang menjadi objek penelitian.

#### Pengaruh Defects terhadap Kinerja Proyek Konstruksi

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa *Defects* berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan nilai koefisien jalur (path coefficient) sebesar 0,487, nilai t-statistic sebesar 5,223, dan p-value sebesar 0,000 ( $<0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis pertama (H1) diterima. Nilai koefisien jalur yang positif mengindikasikan bahwa semakin baik pengelolaan dan pengendalian terhadap waste *defects*, maka semakin baik pula kinerja proyek konstruksi yang dihasilkan. Dalam konsep Lean Construction, *defects* merupakan salah satu bentuk pemborosan yang muncul akibat pekerjaan yang tidak sesuai spesifikasi sehingga memerlukan perbaikan (*rework*), penggantian material, maupun penambahan waktu pelaksanaan proyek. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya biaya, keterlambatan penyelesaian pekerjaan, serta menurunnya produktivitas proyek. Oleh karena itu, upaya meminimalkan terjadinya *defects* menjadi salah satu strategi utama dalam meningkatkan efisiensi dan keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa *Defects* merupakan variabel yang memiliki pengaruh paling besar terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dibandingkan variabel waste lainnya yang diteliti. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kualitas hasil pekerjaan menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan proyek konstruksi, khususnya pada proyek pembangunan rumah tinggal di Kabupaten Purbalingga. Semakin rendah tingkat kesalahan pekerjaan yang terjadi, semakin kecil kebutuhan pekerjaan ulang (*rework*), sehingga waktu pelaksanaan, biaya proyek, dan mutu pekerjaan dapat lebih terjaga sesuai target yang telah direncanakan. Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep *Lean*

*Construction* yang dikemukakan oleh Koskela (1992) yang menyatakan bahwa pengurangan pemborosan (*waste elimination*), khususnya akibat defects, merupakan salah satu prinsip utama dalam meningkatkan nilai (*value*) dan efisiensi proses konstruksi. Temuan ini juga didukung oleh Ballard dan Howell (1998) yang menjelaskan bahwa kesalahan pekerjaan menjadi penyebab utama rendahnya produktivitas proyek karena memicu pekerjaan ulang, pemborosan sumber daya, serta keterlambatan penyelesaian proyek. Dengan demikian, peningkatan sistem pengendalian mutu, pengawasan pekerjaan, koordinasi antarpekerja, serta penerapan standar operasional yang konsisten menjadi langkah penting untuk meminimalkan defects dan meningkatkan kinerja proyek konstruksi.

#### *Pengaruh Unnecessary Inventory terhadap Kinerja Proyek Konstruksi*

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa Unnecessary Inventory tidak berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi, dengan nilai koefisien jalur (*path coefficient*) sebesar 0,015, nilai t-statistic sebesar 0,097, dan p-value sebesar 0,923 ( $>0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis kedua (H2) ditolak. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberadaan pemborosan berupa persediaan material yang berlebihan belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap kinerja proyek konstruksi pada objek penelitian. Kondisi tersebut dapat terjadi karena proyek-proyek konstruksi rumah tinggal yang menjadi objek penelitian umumnya memiliki skala pekerjaan yang relatif kecil hingga menengah dengan kebutuhan material yang telah direncanakan berdasarkan tahapan pekerjaan. Pengadaan material dilakukan secara bertahap sesuai jadwal pelaksanaan proyek sehingga jumlah persediaan yang berada di lokasi proyek tidak terlalu besar. Dengan sistem pengadaan seperti ini, potensi pemborosan akibat kelebihan persediaan material dapat diminimalkan dan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap biaya, waktu, maupun mutu proyek. Selain itu, kontraktor cenderung menerapkan pengendalian material yang cukup baik melalui penyesuaian volume pembelian dengan kebutuhan lapangan. Praktik tersebut membuat risiko kerusakan material, penumpukan stok,

maupun biaya penyimpanan menjadi relatif rendah. Akibatnya, dibandingkan dengan pemborosan lain seperti defects, waiting, dan unnecessary motion, pengaruh unnecessary inventory terhadap kinerja proyek menjadi tidak dominan. Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep Lean Construction yang dikemukakan oleh Koskela (1992), yang menyatakan bahwa setiap jenis *waste* memiliki tingkat pengaruh yang berbeda tergantung pada karakteristik proyek dan sistem pengelolaan konstruksi yang diterapkan. Pada proyek yang memiliki perencanaan material dan sistem pengadaan yang baik, pemborosan akibat persediaan berlebih cenderung dapat dikendalikan sehingga tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja proyek. Oleh karena itu, meskipun pengendalian persediaan tetap penting untuk menjaga efisiensi penggunaan sumber daya, peningkatan kinerja proyek pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh kemampuan kontraktor dalam mengurangi kesalahan pekerjaan (*defects*), mengurangi waktu menunggu (*waiting*), serta meminimalkan pergerakan yang tidak memberikan nilai tambah (*unnecessary motion*).

#### *Pengaruh Unnecessary Motion terhadap Kinerja Proyek Konstruksi*

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa Unnecessary Motion berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan nilai koefisien jalur (*path coefficient*) sebesar 0,310, nilai t-statistic sebesar 3,338, dan p-value sebesar 0,001 ( $<0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis ketiga (H3) diterima. Nilai koefisien jalur yang positif mengindikasikan bahwa semakin baik pengelolaan dan pengurangan pemborosan akibat *unnecessary motion*, maka semakin baik pula kinerja proyek konstruksi. Dalam konsep Lean Construction, *unnecessary motion* merupakan aktivitas atau pergerakan pekerja, material, maupun peralatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap proses konstruksi. Pergerakan yang tidak efisien, seperti pekerja yang harus berjalan jauh untuk mengambil material atau peralatan, tata letak area kerja yang kurang optimal, serta penempatan material yang tidak sesuai dengan alur pekerjaan, dapat mengurangi produktivitas tenaga kerja dan memperpanjang waktu

penyelesaian pekerjaan. Oleh karena itu, pengurangan *unnecessary motion* menjadi salah satu upaya penting untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan tata letak lokasi proyek, penempatan material, serta pengaturan alur kerja yang lebih efektif mampu meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan memperlancar pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Dengan berkurangnya aktivitas yang tidak bernilai tambah, waktu kerja dapat dimanfaatkan secara lebih optimal sehingga target waktu, biaya, dan mutu proyek lebih mudah dicapai. Meskipun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan variabel Defects dan Waiting, Unnecessary Motion tetap memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kinerja proyek konstruksi. Temuan penelitian ini sejalan dengan konsep Lean Construction yang dikemukakan oleh Koskela (1992), yang menyatakan bahwa pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added activities*) merupakan salah satu prinsip utama untuk meningkatkan efisiensi proses konstruksi. Selain itu, Ballard dan Howell (1998) menjelaskan bahwa pengelolaan alur kerja (*workflow*) yang baik mampu mengurangi pemborosan akibat pergerakan yang tidak perlu sehingga produktivitas tenaga kerja dan kinerja proyek dapat meningkat. Oleh karena itu, kontraktor perlu mengoptimalkan tata letak area kerja, sistem penyimpanan material, serta koordinasi pelaksanaan pekerjaan agar pergerakan pekerja dan peralatan menjadi lebih efisien dan mendukung keberhasilan proyek konstruksi.

#### *Pengaruh Waiting terhadap Kinerja Proyek Konstruksi*

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa Waiting berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek Konstruksi dengan nilai koefisien jalur (*path coefficient*) sebesar 0,404, nilai t-statistic sebesar 3,795, dan p-value sebesar 0,000 ( $<0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis keempat ( $H_4$ ) diterima. Nilai koefisien jalur yang positif mengindikasikan bahwa semakin baik pengelolaan dan pengurangan pemborosan akibat waiting, maka semakin baik pula kinerja proyek konstruksi. Dalam konsep Lean Construction, *waiting* merupakan pemborosan

yang terjadi ketika tenaga kerja, material, peralatan, atau proses pekerjaan mengalami waktu tunggu sehingga aktivitas konstruksi tidak dapat berjalan secara optimal. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh keterlambatan kedatangan material, kurangnya koordinasi antarpekerjaan, keterlambatan pengambilan keputusan, maupun menunggu penyelesaian pekerjaan pada tahapan sebelumnya. Akibatnya, produktivitas tenaga kerja menurun, waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih lama, serta biaya operasional proyek dapat meningkat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengurangan waktu tunggu selama pelaksanaan proyek memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kinerja proyek konstruksi. Hal ini mengindikasikan bahwa koordinasi yang baik antarpekerja, ketepatan jadwal pengadaan material, kesiapan peralatan, serta perencanaan pekerjaan yang efektif mampu mengurangi terjadinya waktu tunggu yang tidak bernilai tambah. Dengan demikian, proses pelaksanaan proyek dapat berlangsung lebih lancar, produktivitas meningkat, dan target waktu maupun mutu proyek lebih mudah dicapai. Temuan penelitian ini sejalan dengan konsep Lean Construction yang dikemukakan oleh Koskela (1992), yang menyatakan bahwa pengurangan pemborosan, termasuk waktu tunggu (*waiting*), merupakan salah satu prinsip utama dalam meningkatkan efisiensi proses konstruksi dan menciptakan nilai (*value*) bagi proyek. Selain itu, Ballard dan Howell (1998) menjelaskan bahwa kelancaran aliran pekerjaan (*workflow*) sangat dipengaruhi oleh minimnya aktivitas menunggu, sehingga proses produksi dapat berlangsung secara berkesinambungan dan produktivitas proyek meningkat. Oleh karena itu, kontraktor perlu meningkatkan koordinasi antarbagian, menyusun jadwal kerja yang realistis, memastikan ketersediaan material dan peralatan tepat waktu, serta memperkuat sistem komunikasi di lapangan untuk meminimalkan terjadinya waktu tunggu selama pelaksanaan proyek konstruksi.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Partial Least Squares-Structural Equation Modeling (PLS-SEM), dapat disimpulkan bahwa Defects, Unnecessary Motion, dan Waiting berpengaruh positif dan signifikan

terhadap Kinerja Proyek Konstruksi, sedangkan Unnecessary Inventory tidak berpengaruh signifikan. Variabel Defects merupakan faktor yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kinerja proyek konstruksi, diikuti oleh Waiting dan Unnecessary Motion. Temuan ini menunjukkan bahwa upaya mengurangi kesalahan pekerjaan (defects), meminimalkan waktu tunggu (waiting), serta mengoptimalkan pergerakan pekerja dan material yang tidak memberikan nilai tambah (unnecessary motion) merupakan aspek yang lebih menentukan dalam meningkatkan kinerja proyek dibandingkan pengendalian persediaan material yang berlebihan (unnecessary inventory). Selain itu, nilai  $R^2$  sebesar 0,411 menunjukkan bahwa variabel Defects, Unnecessary Inventory, Unnecessary Motion, dan Waiting mampu menjelaskan 41,1% variasi Kinerja Proyek Konstruksi, sedangkan 58,9% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian. Dengan demikian, penerapan prinsip Lean Construction, khususnya dalam mengurangi pemborosan yang berdampak langsung terhadap proses pelaksanaan proyek, dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keberhasilan proyek konstruksi. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya mengkaji empat jenis waste pada Lean Construction dan dilakukan pada proyek konstruksi rumah tinggal di Kabupaten Purbalingga. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji jenis waste lainnya, seperti overproduction, transportation, dan overprocessing, serta memasukkan variabel lain yang berpotensi memengaruhi kinerja proyek, seperti kompetensi tenaga kerja, kepemimpinan proyek, komunikasi tim, dan manajemen risiko. Selain itu, cakupan objek penelitian dapat diperluas pada berbagai jenis proyek konstruksi dan wilayah yang berbeda sehingga hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anggraini, W., Harpito, Siska, M., & Novitri, D. (2022a). Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 1–16.
- Anggraini, W., Harpito, Siska, M., & Novitri, D. (2022b). Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 1–16. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol23.no.1.1-16>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Indikator Konstruksi* (Fajar Handayani, Krisbanu Aji, & Ismatulloh Rosida, Eds.; Vol. 19).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga. (2025). *Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten Purbalingga* (Vol. 9). Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga.
- Ballard, H. G. (2000). *THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL ACKNOWLEDGEMENTS*. Ph.D. thesis, Faculty of Engineering, University of Birmingham, UK
- Bigwanto, A., Widayati, N., Wibowo, M. A., & Sari, E. M. (2024). Key Performance Indicators (KPI) to Measure Effectiveness of Lean Construction in Indonesian Project. *Sustainability (Switzerland)*, 16(15). <https://doi.org/10.3390/su16156461>
- Danureswara, R. R., & Suropto. (2025). Evaluasi Non-Physical Waste Pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit X Dengan Penerapan Lean Construction. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 6(1), 25–29. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v6i1.964>
- Gazali, A., Wirdianto, A., Aminullah, A., Anisah, A., Alaida, R., & Sari, L. T. (2026). IMPACTS OF WAITING-TYPE NON-PHYSICAL WASTE ON SCHEDULE DEVIATION IN LEAN-MANAGED BUILDING PROJECTS IN INDONESIA. *Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC*, 34, 1677–1688. <https://doi.org/10.24928/2026/0234>



Pandhega, R., Purnomo, F., Arystianto, D. P.,  
Manajemen, M., Konstruksi, R., Teknik,  
J., Politeknik, S., Malang, N., Jurusan, D.,  
Sipil, T., & Malang, P. N. (2025).  
*ANALISIS IMPLEMENTASI LEAN  
CONSTRUCTION UNTUK  
MENGURANGI WASTE PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN GEDUNG ITB  
SCIENCE TECHNO PARK BANDUNG*  
(Vol. 6, Number 2).  
<http://jurnal.polinema.ac.id/>

Pebria, S. A. P., & Putra, I. N. D. P. P. (2024).  
Analisis Standar Mutu Pekerjaan Struktur  
Terhadap Keberhasilan Pekerjaan  
Struktur Pada Proyek Pembangunan  
Gedung Kuliah dan Laboratorium. *Jurnal  
Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah  
Medan*, 12(1), 10–20.  
[https://ejurnal.univamedan.ac.id/index.ph  
p/alulum/article/view/627/480](https://ejurnal.univamedan.ac.id/index.php/alulum/article/view/627/480)