

Analisis Waste Lean Construction terhadap Efisiensi Proyek Konstruksi di Kabupaten Purbalingga

Saeful Prasetyo^{a*}

^a Politeknik Madyathika Purbalingga,
email: saefulprasetyo91@gmail.com*

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received : 13 Januari 2026

Revised : 11 Februari 2026

Accepted : 16 Februari 2026

Keywords:

Lean Construction, waste, defects, project efficiency, SmartPLS

Kata Kunci:

Lean Construction, waste, defects, efisiensi proyek, SmartPLS

DOI: 10.62335

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of Lean Construction waste on construction project efficiency in Purbalingga Regency. Waste in this study focused on three main variables: defects, waiting, and unutilized resources. The study used a mixed methods approach with quantitative methods as the primary method, supported by qualitative data through interviews. Quantitative data were obtained from 95 respondents involved in the construction project and analyzed using SmartPLS. The results showed that all Lean Construction waste variables had a negative and significant effect on project efficiency. Defects had the most dominant influence with a coefficient of -0.480, followed by unutilized resources at -0.273, and waiting at -0.205. An R-Square value of 0.850 indicates that 85% of the variation in project efficiency can be explained by these three variables. Interview results also confirmed that work errors, waiting times due to material delays, and suboptimal resource utilization were the main factors reducing project efficiency. This study concludes that consistent application of Lean Construction principles can be an effective strategy for minimizing waste and increasing the efficiency of construction projects in Purbalingga Regency.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waste Lean Construction terhadap efisiensi proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Waste dalam penelitian ini difokuskan pada tiga variabel utama, yaitu defects, waiting, dan not utilized resource. Penelitian menggunakan pendekatan mix methods dengan metode kuantitatif sebagai metode utama dan didukung oleh data kualitatif melalui wawancara. Data kuantitatif diperoleh dari 95 responden yang terlibat dalam proyek konstruksi dan dianalisis menggunakan SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variabel waste Lean Construction berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi

proyek. Defects memiliki pengaruh paling dominan dengan koefisien sebesar -0,480, diikuti oleh not utilized resource sebesar -0,273, dan waiting sebesar -0,205. Nilai R-Square sebesar 0,850 menunjukkan bahwa 85% variasi efisiensi proyek dapat dijelaskan oleh ketiga variabel tersebut. Hasil wawancara juga mengonfirmasi bahwa kesalahan pekerjaan, waktu tunggu akibat keterlambatan material, serta pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal merupakan faktor utama yang menurunkan efisiensi proyek. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan prinsip Lean Construction secara konsisten dapat menjadi strategi efektif dalam meminimalkan waste dan meningkatkan efisiensi proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga.

LATAR BELAKANG

Industri konstruksi merupakan sektor yang penting bagi pembangunan infrastruktur dan ekonomi, namun pada praktiknya sektor ini sering menghadapi isu klasik seperti keterlambatan proyek, pembengkakan biaya, rendahnya produktivitas tenaga kerja, serta inefisiensi penggunaan sumber daya. Permasalahan tersebut umumnya berkaitan erat dengan adanya aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah, dikenal dalam Lean Construction sebagai waste atau pemborosan. Lean Construction sendiri merupakan adaptasi filosofi Lean dari manufaktur untuk konteks konstruksi yang menekankan mengidentifikasi dan mengeliminasi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah demi meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses proyek.

Lean Construction telah diperkenalkan sebagai pendekatan manajemen proyek yang menyeluruh dengan tujuan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan aliran nilai (value stream) dalam pelaksanaan proyek. Pendekatan ini mencakup perencanaan yang lebih sistematis, koordinasi kerja yang lebih baik antar tim, serta optimalisasi penggunaan material, tenaga kerja dan alat untuk menghasilkan output yang lebih efisien. Dalam penelitian terkini, penerapan Lean Construction mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi biaya, serta mempercepat penyelesaian proyek, sehingga dapat memperbaiki performa proyek secara keseluruhan (Setiawan, 2024).

Beberapa bentuk waste yang sering diidentifikasi dalam Lean Construction antara lain defects, waiting, inventory, overproduction, motion, overprocessing, dan not utilized resource (tenaga kerja atau sumber daya yang tidak termanfaatkan secara optimal). Defects dalam konstruksi menyebabkan terjadinya pekerjaan ulang (rework) yang menyita waktu dan biaya. Sementara waiting terjadi ketika tenaga kerja, material atau alat menunggu proses lanjutan karena jadwal tidak sinkron atau koordinasi buruk antar tim. Sedangkan not utilized resource mencerminkan ketidakmaksimalan pemanfaatan kompetensi tenaga kerja, yang dapat menurunkan produktivitas dan efisiensi proyek (Noviani & Rachma, 2025).

Penelitian empiris juga menunjukkan bahwa penerapan Lean Construction dapat berdampak langsung pada penurunan waste dan peningkatan efisiensi proyek. Misalnya, studi kasus di Indonesia menunjukkan bahwa penerapan teknik Lean seperti Value Stream Mapping (VSM) dapat mengurangi

jenis waste tertentu dan meningkatkan efisiensi proses proyek dari 72% menjadi 79%. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan Lean dapat membantu mengidentifikasi dan meminimalisir pemborosan yang berdampak negatif terhadap efisiensi proyek (Anggraini et al., 2022). Selain itu, studi lain secara konseptual juga menegaskan bahwa Lean Construction membantu memperbaiki aliran kerja, kolaborasi antar pihak proyek, serta mengurangi waktu yang terbuang akibat waste sehingga berdampak positif terhadap efisiensi waktu dan biaya proyek.

Efisiensi waktu dan biaya adalah indikator penting dalam mengevaluasi kinerja proyek konstruksi, karena semakin kecil pemborosan yang terjadi, semakin tinggi efisiensi operasionalnya (Riyanti et al., 2025a). Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus menyelidiki hubungan langsung antara tiga jenis waste, defects, waiting, dan not utilized resource dengan efisiensi proyek konstruksi masih relatif terbatas, terutama dalam konteks lokal Indonesia seperti di Kabupaten Purbalingga. Di banyak studi terdahulu, fokus penelitian cenderung pada identifikasi waste secara umum tanpa memperkuat analisis pada pengaruh masing-masing tipe waste terhadap efisiensi. Sementara itu, dinamika pelaksanaan proyek konstruksi di tingkat daerah dapat berbeda dengan proyek tingkat nasional atau lintas negara, karena dipengaruhi oleh tingkat keterampilan tenaga kerja lokal, praktik manajemen, serta prosedur operasional yang ada di lapangan.

Karena itu, studi empiris di konteks lokal seperti di Purbalingga sangat diperlukan untuk memberikan gambaran nyata tentang implementasi Lean Construction di proyek konstruksi setempat. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian yang komprehensif untuk menganalisis pengaruh waste Lean Construction, khususnya defects, waiting, dan not utilized resource terhadap efisiensi proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Penelitian ini menggunakan pendekatan mix methods, yaitu kombinasi antara analisis kuantitatif dengan kuesioner dan wawancara kualitatif untuk mendapatkan pandangan menyeluruh tentang bagaimana pemborosan tersebut terjadi dan bagaimana dampaknya terhadap efisiensi proyek dalam praktik di lapangan.

METODE PENELITIAN

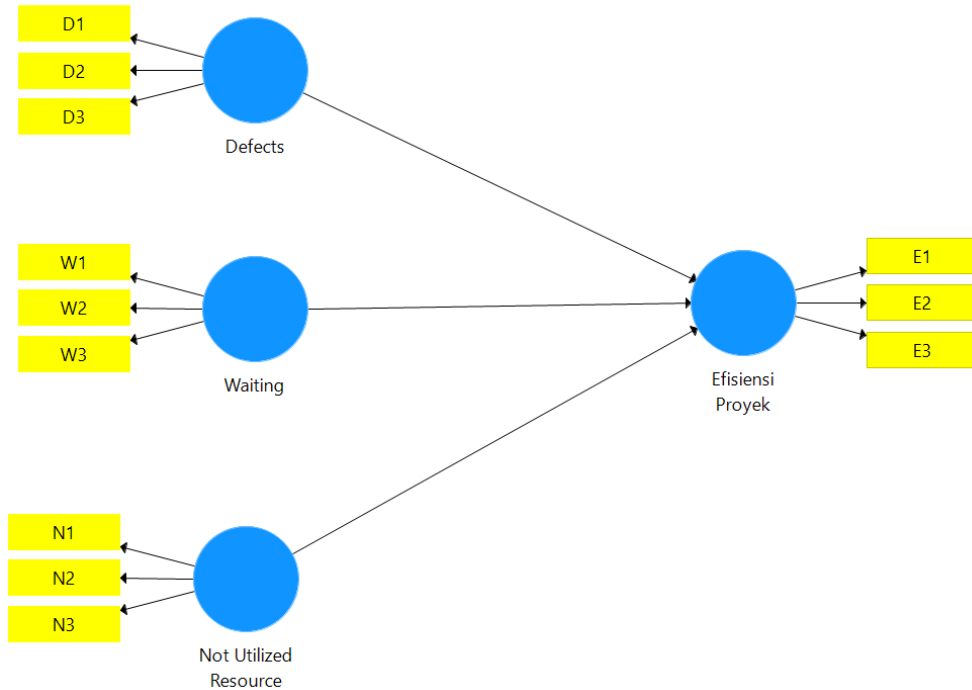
Penelitian ini menggunakan pendekatan mix methods, yaitu mengombinasikan metode kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis pengaruh waste Lean Construction yang meliputi defects, waiting, dan not utilized resource terhadap efisiensi proyek konstruksi. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali faktor-faktor penyebab terjadinya waste Lean Construction di lapangan. Penelitian dilaksanakan pada proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Data kuantitatif dikumpulkan melalui kuesioner yang diberikan kepada pelaku proyek konstruksi, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui wawancara. Penentuan responden dilakukan secara purposive sampling, yaitu responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek. Data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis statistik/SEM-PLS untuk mengetahui pengaruh waste Lean Construction terhadap efisiensi proyek. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif melalui reduksi dan penarikan kesimpulan. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif kemudian diintegrasikan untuk memperoleh kesimpulan dan rekomendasi penelitian.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Evaluasi Outer Loading

a. Perancangan Outer Model

pengukuran ini menentukan sifat indikator dari setiap variabel laten yang berdasarkan kepada definisi operasional.

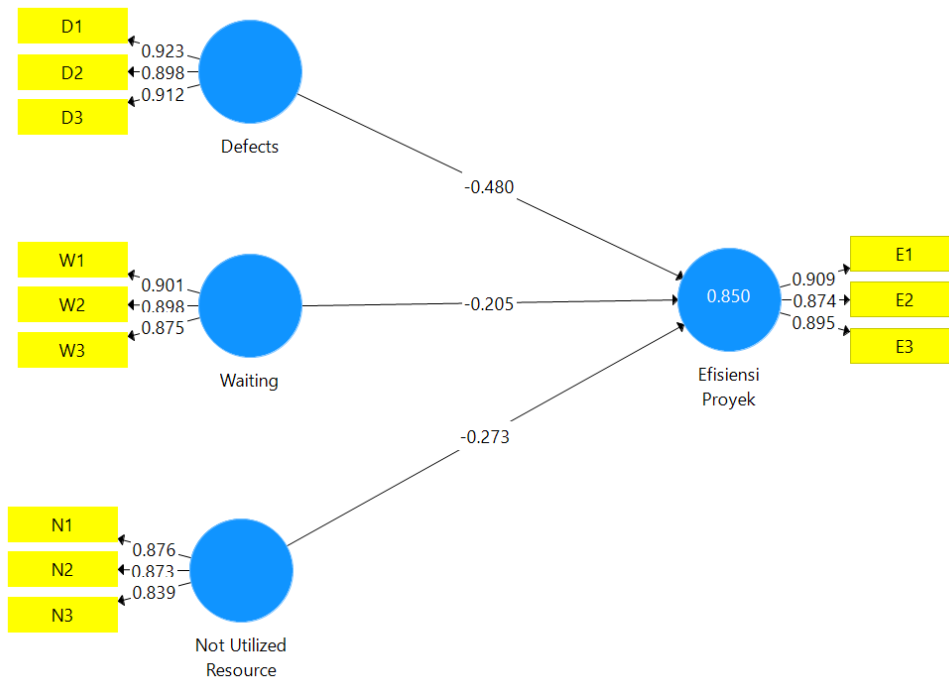


Gambar 1. Perancangan Outer Model

Sumber : Diolah dari data primer, 2026

b. Pengujian Outer Model

Pengujian outer model dilakukan dengan cara mengevaluasi outer model dengan indikator reflektifnya. Terdapat 3 kriteria yang merupakan indikator reflektifnya, yaitu *convergent validity*, *discriminant validity* dan *composite reliability*.



Gambar 2. Outer Loading

Sumber : Diolah dari data primer, 2026

Pada Gambar 2 merupakan output dari outer loading yang akan digunakan sebagai landasan untuk mengukur dan mengetahui hasil dan intrepertasi dari outer loading. Kriteria pertama dan kedua yaitu *Convergent Validity* dan *Discriminant Validity* dapat dilihat dari hasil *score* dari outer model yaitu nilai AVE. Kevalidan data yang dapat dilihat dari AVE memiliki batas nilai untuk suatu data dapat dikatakan valid. Nilai AVE dikatakan valid jika *score* dari AVE lebih dari 0.50, jika *score* dari AVE kurang dari 0.50 maka data tersebut tidak dapat dikatakan valid

Tabel 1. Convergent Validity dan Discriminant Validity

Variabel	Item	Outer Loading	AVE	Ket
Defects	D.1	0,923	0,830	Valid
	D.2	0,898		
	D.3	0,912		
Waiting	W.1	0,901	0,795	Valid
	W.2	0,898		
	W.3	0,875		

Variabel	Item	Outer Loading	AVE	Ket
Not Utilized Resource	N.1	0,876	0,744	Valid
	N.2	0,873		
	N.3	0,839		
Efisiensi Proyek	E.1	0,909	0,797	Valid
	E.2	0,874		
	E.3	0,895		

Sumber: Diolah dari data primer, 2026

Variabel Defects memiliki nilai outer loading sebagai berikut :

- D.1 = 0,923
- D.2 = 0,898
- D.3 = 0,912

Nilai AVE sebesar 0,830 menunjukkan bahwa variabel Defects mampu menjelaskan 83% varians indikatornya. Seluruh indikator memiliki nilai loading di atas 0,70 sehingga dinyatakan valid dan memenuhi kriteria validitas konvergen.

Variabel Waiting memiliki nilai outer loading :

- W.1 = 0,901
- W.2 = 0,898
- W.3 = 0,875

Nilai AVE sebesar 0,795 menunjukkan bahwa 79,5% varians indikator dapat dijelaskan oleh konstruk Waiting. Seluruh indikator memenuhi kriteria validitas konvergen.

Variabel Not Utilized Resource memiliki nilai outer loading :

- N.1 = 0,876
- N.2 = 0,873
- N.3 = 0,839

Nilai AVE sebesar 0,744 menunjukkan bahwa 74,4% varians indikator dapat dijelaskan oleh konstruk. Seluruh indikator memiliki nilai loading di atas 0,70 sehingga dinyatakan valid.

Variabel Efisiensi Proyek memiliki nilai outer loading :

- E.1 = 0,909
- E.2 = 0,874
- E.3 = 0,895

Nilai AVE sebesar 0,797 menunjukkan bahwa 79,7% varians indikator dapat dijelaskan oleh konstruk Efisiensi Proyek. Seluruh indikator dinyatakan valid.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh variabel memiliki nilai AVE di atas 0,50 dan seluruh indikator memiliki outer loading di atas 0,70. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh konstruk dalam penelitian ini memenuhi kriteria validitas konvergen dan layak untuk dilanjutkan pada tahap pengujian model struktural. Selain uji validitas, dilakukan juga uji reliabilitas yang diukur dengan dua kriteria yaitu *composite reliability* dan *cronbach's alpha* dari blok indikator yang mengukur konstruk. Konstruk dinyatakan reliabel jika nilai *composite reliability* dan *cronbach's alpha* di atas 0,70 (Latan, 2015). Output *composite reliability* dan *cronbach's alpha* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Composite Reliability dan Cronbachs Alpha

Variabel	Composite Reliability	Cronbach's Alpha	Keterangan
Defects	0,936	0,897	Reliabel
Waiting	0,921	0,871	Reliabel
Not Utilized Resource	0,897	0,828	Reliabel
Efisiensi Proyek	0,922	0,872	Reliabel

Sumber: Diolah dari data primer, 2026

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi internal indikator dalam mengukur masing-masing konstruk penelitian. Pengujian reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan nilai Composite Reliability (CR) dan Cronbach's Alpha yang diperoleh melalui aplikasi SmartPLS. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah Nilai Composite Reliability $\geq 0,70$ dan Nilai Cronbach's Alpha $\geq 0,70$. Apabila kedua nilai tersebut memenuhi batas minimal, maka konstruk dinyatakan reliabel. Variabel Defects memiliki nilai Composite Reliability sebesar 0,936 dan Cronbach's Alpha sebesar 0,897. Kedua nilai tersebut berada di atas 0,70, sehingga variabel Defects dinyatakan reliabel. Hal ini menunjukkan bahwa indikator-indikator pada variabel Defects memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat baik dalam mengukur konstruk.

Variabel Not Utilized Resource memiliki nilai Composite Reliability sebesar 0,897 dan Cronbach's Alpha sebesar 0,828. Nilai tersebut telah memenuhi kriteria reliabilitas, sehingga konstruk ini dinyatakan reliabel. Artinya, indikator yang digunakan mampu mengukur variabel secara konsisten. Variabel Waiting memiliki nilai Composite Reliability sebesar 0,921 dan Cronbach's Alpha sebesar 0,871. Nilai ini menunjukkan bahwa konstruk memiliki konsistensi internal yang tinggi dan dinyatakan reliabel. Variabel Efisiensi Proyek memiliki nilai Composite Reliability sebesar 0,922 dan Cronbach's Alpha sebesar 0,872. Nilai tersebut berada

di atas batas minimal 0,70, sehingga konstruk Efisiensi Proyek dinyatakan reliabel. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh variabel dalam penelitian ini memiliki nilai Composite Reliability dan Cronbach's Alpha di atas 0,70. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh konstruk memenuhi kriteria reliabilitas dan memiliki konsistensi internal yang baik. Model pengukuran dalam penelitian ini layak untuk digunakan dalam analisis model struktural lebih lanjut.

2. Pengujian Inner Model

Pengujian *inner model* dilakukan untuk melihat hubungan antara konstruk, nilai signifikansi dan R-square dari model penelitian. Mode structural dievaluasi dengan menggunakan R-square untuk konstruk dependen uji t serta signifikansi dari koefisien parameter jalur structural. Dalam menilai model dengan PLS dimulai dengan melihat R-square untuk setiap variabel laten dependen. Tabel dibawah merupakan hasil estimasi R-square dengan menggunakan SmartPLS 3.0.

Tabel 3. Hasil Regresi

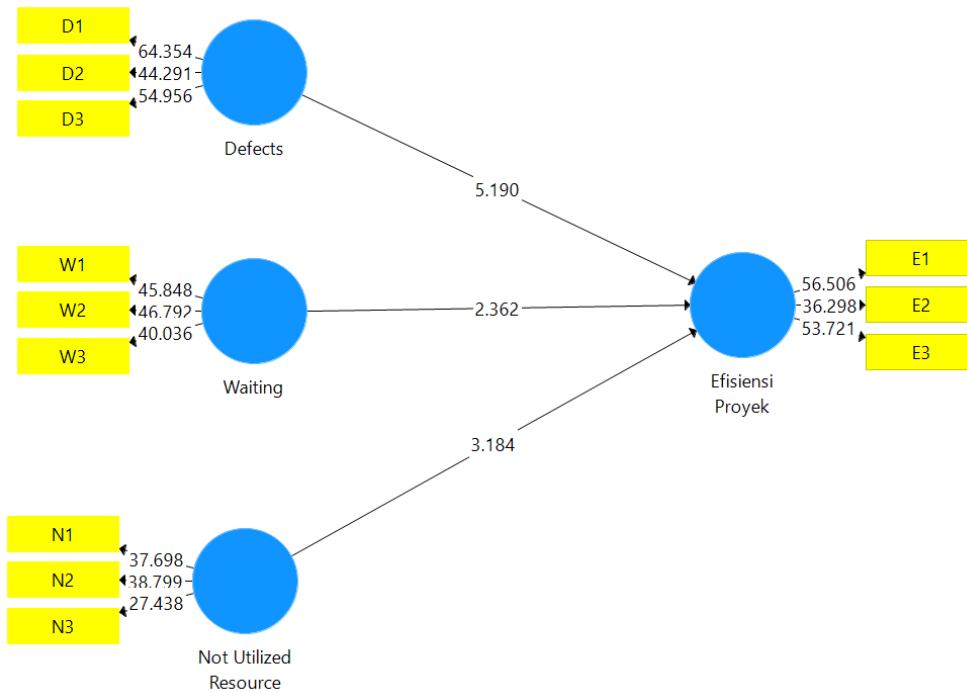
Variabel	R-Square
Efisiensi Proyek	0,850

Sumber : Diolah dari data primer, 2026

Nilai R-Square pada variabel Efisiensi Proyek sebesar 0,850 menunjukkan bahwa 85% variasi Efisiensi Proyek dapat dijelaskan oleh variabel Defects, Waiting, dan Not Utilized Resource. Sedangkan sisanya sebesar 15% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian. Nilai tersebut termasuk dalam kategori kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki kemampuan penjelasan yang sangat baik. Hal ini juga menunjukkan bahwa waste memiliki kontribusi yang sangat besar terhadap tingkat efisiensi proyek konstruksi. Dengan demikian, model struktural dalam penelitian ini dinyatakan layak untuk digunakan dalam penarikan kesimpulan.

3. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis antar variabel, yaitu variabel eksogen terhadap variabel endogen dan variabel endogen terhadap variabel eksogen dilakukan dengan metode resampling bootstrap setelah mengetahui valid dan reliabelnya data. Statistic uji yang digunakan adalah ststistik t atau uji t. nilai t pembanding dalam penelitian kali ini diperoleh dari tabel t. pengujian dinyatakan signifikan jika dari T-statistik nilainya >1.96 dan nilai dari P values <0.05 (Haryono, 2017). Pengujian hipotesis dilakukan dengan melihat output path coefficient dari hasil resampling bootstrap dapat dilihat pada gambar dan tabel di bawah.



Gambar 3. Output Bootstrapping

Tabel 4. Uji Hipotesis

Variabel	Sampel Asli	Rata-Rata Sampel (M)	Standar Deviasi (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values	Penilaian dari Hipotesis
D -> E	-0,480	-0,474	0,093	5,190	0,000	Diterima
W -> E	-0,205	-0,204	0,087	2.362	0,019	Diterima
N -> E	-0,273	-0,282	0,086	3,184	0,002	Diterima

Sumber : Diolah dari data primer, 2026

Pengujian hipotesis antar variabel, yaitu pengaruh variabel eksogen terhadap variabel endogen, dilakukan menggunakan metode resampling bootstrap setelah model dinyatakan valid dan reliabel. Statistik uji yang digunakan adalah uji t (T-Statistics). Kriteria pengujian dalam penelitian ini adalah nilai T-Statistics > 1,96 dan nilai P-Values < 0,05 pada tingkat signifikansi 5%, sehingga hipotesis dinyatakan signifikan. Berdasarkan hasil bootstrapping, diperoleh hasil sebagai berikut:

Pengaruh Defects terhadap Efisiensi Proyek menunjukkan nilai koefisien sebesar -0,480 dengan nilai T-Statistics sebesar 5,190 dan P-Values sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa Defects

berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek. Artinya, semakin tinggi tingkat kesalahan pekerjaan atau rework yang terjadi, maka efisiensi proyek akan semakin menurun. Pengaruh Waiting terhadap Efisiensi Proyek menunjukkan nilai koefisien sebesar -0,205 dengan nilai T-Statistics sebesar 2,362 dan P-Values sebesar 0,019. Karena nilai T-Statistics > 1,96 dan P-Values < 0,05, maka hipotesis diterima. Pengaruh Not Utilized Resource terhadap Efisiensi Proyek menunjukkan nilai koefisien sebesar -0,273 dengan nilai T-Statistics sebesar 3,184 dan P-Values sebesar 0,002. Karena nilai T-Statistics > 1,96 dan P-Values < 0,05, maka hipotesis diterima. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi proyek.

Hal ini menunjukkan bahwa waktu tunggu dalam proses pekerjaan juga berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi proyek. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel waste Lean Construction, yaitu Defects, Not Utilized Resource, dan Waiting, terbukti berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Variabel Defects merupakan faktor yang memiliki pengaruh paling dominan dibandingkan variabel lainnya.

a. Defects berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi proyek konstruksi (H1)

Tabel 5. Hipotesa 1 (Defects -> Efisiensi Proyek)

Sampel Asli	Rata-Rata Sampel (M)	Standar Deviasi (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values	Penilaian dari Hipotesa
-0,480	-0,474	0,093	5,190	0,000	Diterima

Hasil pengujian Hipotesis 1 menunjukkan bahwa variabel Defects memiliki koefisien jalur sebesar -0,480, nilai T-Statistic 5,190, dan P-Value 0,000. Karena nilai T-Statistic lebih besar dari 1,96 dan P-Value lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa Defects berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Artinya, peningkatan jumlah defects (kesalahan pekerjaan, rework, atau cacat mutu) berkontribusi terhadap penurunan efisiensi, baik dari aspek biaya, waktu, maupun mutu pelaksanaan. Secara teoritis, temuan ini konsisten dengan prinsip Lean Construction yang dikemukakan oleh Lauri Koskela, yang menyatakan bahwa defects merupakan salah satu bentuk pemborosan (waste) utama yang harus dieliminasi karena tidak memberikan nilai tambah dan memicu pemborosan lain seperti rework, keterlambatan jadwal dan pembengkakan biaya. Dukungan empiris terhadap temuan ini juga diperkuat oleh jurnal ilmiah. Penelitian oleh Riyanti et al. menunjukkan bahwa penerapan Lean Construction yang berhasil dalam mengurangi waste, termasuk defects, berdampak positif terhadap peningkatan efisiensi biaya dan waktu proyek.

Selain itu, studi lain oleh Anggraini et al. juga menemukan bahwa defect merupakan salah satu

waste dominan yang menurunkan kinerja proyek konstruksi karena memicu rework dan pemborosan sumber daya (Anggraini et al., 2022). Selanjutnya, hasil penelitian kualitatif dari wawancara dengan pelaksana proyek memperkuat realitas temuan kuantitatif. Seorang *Site Manager* menyampaikan:

“Kalau terjadi kesalahan pekerjaan, otomatis harus dibongkar dan dikerjakan ulang. Itu jelas menambah biaya dan waktu kerja.”

Pernyataan ini menunjukkan bahwa errors dalam pekerjaan (defects) bukan hanya faktor statistik, tetapi juga fenomena riil yang terjadi di lapangan, yang secara langsung menghambat kelancaran proses dan mengurangi efisiensi proyek. Secara keseluruhan, data empiris dan temuan kualitatif ini menunjukkan bahwa pengendalian defects menjadi kunci dalam upaya meningkatkan efisiensi proyek konstruksi. Dengan meminimalkan cacat pekerjaan melalui perencanaan yang matang, pengawasan yang efektif, serta pelatihan tenaga kerja, proyek dapat mencapai target efisiensi yang lebih tinggi.

b. Waiting berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi proyek konstruksi (H2)

Tabel 6. Hipotesa 2 (Waiting -> Efisiensi Proyek)

Sampel Asli	Rata-Rata Sampel (M)	Standar Deviasi (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values	Penilaian dari Hipotesa
-0,205	-0,204	0,087	2.362	0,019	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian bootstrapping menggunakan SmartPLS, diperoleh nilai koefisien jalur (Original Sample) sebesar -0,205, nilai rata-rata sampel (M) sebesar -0,204, standar deviasi sebesar 0,087, nilai T-Statistics sebesar 2,362, dan P-Values sebesar 0,019. Karena nilai T-Statistics > 1,96 dan P-Values < 0,05, maka hipotesis diterima. Hal ini menunjukkan bahwa Waiting berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga.

Nilai koefisien sebesar -0,205 menunjukkan bahwa peningkatan waktu tunggu (waiting) dalam proses pelaksanaan proyek akan menurunkan tingkat efisiensi proyek. Meskipun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan variabel defects, waiting tetap memberikan dampak signifikan terhadap kinerja proyek. Dalam konsep Lean Construction yang dikembangkan oleh Lauri Koskela, waiting termasuk dalam kategori non-value added activity, yaitu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap hasil proyek. Waktu tunggu dapat terjadi akibat keterlambatan material, kurangnya koordinasi antar tim, keterlambatan instruksi kerja, atau revisi desain. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa waiting menjadi salah satu waste yang memengaruhi produktivitas dan efisiensi proyek konstruksi, karena menyebabkan idle time dan pemborosan biaya tenaga kerja. Hasil kuantitatif ini diperkuat oleh temuan wawancara dengan salah satu pelaksana proyek yang menyatakan:

“Sering tenaga kerja sudah siap bekerja, tetapi material belum datang atau menunggu instruksi

dari atasan, sehingga pekerjaan tertunda.”

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa waiting menyebabkan terjadinya waktu tidak produktif (idle time) yang tetap menimbulkan biaya operasional, sehingga menurunkan efisiensi proyek. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan jadwal material, koordinasi antar pihak proyek, serta perencanaan kerja yang lebih terintegrasi sangat penting untuk meminimalkan waiting dan meningkatkan efisiensi proyek konstruksi.

c. Not utilized resource berpengaruh negatif dan signifikan terhadap efisiensi proyek (H3)

Tabel 7. Hipotesa 3 (Not Utilized Resource -> Efisiensi Proyek)

Sampel Asli	Rata-Rata Sampel (M)	Standar Deviasi (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values	Penilaian dari Hipotesa
-0,273	-0,282	0,086	3,184	0,002	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian bootstrapping menggunakan SmartPLS, diperoleh nilai koefisien jalur (Original Sample) sebesar -0,273, nilai rata-rata sampel (M) sebesar -0,282, standar deviasi sebesar 0,086, nilai T-Statistics sebesar 3,184, dan P-Values sebesar 0,002. Karena nilai T-Statistics > 1,96 dan P-Values < 0,05, maka hipotesis diterima. Hal ini menunjukkan bahwa Not Utilized Resource berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Nilai koefisien sebesar -0,273 menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat sumber daya yang tidak dimanfaatkan secara optimal, maka efisiensi proyek akan semakin menurun. Pengaruh ini berada pada tingkat sedang, lebih besar dibandingkan waiting namun lebih kecil dibandingkan defects.

Dalam perspektif Lean Construction yang dikembangkan oleh Lauri Koskela, pemborosan sumber daya termasuk tenaga kerja, material, dan peralatan yang tidak dimanfaatkan secara maksimal merupakan bentuk waste yang mengurangi nilai tambah proyek. Sumber daya yang menganggur tetap menimbulkan biaya operasional tanpa menghasilkan progres pekerjaan yang signifikan. Sejalan dengan prinsip Lean yang dikemukakan oleh James P. Womack, efisiensi dapat dicapai dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (non-value added activities), termasuk idle labor dan underutilized equipment. Temuan kuantitatif ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan salah satu pelaksana lapangan yang menyatakan:

“Kadang tenaga kerja sudah datang lengkap, tetapi pekerjaan belum bisa dimulai karena koordinasi belum jelas. Jadi mereka menunggu dan tidak bekerja maksimal.”

Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal menyebabkan pemborosan biaya tenaga kerja dan menurunkan produktivitas proyek. Kondisi ini secara langsung berdampak pada penurunan efisiensi proyek konstruksi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sumber daya yang terencana, koordinasi kerja yang efektif, serta penjadwalan yang tepat menjadi faktor penting dalam meminimalkan

pemborosan sumber daya dan meningkatkan efisiensi proyek.

4. Integrasi Temuan Kuantitatif dan Kualitatif

Pendekatan mix methods dalam penelitian ini menunjukkan konsistensi antara hasil kuantitatif dan temuan kualitatif. Secara statistik, ketiga variabel waste Lean Construction terbukti berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek. Secara kualitatif, hasil wawancara juga mengonfirmasi bahwa defects, waiting, dan pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal merupakan permasalahan nyata dalam proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Dari ketiga variabel tersebut, Defects merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi efisiensi proyek. Oleh karena itu, pengendalian mutu pekerjaan, peningkatan koordinasi proyek, serta optimalisasi penggunaan sumber daya menjadi langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi proyek konstruksi.

PENUTUP / KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SmartPLS serta diperkuat dengan hasil wawancara pada proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat Waste Lean Construction pada Proyek Konstruksi

Waste Lean Construction yang terdiri dari Defects, Waiting, dan Not Utilized Resource terbukti terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga. Berdasarkan hasil analisis indikator, seluruh variabel memiliki nilai outer loading yang tinggi dan valid, yang menunjukkan bahwa pemborosan dalam bentuk kesalahan pekerjaan (rework), waktu tunggu, serta pemanfaatan sumber daya yang tidak optimal merupakan fenomena nyata dalam proyek konstruksi.

2. Pengaruh Waste Lean Construction terhadap Efisiensi Proyek

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa seluruh variabel waste Lean Construction berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek.

- a. Defects berpengaruh negatif dan signifikan terhadap Efisiensi Proyek dengan koefisien -0,480 dan merupakan variabel yang paling dominan.
- b. Not Utilized Resource berpengaruh negatif dan signifikan dengan koefisien -0,273.
- c. Waiting berpengaruh negatif dan signifikan dengan koefisien -0,205.

Nilai R-Square sebesar 0,850 menunjukkan bahwa 85% variasi Efisiensi Proyek dapat dijelaskan oleh ketiga variabel waste tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pemborosan dalam proyek konstruksi, maka semakin rendah tingkat efisiensi proyek yang dicapai dari sisi biaya, waktu, dan mutu.

3. Faktor Penyebab Waste Lean Construction

Berdasarkan hasil wawancara, faktor utama penyebab terjadinya waste di lapangan antara lain:

- a. Kurangnya ketelitian dalam perencanaan dan pengawasan sehingga terjadi rework.
- b. Keterlambatan material dan kurangnya koordinasi antar pihak proyek.
- c. Pemanfaatan tenaga kerja dan peralatan yang belum optimal akibat perencanaan kerja yang kurang terintegrasi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengendalian waste merupakan faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi proyek konstruksi di Kabupaten Purbalingga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, R. A., Gunawan, K., & Gazali, A. (2023). LEAN CONSTRUCTION THROUGH WASTE REGISTER METHOD: A CASE STUDIES PROJECT IN INDONESIA. *Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC, 31*, 1303–1313. <https://doi.org/10.24928/2023/0204>
- Anggraini, W., Harpito, Siska, M., & Novitri, D. (2022). Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia. *Jurnal Teknik Industri, 23*(1), 1–16. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol23.no1.1-16>
- Latan, I. G. & H. (2015). *Partial Least Squares Konsep, Teknik dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0 Untuk Penelitian Empiris*. Universitas Diponegoro.
- Noviani, S. A., & Rachma, N. (2025). Analisis Faktor Penyebab Waste dalam Pendekatan Lean Construction pada Beberapa Kontraktor. *6, 2025*(2), 62–68. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/akselerasi/article/view/14239/4263>
- Refia Alaida, Anisah, & Anang Wirdianto. (2025). Analisis Non-Physical Waste (Waiting) pada Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung di PT. X Menggunakan Lean Construction Tools. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 1*(5), 3074–3083. <https://doi.org/10.63822/zfgy9489>
- Riyanti, E., Kurniawan, P., Haryani, S., Haffiyan, Q., & Rizal, R. (2025a). Evaluation of the impact of lean construction implementation on efficiency and waste management in large-scale infrastructure projects. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences, 12*(3), 127–134. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v12n3.2517>
- Riyanti, E., Kurniawan, P., Haryani, S., Haffiyan, Q., & Rizal, R. (2025b). Evaluation of the impact of lean construction implementation on efficiency and waste management in large-scale infrastructure projects. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences, 12*(3). <https://doi.org/10.21744/irjmis.v12n3.2517>
- Setiawan, B. (2024). Pendekatan Lean Construction dalam Penggunaan Sumber Daya dalam Proyek Konstruksi. *Journal Of Social Science Research, 4*(4), 5311–5325. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/13364/9125>