

Integrasi *Lean Supply Chain Management* dan *Value Stream Mapping* dalam Identifikasi Faktor Kritis Keterlambatan *Procurement* Proyek Konstruksi Bangunan Bertingkat Tinggi

Bernadette Detty Kussumardianadewi^{1,*}, Rizki¹

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat¹

Koresponden*, Email: bernadette_dt@mercubuana.ac.id

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	10 Agustus 2026	<i>Procurement delays are a source of time inefficiency in construction projects because they involve multiple parties and activities that may not add value. This study identifies critical factors causing procurement delays and maps value-added and non-value-added activities by integrating Lean Supply Chain Management and Value Stream Mapping. A quantitative approach was applied through interviews and questionnaires with 46 respondents from high-rise building construction projects, followed by statistical analysis, multiple linear regression using SPSS, and current-state process mapping. The results identified five critical factors: verification of materials against the Bill of Quantities and technical specifications, vendor difficulties in obtaining prices or suppliers, exchange-rate and overhead adjustments, price finalization, and management approval. Actual procurement required 40 days compared with a 30-day target, comprising 28 days of value-added activities and 12 days of non-value-added activities. The resulting process cycle efficiency was 70%, indicating opportunities to reduce waste and improve procurement performance.</i>
Diperbaiki	15 Agustus 2026	
Disetujui	28 Agustus 2026	
<i>Keywords: lean supply chain management, value stream mapping, construction procurement, time efficiency, high-rise building</i>		Abstrak Keterlambatan <i>procurement</i> merupakan salah satu sumber inefisiensi waktu pada proyek konstruksi karena melibatkan koordinasi banyak pihak dan aktivitas yang tidak seluruhnya memberikan nilai tambah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor kritis keterlambatan <i>procurement</i> serta memetakan aktivitas <i>value-added</i> dan <i>non-value-added</i> melalui integrasi <i>Lean Supply Chain Management</i> dan <i>Value Stream Mapping</i>. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui wawancara dan kuesioner terhadap 46 responden proyek konstruksi gedung bertingkat, dengan analisis statistik dan regresi linier berganda menggunakan SPSS serta pemetaan <i>current state process</i>. Hasil penelitian menunjukkan lima faktor kritis, yaitu verifikasi material terhadap BoQ dan spesifikasi teknis, kesulitan <i>vendor</i> memperoleh harga atau pemasok, penyesuaian <i>kurs</i> dan <i>overhead</i>, finalisasi harga, serta persetujuan manajemen. Durasi <i>procurement</i> aktual mencapai 40 hari dibandingkan dengan target 30 hari, dengan 28 hari aktivitas bernilai tambah dan 12 hari aktivitas tidak bernilai tambah, sehingga <i>process cycle efficiency</i> sebesar 70%. Temuan ini menunjukkan perlunya prioritas perbaikan pada aktivitas kritis dan <i>waste procurement</i>.
Kata kunci: lean supply chain management, value stream mapping, procurement konstruksi, efisiensi waktu, bangunan bertingkat tinggi		

1. Pendahuluan

Proyek konstruksi melibatkan rantai pasok yang rumit karena setiap fase pelaksanaannya sangat bergantung pada interaksi antara pemilik, kontraktor, konsultan, pemasok, dan pihak lain. Hubungan tersebut mengakibatkan kinerja proyek tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas konstruksi di lokasi, tetapi juga oleh efisiensi aliran material, informasi, serta proses pengadaan barang dan jasa. Pengelolaan rantai pasokan yang tidak terhubung dapat menyebabkan ketidakpastian dalam aliran informasi, penundaan material, peningkatan waktu tunggu, serta ketidakefisienan proses yang pada akhirnya memengaruhi penyelesaian proyek [1][2].

Salah satu tahap yang berhubungan langsung dengan kelangsungan pelaksanaan konstruksi adalah proses pengadaan. Proses ini melibatkan identifikasi kebutuhan, penyusunan permohonan pengadaan, pemilihan dan penilaian pemasok, penerimaan serta penilaian tawaran, negosiasi, penetapan pemasok, hingga penutupan kontrak. Kompleksitas dalam proses ini mengakibatkan keterlambatan pada pengadaan yang tidak selalu dikarenakan satu aktivitas saja, tetapi bisa muncul karena verifikasi yang lama, lambatnya respons dari pemasok, perubahan kebutuhan, ketidakpastian harga, proses persetujuan, serta waktu tunggu antartahapan. Jika aktivitas tersebut tidak dikelola dengan baik, waktu pengadaan bisa melebihi target

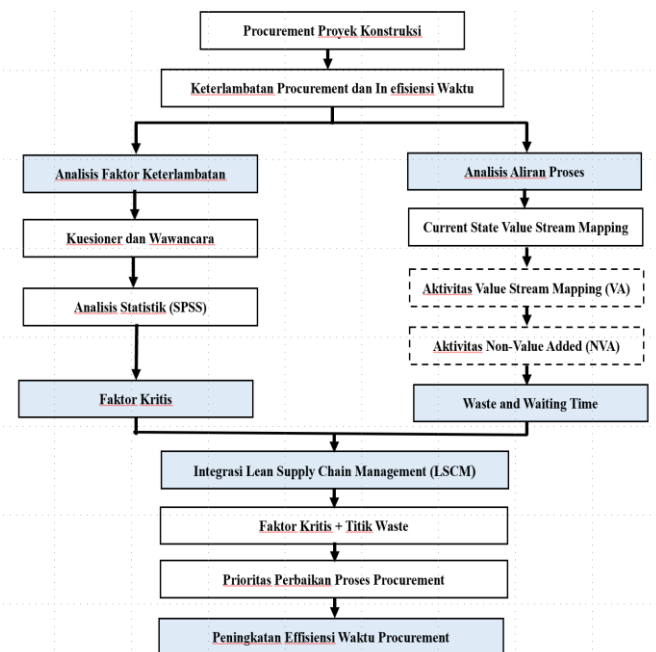
dan mengganggu ketersediaan sumber daya yang diperlukan untuk proyek [3].

Pendekatan *Lean Supply Chain Management* (LSCM) menawarkan cara mengelola rantai pasok yang fokus pada penciptaan nilai, pengurangan pemborosan, peningkatan kerja sama, dan kelancaran aliran proses. Prinsip ini cocok untuk procurement konstruksi yang melibatkan banyak perpindahan informasi, persetujuan, koordinasi antarpihak, dan waktu tunggu. Penerapan lean pada rantai pasok konstruksi bertujuan bukan hanya untuk mempercepat aktivitas satu per satu. *Lean* juga mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan mengurangi hambatan pada seluruh aliran proses [4][5].

Salah satu metode yang membantu penerapan prinsip lean adalah *Value Stream Mapping* (VSM). VSM menggambarkan kondisi saat ini untuk menemukan aktivitas *value-added* (VA), *non-value-added* (NVA), waktu tunggu, dan waste. Penggunaan VSM pada proses pengadaan telah dilaporkan dapat menunjukkan aktivitas yang menyebabkan keterlambatan dan peluang perbaikan [6][7]. Studi yang lebih baru juga menunjukkan manfaat VSM dalam menurunkan lead time pengadaan dan memperbaiki kapasitas aliran *procurement* [8] [9]. Integrasi VSM dengan simulasi juga membantu evaluasi *current state* dan alternatif perbaikan dengan cara yang lebih sistematis [10].

Di sisi lain, penelitian tentang keterlambatan pengadaan banyak menyoroti faktor penyebab seperti perubahan kebutuhan material, kendala pemasok, proses administrasi, ketidakpastian harga, keterlambatan keputusan, kapasitas pemasok, dan waktu tunggu distribusi [11][15]. Pendekatan ini penting untuk mengetahui faktor yang memengaruhi kinerja waktu. Namun, pendekatan ini belum secara langsung menunjukkan pada tahap mana faktor tersebut berhubungan dengan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah. Sebaliknya, VSM menunjukkan lokasi *waste*. Namun, VSM tidak secara otomatis menentukan faktor keterlambatan yang paling penting menurut penilaian pelaku proyek.

Berdasarkan hasil kajian literatur, penelitian sebelumnya umumnya membahas mengenai pengidentifikasian faktor-faktor keterlambatan dalam pengadaan dan pemetaan *waste material* melalui pendekatan VSM sebagai dua hal yang terpisah. Dimana hubungan antara faktor-faktor kritis yang teridentifikasi melalui analisis statistik dan lokasi aktivitas *non-value-added* dalam aliran pengadaan konstruksi masih cukup terbatas. Situasi ini menciptakan celah penelitian dan dapat menjadi dasar untuk mengintegrasikan LSCM dan VSM guna menjelaskan tidak hanya faktor-faktor penyebab keterlambatan, tetapi juga titik-titik proses di mana ketidakefisienan terjadi, yang terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kerangka Konsep Integrasi LSCM dan VSM

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penting yang memengaruhi keterlambatan dalam proses pengadaan pada proyek konstruksi serta memetakan aktivitas yang memberi nilai tambah dan yang tidak dengan menggunakan pendekatan *Lean Supply Chain Management* dan *Value Stream Mapping*. Penggabungan kedua pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan prioritas terhadap faktor-faktor penting sekaligus mengidentifikasi titik-titik pemborosan dalam aliran proses pengadaan, sehingga dapat menjadi landasan dalam merumuskan perbaikan proses guna meningkatkan efisiensi waktu pengadaan dan mendukung pencapaian kinerja waktu proyek konstruksi.

2. Metode

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mengidentifikasi permasalahan dan menyusun dasar konseptual penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan, pengolahan, dan analisis data. Penelitian dilaksanakan pada proyek konstruksi gedung.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui kuesioner dan wawancara dengan personel yang terlibat langsung dalam proyek, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen proyek, seperti daftar pengadaan, anggaran pelaksanaan, jadwal pengadaan, serta literatur dan hasil penelitian terdahulu. Pengumpulan data dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab keterlambatan proses *procurement* serta mengevaluasi penerapan *Lean Supply Chain Management* melalui *Value Stream Mapping* dalam

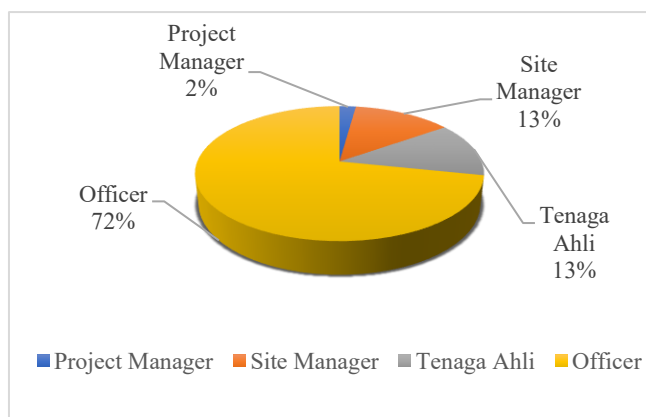
meningkatkan efisiensi waktu proses pengadaan pada proyek konstruksi gedung bertingkat.

Studi ini mengadopsi metode kuantitatif dengan fokus pada proses pengadaan barang dan jasa dalam proyek konstruksi gedung bertingkat. Analisis dilakukan dengan dua pendekatan yang saling melengkapi, yaitu analisis statistik untuk mengenali faktor-faktor krusial yang menyebabkan keterlambatan dalam pengadaan dan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah (VA), tidak memberikan nilai tambah (NVA), pemborosan, dan waktu tunggu dalam proses pengadaan. Hasil dari kedua analisis tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam kerangka *Lean Supply Chain Management* (LSCM) untuk mengidentifikasi titik-titik proses yang menjadi prioritas untuk perbaikan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data dan Responden

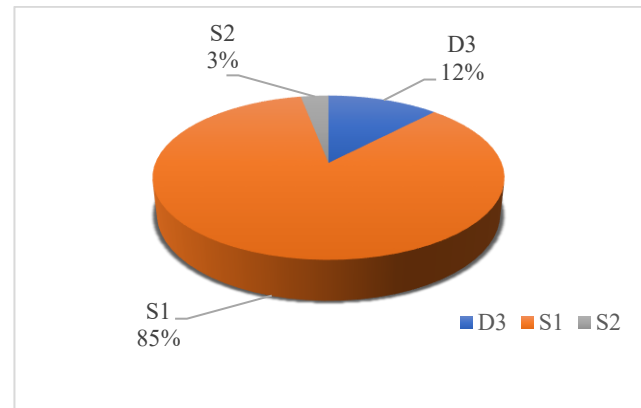
Data penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data utama diperoleh melalui wawancara serta penyebaran kuesioner kepada staf yang terlibat langsung dalam pelaksanaan dan proses pengadaan proyek. Data sekunder didapat dari dokumen proses pengadaan, termasuk tahapan aktivitas *procurement*, durasi setiap aktivitas, target waktu pengadaan, serta dokumen pendukung yang relevan dengan proses pengadaan.



Gambar 2. Responden Menurut Jabatan

Jumlah responden minimal ditentukan dengan menggunakan metode *Slovin*, dan diperoleh sebanyak 46 orang. Responden terdiri dari 1 orang Project Manager, 6 orang Site Manager, 6 orang tenaga ahli, dan 33 orang Officer. Responden dipilih berdasarkan keterlibatan dan pengetahuan mereka dalam proses pengadaan serta pelaksanaan proyek, sehingga mereka dapat mengevaluasi berbagai faktor yang mungkin menyebabkan keterlambatan dalam kegiatan pengadaan. Untuk responden dengan latar

belakang jabatannya kerja dapat dilihat pada **Gambar 2** dan responden menurut tingkat pendidikannya dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Responden menurut tingkat pendidikan

3.2 Identifikasi Faktor Keterlambatan Procurement

Indikator awal faktor keterlambatan pengadaan (X1-X40) disusun berdasarkan tinjauan literatur untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap efisiensi waktu. Dalam pemodelan ini, faktor penyebab keterlambatan ditetapkan sebagai variabel bebas (X), sedangkan efisiensi waktu pengadaan bertindak sebagai variabel terikat (Y). Melalui tahap verifikasi pakar dan pilot survey, 40 indikator awal tersebut diseleksi secara ketat menjadi 18 indikator final (X1-X18) yang relevan untuk survei utama. Seluruh data kuesioner yang terkumpul kemudian diuji kelayakan instrumennya sebelum dianalisis lebih lanjut menggunakan software IBM SPSS Statistics versi 23, untuk variabel dan indikator dapat dilihat **Tabel 1**.

Rangkaian seleksi serta pengujian indikator disajikan dalam **Tabel 2**. Setelah survei utama selesai, instrumen tersebut diuji untuk memastikan validitas dan reliabilitasnya, lalu dilakukan analisis regresi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan. Faktor signifikan berikutnya telah diverifikasi oleh ahli secara final sebelum diintegrasikan ke dalam VSM.

3.3 Pengujian Instrumen dan Analisis Statistik

Pengujian instrumen dilakukan agar dapat dipastikan bahwa data dari kuesioner memenuhi standar validitas dan reliabilitas sebelum digunakan dalam analisis lebih lanjut. Uji validitas dilakukan dengan menghitung korelasi *Pearson* antara skor masing-masing indikator dan skor total. Dengan jumlah responden sebanyak 46 orang dan tingkat signifikansi 5%, nilai r_{tabel} yang digunakan adalah 0,291; indikator dianggap valid jika nilai r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} . Reliabilitas alat ukur diuji menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*, di mana nilai yang lebih besar dari 0,60 dianggap memenuhi syarat untuk diterima.

Tabel 1. Variabel dan Indikator Awal Faktor Keterlambatan *Procurement*

Kode	Indikator faktor keterlambatan <i>procurement</i>	Referensi
X1	Lamanya penyusunan <i>Purchase Requisition</i> (PR) karena banyaknya item dan detail pekerjaan	[5]
X2	Waktu yang diperlukan pengguna untuk memverifikasi kesesuaian material dengan BoQ dan spesifikasi teknis	[5]
X3	Waktu yang diperlukan pengguna untuk memeriksa ketersediaan stok material internal	[5]
X4	Lamanya proses persetujuan (<i>approval</i>) material oleh Manajemen Konstruksi (MK)	[5]
X5	Kesulitan memperoleh material yang tidak umum atau memerlukan pemesanan khusus (<i>indent</i>)	[5]
X6	Perubahan kebutuhan anggaran akibat kenaikan harga yang tidak diprediksi sebelumnya	[5]
X7	Lamanya proses pembayaran kepada vendor	[8]
X8	Kompleksitas dan lamanya prosedur/SOP pengadaan	[8]
X9	Kesulitan menemukan vendor yang telah terdaftar pada sistem <i>e-procurement</i>	[5]
X10	Terbatasnya vendor lokal yang telah terdaftar pada sistem <i>e-procurement</i>	[5]
X11	Kesulitan vendor dalam memenuhi persyaratan administrasi untuk registrasi pada sistem <i>e-procurement</i>	[5]
X12	Kesulitan memperoleh vendor dengan penawaran terbaik berdasarkan <i>quality, cost, dan delivery</i>	[5]
X13	Perubahan pesanan secara mendadak selama proses pengadaan	[7]
X14	Pengajuan ulang permintaan material akibat kesalahan pelaksanaan	[7]
X15	Kebutuhan pemesanan material tambahan akibat perubahan desain atau fungsi	[7]
X16	Keterbatasan tenaga kerja vendor pada saat beban produksi meningkat	[9]
X17	Lamanya vendor menyampaikan harga penawaran	[5]
X18	Kurangnya perhatian vendor terhadap jadwal pelaksanaan tender	[5]
X19	Kesulitan vendor memperoleh informasi harga material atau pemasok yang dapat mendukung pengadaan	[5]
X20	Kebutuhan penyesuaian harga terhadap perubahan kurs mata uang asing dan <i>overhead</i>	[5]
X21	Kerusakan material pada saat pengujian yang menyebabkan material harus diganti	[9]
X22	Kekurangan pasokan material akibat ketentuan atau kendala ekspor-impor	[9]
X23	Kondisi cuaca yang menghambat proses pengadaan atau pengiriman material	[9]
X24	Kinerja manajemen vendor yang kurang baik sehingga memperpanjang proses negosiasi	[7]
X25	Ketidakmampuan vendor menyesuaikan jadwal pemesanan dan pengiriman material	[7]
X26	Ketidakmampuan vendor menyesuaikan jadwal pelaksanaan pekerjaan	[2]
X27	Lamanya vendor menyampaikan harga final hasil negosiasi	[5]
X28	Kesulitan vendor dalam menentukan harga final	[5]
X29	Waktu yang diperlukan vendor untuk menyesuaikan rincian item pada finalisasi harga	[5]
X30	Waktu yang diperlukan vendor untuk memperoleh persetujuan manajemen terhadap harga final	[5]
X31	Lamanya evaluasi teknis dokumen hasil negosiasi oleh tim SCM	[2]
X32	Ketidakcukupan anggaran pengadaan ketika nilai penawaran melebihi anggaran proyek	[2]
X33	Adanya sanggahan vendor terhadap hasil proses pengadaan	[2]
X34	Perubahan desain ketika proses pengadaan sedang berlangsung	[7]
X35	Lamanya proses mencapai kesepakatan atas perubahan desain	[2]
X36	Lamanya proses penunjukan vendor	[2]
X37	Lamanya proses penyusunan kontrak	[7]
X38	Waktu yang diperlukan vendor untuk meninjau pasal-pasal dalam kontrak	[6]
X39	Lamanya proses sirkulasi dan persetujuan kontrak	[6]
X40	Kurangnya pemahaman vendor terhadap ketentuan dalam kontrak	[6]

Reliabilitas alat ukur tersebut kemudian dinilai dengan menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha*. Instrumen

dianggap reliabel jika nilai *Cronbach's Alpha* mencapai angka lebih dari 0,60 (> 0,60). Hasil pengujian yang

didapatkan menunjukkan bahwa instrumen penelitian memenuhi kriteria yang ditetapkan, sehingga menunjukkan konsistensi internal yang cukup baik dan layak digunakan

Tabel 2. Tahapan Seleksi dan Pengujian Indikator Faktor Keterlambatan Procurement

Tahap	Jumlah indikator	Proses	Keluaran
Studi literatur	40	Identifikasi faktor penyebab keterlambatan	40 kandidat indikator
Validasi pakar tahap I	–	Evaluasi relevansi dan kesesuaian indikator	Indikator yang layak diteruskan
<i>Pilot survey</i>	–	Evaluasi pemahaman dan keterterapan instrumen	18 indikator final
Survei responden	18 X + Y	Kuesioner utama	Data analisis statistik
Uji validitas	18	Korelasi Pearson	Seluruh X1–X18 valid
Regresi linear berganda	18	Uji parsial dan simultan	15 faktor signifikan
Validasi pakar akhir	Faktor signifikan	Konfirmasi dan prioritasasi	Faktor kritis
Integrasi VSM	Faktor kritis	Pemetaan terhadap VA/NVA dan waste	Prioritas perbaikan

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

<i>Item - Total Statistics</i>				
	<i>Scale Mean if Deleted</i>	<i>Scale Variance if Deleted</i>	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	<i>Cronbach's Alpha if Deleted</i>
X1	77.8696	68.173	.332	.871
X2	77.6957	70.674	.204	.874
X3	77.7609	69.443	.291	.871
X4	77.4130	68.794	.361	.868
X5	77.6087	67.990	.418	.866
X6	77.6087	69.456	.306	.870
X7	78.0870	64.938	.637	.858
X8	77.8043	68.485	.446	.865
X9	78.0870	62.672	.681	.855
X10	78.1957	66.351	.518	.863
X11	78.0217	64.834	.586	.860
X12	78.1739	62.249	.768	.852
X13	78.0217	64.968	.663	.857
X14	78.0435	65.166	.636	.858
X15	77.7391	70.477	.290	.870
X16	78.087	68.138	.492	.864
X17	77.6957	65.385	.673	.857
X18	77.8478	67.300	.544	.862
Y1	77.5000	73.678	.058	.874
Y2	77.5000	71.037	.323	.869

Data yang telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas selanjutnya diuji terhadap asumsi statistik yang diperlukan untuk analisis lanjutan. Uji normalitas dilakukan pada residual model untuk menilai sejauh mana data tersebut sesuai dengan distribusi normal (**Tabel 4**), sementara uji homogenitas (**Tabel 5**) digunakan untuk memeriksa apakah varians data memiliki kesamaan. Pengambilan keputusan dilakukan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil pengujian normalitas menunjukkan tingkat signifikansi sebesar 0,595 yang lebih besar dari 0,05, sedangkan hasil pengujian

untuk mengukur faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proses *procurement*. Sehingga untuk Hasil Uji Reliabilitas dapat dilihat pada **Tabel 3**.

homogenitas menunjukkan tingkat signifikansi sebesar 0,208 yang juga lebih besar dari 0,05. Hasil uji F pada **Tabel 6**.

Dari *output* di atas dapat diperoleh Persamaan (1)

regresi berganda sebagai berikut:

$$Y = -0,193X_1 + 0,331X_2 + 0,185X_3 + 0,253X_4 - 0,178X_5 - 0,026X_6 + 0,272X_7 - 0,262X_8 + 0,242X_9 - 0,304X_{10} - 0,197X_{11} + 0,199X_{12} + 0,396X_{13} - 0,453X_{14} + 0,100X_{15} - 0,348X_{16} - 0,040X_{17} + 0,361X_{18} \quad (1)$$

Dimana :

Y = Efisiensi waktu proyek konstruksi

X = Faktor penyebab keterlambatan proses procurement

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

<i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i>				
		<i>Unstand ardize d Residual</i>	<i>Unstanda rdize d Residual</i>	
N		46	46	
Normal Parameters	Mean	.0000000	.0000000	
	Std. Deviation	.26959485	0.35982108	
Most Extreme Differences	Absolute	.100	.082	
	Positive	.067	.082	
	Negative	-.100	-.040	
Test Statistic		.100	.082	
Asymp. Sig. (2-tailed)	Sig	.200 d	.200 d	
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	99% Confidence Interval	.287	.595	
	Lower Bound	.275	.582	
e	Upper Bound	.299	.607	

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

<i>Tests of Homogeneity of Variances</i>					
		<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Variable	<i>Based on Mean</i>	1.259	18	855	.208
	<i>Based on Median</i>	1.069	18	855	.379
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	1.069	18	805.207	.379
	<i>Based on trimmed mean</i>	1.161	18	855	.288

Tabel 6. Hasil Uji F

Model	Unstandardized B	Coefficients ^a		t	Sig
		Coefficient Std. Error	Standardized Coefficient Beta		
(Constant)	2.874	.508		5.661	<.001
1 X1	-.193	.061	-.413	-3.177	.004
X2	.331	.070	.630	4.727	<.001
X3	.185	.064	.353	2.872	.088
X4	.253	.076	.459	3.324	.003
X5	-.178	.067	-.326	-2.656	.013
X6	-.026	.055	-.047	-.473	.640
X7	.272	.092	.514	2.949	.007
X8	-.262	.083	-.423	-3.145	.004
X9	.242	.065	.536	3.733	<.001
X10	-.304	.071	-.583	-4.274	<.001
X11	-.197	.073	-.403	-2.689	.012
X12	.199	.093	.413	2.138	.042
X13	.396	.103	.721	3.859	<.001
X14	-.453	.095	-.837	-4.760	<.001
X15	.100	.075	.155	1.328	.195
X16	-.348	.093	-.545	-3.75	<.001
X17	-.040	.089	-.069	-.449	.657
X18	.361	.100	.587	3.606	.001

a. Dependent Variable: Y

3.4 Pengujian Asumsi dan Analisis Regresi

Sebelum analisis regresi linier berganda Persamaan (2) digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara faktor keterlambatan dan kinerja waktu pengadaan, data telah dipastikan memenuhi prasyarat asumsi statistik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa residual model berdistribusi normal (sig. 0,595 > 0,05) dan varians data bersifat homogen (sig. 0,208 > 0,05). Dengan terpenuhinya syarat normalitas dan homogenitas tersebut, data dinyatakan valid dan layak untuk dianalisis lebih lanjut guna menentukan arah serta tingkat signifikansi antar variabel.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{18} \beta_i X_i + \varepsilon \quad (2)$$

Dengan Y mewakili performa waktu *procurement*; X₁ hingga X₁₈ merupakan indikator faktor penyebab keterlambatan; β_0 merupakan konstanta; β_1 hingga β_{18} merupakan koefisien regresi; dan ε merupakan kesalahan model. Variabel yang memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05 dianggap mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen.

Selain melakukan uji secara individual, dilakukan uji F untuk menilai dampak bersama dari variabel independen terhadap variabel dependen. Uji F digunakan untuk mengevaluasi signifikansi secara umum dari suatu model dan tidak berfungsi untuk mengetahui tingkat pengaruh atau kekritisannya masing-masing faktor secara terpisah. Faktor yang berdampak secara parsial kemudian diverifikasi oleh ahli akhir sebelum ditetapkan sebagai faktor kritis.

3.5 Penetapan Faktor Kritis melalui Validasi Pakar Akhir

Validasi pakar akhir dilakukan untuk mengonfirmasi faktor-faktor signifikan hasil regresi guna memastikan relevansinya dengan kondisi riil pengadaan di lapangan. Faktor-faktor yang terbukti memicu keterlambatan, sesuai dengan pengalaman empiris, dan layak menjadi target perbaikan kemudian ditetapkan sebagai faktor kritis. Dengan pendekatan ini, penetapan faktor kritis tidak hanya mengandalkan besaran angka statistik (koefisien regresi), melainkan merupakan kombinasi presisi antara bukti kuantitatif dan justifikasi praktis kepakaran.

3.6 Analisis Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) digunakan untuk memetakan current state proses pengadaan—mulai dari penyusunan *Purchase Requisition* (PR) hingga finalisasi kontrak berdasarkan urutan dan durasi aktivitas [8][9]. Analisis VSM ini diringkas dalam empat tahapan utama: penyusunan peta current state, identifikasi waste, klasifikasi aktivitas (VA dan NVA), serta evaluasi peluang perbaikan. Secara keseluruhan, metode ini bertujuan untuk melacak titik-titik inefisiensi, seperti waktu tunggu dan aktivitas tak bernilai tambah pada alur pengadaan [6][9]. Aktivitas pengadaan pada current state diklasifikasikan menjadi aktivitas bernilai tambah (VA) yang berkontribusi langsung pada hasil, serta *Non-Value Added* (NVA) yang sekadar memperpanjang lead time akibat waktu tunggu, pengulangan, atau birokrasi. Efisiensi keseluruhan alur kerja ini kemudian dievaluasi menggunakan *Process Cycle Efficiency* (PCE) pada Persamaan (3), yakni dengan membandingkan total waktu VA terhadap keseluruhan lead time pengadaan.

$$PCE = \frac{T_{VA}}{T_{TOTAL}} \times 100\% \quad (3)$$

Nilai PCE menunjukkan proporsi durasi aktivitas *Value Added* (TVA) terhadap total *lead time* (TTotal), bukan melambangkan persentase penghematan waktu. Selisih di antara keduanya merupakan durasi *Non-Value Added* (NVA). Oleh karena itu, analisis tidak sekadar berfokus pada besaran angka PCE, melainkan pada identifikasi aktivitas NVA dan titik waste sebagai target utama perbaikan berbasis *Lean Supply Chain Management* (LSCM).

3.7 Integrasi Faktor Kritis dan Titik Waste

Tahap akhir penelitian mengintegrasikan analisis statistik dan VSM dalam kerangka kerja *Lean Supply Chain Management* (LSCM). Faktor-faktor kritis yang telah divalidasi pakar dipetakan secara presisi pada *current state* VSM untuk melacak dampaknya terhadap aktivitas *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), waiting time, dan titik waste. Melalui sinergi ini, statistik berperan mengkuantifikasi tingkat kekritisannya penyebab keterlambatan, sementara *Value Stream Mapping* (VSM) mendiagnosis

lokasi inefisiensinya secara visual. Hasil integrasi inilah yang menjadi landasan strategis untuk merumuskan prioritas perbaikan proses pengadaan, dengan fokus utama pada

eliminasi *Non-Value Added* (NVA) dan *waiting time*. Identifikasi *value added activity* dan *non value added activity* dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Identifikasi *value added activity* dan *non value added activity*

No	Aktivitas	Durasi (hari)	Kategori
1	User menyiapkan PR sesuai BoQ dan Spesifikasi Teknis	3	VA
2	Menunggu user melakukan pengecekan material yang ada di BoQ dan Spesifikasi Teknis	2	VNA
3	User menyerahkan PR kepada SCM	1	VA
4	SCM melakukan pengecekan terhadap kelengkapan dokumen tersebut dan menyetujui untuk dilakukan pengadaan	1	VA
5	Pengumuman/mengundang vendor di Pendaftaran	1	VA
6	Menunggu vendor melakukan pendaftaran & melengkapi data-data pada <i>e-procurement</i>	3	VNA
7	User akan menyiapkan materi Aanwijzing	1	VA
8	SCM meriview materi Aanwijzing	1	VA
9	Penjelasan Pengadaan (Aanwijzing)	1	VA
10	Pemasukan Dokumen Penawaran	2	VA
11	Menunggu vendor melakukan pemasukan harga best price (Quality, Cost, Delivery)	2	VNA
12	Pembukaan Dokumen Penawaran	1	VA
13	Evaluasi Teknis Dokumen Penawaran	1	VA
14	Klarifikasi dan Negosiasi Final	1	VA
15	Pemasukan Dokumen Hasil Negosiasi	2	VA
16	Menunggu vendor melakukan pemasukan & penyesuaian item detail finalisasi harga	2	VNA
17	Vendor meminta persetujuan <i>manajemen</i> untuk menentukan harga final	1	VNA
18	Evaluasi Teknis Dokumen Negosiasi	1	VA
19	Pengumuman Pemenang	1	VA
20	Masa Sanggah	2	VA
21	Jawab Sanggahan	1	VA
22	Penetapan Pemenang	1	VA
23	SCM mengirimkan draft kontrak kepada vendor	1	VA
24	Vendor mereview pasal-pasal yang tertuang dalam kontrak	2	VNA
25	Vendor menandatangani kontrak dan mengirimkan ke SCM	1	VA
26	Finalisasi Kontrak	4	VA
Total		40	

Analisis hasil penelitian dilakukan melalui tiga tahapan utama, (1) mengidentifikasi faktor keterlambatan *procurement* berdasarkan hasil pengujian instrumen dan analisis statistik; (2) mengevaluasi kondisi aktual proses *procurement* menggunakan VSM melalui identifikasi aktivitas VA dan *NVA*; (3) mengintegrasikan faktor kritis dalam aliran proses untuk menentukan prioritas perbaikan dalam kerangka *Lean Supply Chain Management* (LSCM).

3.8 Kelayakan Instrumen dan Faktor Keterlambatan Procurement

Sebanyak 18 indikator hasil tahapan seleksi digunakan dalam survei utama kepada 46 responden. Uji validitas menunjukkan bahwa seluruh indikator X1–X18 memiliki

nilai *r* hitung lebih besar daripada *r* tabel 0,291, sehingga dinyatakan valid. Pengujian reliabilitas juga menunjukkan bahwa instrumen memenuhi kriteria *Cronbach's Alpha* > 0,60. Ringkasan pengujian instrumen dan data disajikan pada **Tabel 8**.

Uji normalitas residual menghasilkan nilai signifikansi 0,595 (>0,05), sedangkan uji homogenitas menghasilkan nilai signifikansi 0,208 (>0,05). Hasil pengujian menunjukkan bahwa data memenuhi kriteria sebelum analisis regresi. Dengan 46 responden, hasil statistik digunakan sebagai dasar penyaringan faktor dalam konteks proyek yang diteliti sebelum dikonfirmasi melalui validasi pakar, sebagaimana dirangkum pada **Tabel 9**.

Tabel 8. Ringkasan Pengujian Instrumen dan Data

Pengujian	Kriteria	Hasil	Kesimpulan
Validitas	$r_{hitung}, 291$	Seluruh X1–X18 memenuhi kriteria	Valid
Reliabilitas	$Cronbach's\ Alpha > 0,60$	Seluruh indikator memenuhi kriteria	Reliabel
Normalitas	$Sig. > 0,05$	0,595	Residual berdistribusi normal
Homogenitas	$Sig. > 0,05$	0,208	Data homogen

Hasil regresi linier berganda (**Tabel 9**) menunjukkan 15 indikator berpengaruh signifikan terhadap kinerja waktu pengadaan ($\text{sig.} < 0,05$), sementara variabel X6, X15, dan X17 tidak signifikan. Hasil regresi parsial ini difungsikan sebagai tahap penyaringan awal, mengingat uji F hanya menilai pengaruh secara simultan. Pada akhirnya, penetapan faktor kritis tidak hanya bertumpu pada besaran atau tanda koefisien regresi, melainkan harus dikombinasikan secara komprehensif dengan hasil validasi pakar akhir.

Tabel 9. Hasil Analisis Regresi Faktor Keterlambatan Procurement

Variabel	Standardized Beta	Sig.	Keterangan
X1	-0,413	0,004	Signifikan
X2	0,630	<0,001	Signifikan
X3	0,353	0,008	Signifikan
X4	0,459	0,003	Signifikan
X5	-0,326	0,013	Signifikan
X6	-0,047	0,640	Tidak signifikan
X7	0,514	0,007	Signifikan
X8	-0,423	0,004	Signifikan
X9	0,536	<0,001	Signifikan
X10	-0,583	<0,001	Signifikan
X11	-0,403	0,012	Signifikan
X12	0,413	0,042	Signifikan
X13	0,721	<0,001	Signifikan
X14	-0,837	<0,001	Signifikan
X15	0,155	0,195	Tidak signifikan
X16	-0,545	<0,001	Signifikan
X17	-0,069	0,657	Tidak signifikan
X18	0,587	0,001	Signifikan

3.9 Faktor Kritis Keterlambatan Procurement

Berdasarkan analisis regresi dan validasi pakar akhir, diperoleh 5 faktor kritis keterlambatan procurement sebagaimana disajikan pada **Tabel 10**. Kelima faktor memperlihatkan bahwa keterlambatan procurement tidak hanya berasal dari sisi internal proyek, tetapi juga muncul pada antarmuka antara pengguna, tim SCM, vendor, dan manajemen vendor. Faktor X2 berkaitan dengan kesiapan dan konsistensi informasi teknis sebelum proses pengadaan bergerak ke tahapan berikutnya. Apabila BoQ dan spesifikasi belum terverifikasi secara memadai, aktivitas berikutnya

harus menunggu konfirmasi pengguna. Temuan ini konsisten dengan studi risiko rantai pasok material konstruksi yang menunjukkan pentingnya pengendalian waktu tunggu dan hambatan pemasok terhadap keterlambatan material [12][13][14].

Tabel 10. Faktor Kritis Keterlambatan Procurement

Kode akhir	Faktor kritis
X2	Waktu yang diperlukan untuk memverifikasi kesesuaian material dengan BoQ dan spesifikasi teknis
X9	Kesulitan vendor memperoleh harga material atau pemasok yang dapat mendukung proses pengadaan
X10	Kebutuhan penyesuaian harga terhadap kurs mata uang asing dan <i>overhead</i>
X13	Waktu yang diperlukan vendor untuk menyesuaikan rincian item pada finalisasi harga
X14	Waktu yang diperlukan vendor untuk memperoleh persetujuan manajemen terhadap harga final

Faktor X9 dan X10 menyoroti ketidakpastian pembentukan harga akibat ketergantungan vendor pada fluktuasi pasar, kapasitas pemasok, kurs, dan komponen overhead, yang terbukti menjadi hambatan utama dalam rantai pasok [3][15]. Sementara itu, Faktor X13 dan X14 menegaskan bahwa potensi keterlambatan tetap mengintai hingga tahap akhir negosiasi, yang umumnya disebabkan oleh lamanya proses penyesuaian rincian harga dan birokrasi persetujuan internal manajemen vendor.

3.10 Kondisi Aktual Proses Procurement

Hasil pemetaan kondisi aktual menunjukkan bahwa proses procurement terdiri atas 26 aktivitas mulai dari penyusunan PR hingga finalisasi kontrak. Total waktu yang dibutuhkan 40 hari, sementara target perusahaan adalah 30 hari. Sehingga, proses aktual mengalami keterlambatan sebesar 10 hari, atau sekitar 33,3% lebih lama dibandingkan dengan target waktu yang ditetapkan. Pemetaan aktivitas menunjukkan 6 aktivitas yang dikategorikan sebagai NVA, sebagaimana disajikan pada **Tabel 11**. Menurut klasifikasi ini, sumber NVA terutama berupa menunggu verifikasi teknis, registrasi vendor, penawaran harga, finalisasi harga, persetujuan manajemen, dan peninjauan kontrak.

Tabel 11. Aktivitas *Non-Value Added* pada *Current State Procurement*

No. Aktivitas	Aktivitas NVA	Durasi (hari)
2	Menunggu pengguna melakukan pengecekan material terhadap BoQ dan spesifikasi teknis	2
6	Menunggu vendor melakukan pendaftaran dan melengkapi data pada sistem <i>e-procurement</i>	3
11	Menunggu vendor memasukkan harga terbaik berdasarkan <i>quality</i> , <i>cost</i> , dan <i>delivery</i>	2
16	Menunggu vendor melakukan pemasukan dan penyesuaian rincian finalisasi harga	2
17	Menunggu persetujuan manajemen vendor untuk menentukan harga final	1
24	Menunggu vendor meninjau pasal-pasal dalam kontrak	2
Total NVA		12

Nilai PCE sebesar 70% merepresentasikan rasio aktivitas bernilai tambah (VA), menyisakan 30% (12 hari) porsi *Non-Value Added* (NVA). Sejalan dengan prinsip VSM [6][9], strategi perbaikan tidak bertujuan mempercepat seluruh aktivitas secara serentak, melainkan difokuskan secara spesifik pada eliminasi waktu tunggu dan reduksi inefisiensi NVA.

3.11 Integrasi Faktor Kritis dengan Titik Waste

Berdasarkan **Tabel 12**, kontribusi utama penelitian ini terletak pada keberhasilannya mengintegrasikan hasil analisis statistik dan validasi pakar ke dalam *current state* VSM, yang secara empiris membuktikan adanya hubungan langsung antara faktor-faktor kritis dengan lokasi aktivitas NVA.

Tabel 12. Integrasi Faktor Kritis dengan Titik *Waste* pada Proses *Procurement*

Faktor kritis	Aktivitas proses terkait	Durasi	Kategori	Implikasi
X2 – Verifikasi material terhadap BoQ dan spesifikasi teknis	Menunggu pengguna melakukan pengecekan BoQ dan spesifikasi	2 hari	NVA	<i>Waiting</i> akibat verifikasi teknis
X9 – Kesulitan vendor memperoleh harga material/pemasok	Pemasukan harga terbaik oleh vendor	2 hari	NVA	<i>Waiting</i> terhadap informasi harga/pemasok
X10 – Penyesuaian kurs dan <i>overhead</i>	Penyusunan/penyesuaian penawaran harga	terkait aktivitas penawaran dan finalisasi harga	NVA terkait	Ketidakpastian harga memperpanjang keputusan
X13 – Penyesuaian rincian finalisasi harga	Menunggu vendor menyesuaikan item finalisasi harga	2 hari	NVA	<i>Waiting</i> pada tahap negosiasi akhir
X14 – Persetujuan manajemen terhadap harga final	Menunggu persetujuan manajemen vendor	1 hari	NVA	<i>Waiting</i> akibat hierarki persetujuan

Berdasarkan Tabel 13, faktor kritis X2, X13, dan X14 terbukti berhubungan langsung dengan aktivitas NVA, sementara X9 dan X10 lebih berpusat pada dinamika penyusunan harga. Meskipun kelima faktor ini tidak memicu seluruh durasi NVA secara mutlak, integrasi antara analisis statistik (penentu faktor kritis) dan VSM (pemetaan lokasi waste) mampu menghasilkan wawasan operasional yang jauh lebih komprehensif dibandingkan metode terpisah. Sinergi ini memungkinkan perumusan prioritas perbaikan secara presisi, yakni dengan menargetkan intervensi pada elemen-elemen yang berstatus kritis sekaligus menjadi sumber inefisiensi dalam proses pengadaan.

3.12 Prioritas Perbaikan dalam Kerangka LSCM

Prioritas perbaikan pengadaan dalam kerangka LSCM difokuskan pada tiga strategi utama untuk mengatasi aktivitas *Non-Value Added* (NVA) yang memicu keterlambatan. Strategi pertama adalah mematangkan informasi teknis sebelum proses *Purchase Requisition* (PR) guna menghilangkan waktu tunggu verifikasi (Faktor X2). Kedua, memperkuat basis data vendor untuk meminimalisasi

ketidakpastian harga akibat fluktuasi kurs maupun penyesuaian *overhead* (Faktor X9 dan X10). Ketiga, menyederhanakan mekanisme finalisasi dan birokrasi persetujuan harga melalui standardisasi format serta pembatasan wewenang (Faktor X13 dan X14). Di samping itu, instrumen *Value Stream Mapping* (VSM) juga melengkapi temuan analitis dengan mendeteksi waste administratif tambahan seperti registrasi *e-procurement* dan tinjauan kontrak. Mengingat total durasi proses mencapai 40 hari dengan 12 hari dialokasikan untuk aktivitas NVA, prinsip LSCM berupaya menyederhanakan dan mengendalikan tahapan administratif tersebut tanpa serta-merta menghapusnya secara absolut. Secara keseluruhan, integrasi LSCM dan VSM menghasilkan kerangka kerja operasional yang sangat komprehensif karena tidak hanya mendiagnosis akar penyebab keterlambatan, tetapi juga memetakan secara akurat letak inefisiensi pada alur rantai pasok konstruksi.

4. Simpulan

Studi yang mengintegrasikan LSCM dan VSM ini menemukan bahwa proses pengadaan memakan waktu 40 hari (dari target 30 hari), dengan 12 hari terbuang sebagai aktivitas Non-Value Added (NVA). Keterlambatan dan inefisiensi ini dipicu oleh lima faktor kritis: verifikasi BoQ, kendala harga vendor, fluktuasi kurs, finalisasi harga, serta birokrasi persetujuan. Untuk mengeliminasi waste tersebut, strategi perbaikan difokuskan pada pematangan informasi teknis, penguatan basis data vendor, standardisasi penawaran, dan penyederhanaan alur persetujuan manajemen.

Daftar Pustaka

- [1] S.K. Yevu, A. T. W. Yu, and A. Darko, "Digitalization of construction supply chain and procurement in the built environment: Emerging technologies and opportunities for sustainable processes," *J. Clean. Prod.*, vol. 322, Art. no. 129093, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129093.
- [2] M. Bajomo, A. Ogbeiyemi, and W. Zhang, "A systems dynamics approach to the management of material procurement for Engineering, Procurement and Construction industry," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 244, Art. no. 108390, 2022, doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108390.
- [3] A. P. Gurgun, H. Kuncu, K. Koc, D. Arditi, and S. Atabay, "Challenges in the integration of e-procurement procedures into construction supply chains," *Buildings*, vol. 14, no. 3, Art. no. 605, 2024, doi: 10.3390/buildings14030605.
- [4] P. E. Eriksson, "Improving construction supply chain collaboration and performance: A lean construction pilot project," *Supply Chain Manag.: Int. J.*, vol. 15, no. 5, pp. 394–403, 2010, doi: 10.1108/13598541011068323.
- [5] A. L. Hakim, R. Arifuddin, and M. A. Abdurrahman, "Development of barriers and strategies for implementing Lean Supply Chain Management in coastal wall construction projects," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 16, no. 1, pp. 31733–31740, Feb. 2026, doi: 10.48084/etasr.15449.
- [6] R. D. Astuti and F. S. Apriliana, "Penerapan Value Stream Mapping (VSM) untuk mengurangi keterlambatan proses pengadaan barang dan jasa di PT X (Studi Kasus Pengadaan Barang dan Jasa A4100000121)," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 17, no. 1, pp. 61–70, 2018, doi: 10.20961/performa.17.1.21510.
- [7] A. O. Benedikta and I. Sukarno, "Evaluasi proses pengadaan barang menggunakan metode Value Stream Mapping pada perusahaan minyak dan gas," *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 20–31, Apr. 2020, doi: 10.31334/logistik.v4i1.870.
- [8] S. Arunizal, D. H. Wardhani, and J. Windarta, "Penerapan Value Stream Mapping (VSM) untuk menurunkan lead time process dan meningkatkan kinerja aktivitas pengadaan di site tambang," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, vol. 2, no. 3, pp. 141–150, Aug. 2024, doi: 10.14710/jpii.2024.23282.
- [9] P. G. C. Teles, A. E. B. Freitag, M. C. Cordeiro, and M. J. Meiriño, "Lean construction: value stream mapping benefits in the procurement department of a construction company," *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, vol. 23, no. 2, Art. no. 3066, 2026, doi: 10.14488/BJOPM.3066.2026.
- [10] P. K. Srerama and A. Thomas, "A discrete event simulation-based value stream map implementation scheme for small and medium enterprises (SMEs)," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 26, no. 3, pp. 428–444, 2026, doi: 10.1080/15623599.2025.2526137.
- [11] D. Wahono and A. Prabowo, "Analisis penyebab keterlambatan pengadaan material pada Stasiun X," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 329–338, Feb. 2024, doi: 10.24912/jmts.v7i1.26609.
- [12] N. Sutisna, A. Budiantoro, and R. E. A. Priambodo, "Identifikasi faktor-faktor keterlambatan pengadaan barang jasa pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)," *Attractive: Innovative Education Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 404–413, 2023, doi: 10.51278/aj.v5i2.582.
- [13] F. B. Harlan and H. A. Putri, "Analisis perbaikan keterlambatan pengadaan bahan material Proyek X pada PT. NOV Profab Indonesia menggunakan cause-effect diagram dan metode Kipling," *Jurnal Bisnis Mahasiswa*, vol. 3, no. 2, pp. 102–109, Apr. 2023, doi: 10.60036/jbm.v3i2.111.
- [14] L. R. Debatara, "Pemodelan simulasi bobot risiko rantai pasok material struktur dengan metode Monte Carlo pada konstruksi sektor gedung," *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 23, no. 2, pp. 101–112, 2025, doi: 10.12962/j2579-891X.v23i2.21786.
- [15] Z. Chen, A. W. A. Hammad, S. T. Waller, and A. N. Haddad, "Modelling supplier selection and material purchasing for the construction supply chain in a fuzzy scenario-based environment," *Autom. Constr.*, vol. 150, Art. no. 104847, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.autcon.2023.104847.