



DOI: <https://doi.org/10.38035/jim.v4i5>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pengaruh Lean Manufacturing dan Digital Supply Chain terhadap Kinerja Operasional melalui Efisiensi Proses sebagai Variabel Mediasi pada Industri Manufaktur Indonesia Tahun 2025

Miguel Angelo Maramis¹, Catalina Aurelia Jetty Makinggung², Benny Lule³

¹Universitas Klabat, Sulawesi Utara, Indonesia, 52410034@student.unklab.ac.id

²Universitas Klabat, Sulawesi Utara, Indonesia, 52410018@student.unklab.ac.id

³Universitas Klabat, Sulawesi Utara, Indonesia, benlu@unklab.ac.id

Corresponding Author: 52410034@student.unklab.ac.id¹

Abstract: *This study aims to examine the influence of Lean Manufacturing and Digital Supply Chain on Operational Performance, with Process Efficiency as a mediating variable in the Indonesian manufacturing industry in 2025. The sample size was determined using Hair's recommended formula, which requires five to ten respondents per indicator. With a total of 28 indicators, the minimum sample needed was 140 respondents, and the study targeted 150–200 respondents to increase model reliability. A purposive sampling technique was employed, as not all manufacturing firms have implemented lean practices or digital supply chain systems. Data were collected through both online and offline questionnaires. The analysis was conducted using SEM-PLS to evaluate direct and indirect relationships among the variables. The results indicate that Lean Manufacturing and Digital Supply Chain have a positive and significant effect on Process Efficiency. However, neither variable shows a significant effect on Operational Performance. Process Efficiency also does not significantly influence Operational Performance and does not mediate the effects of Lean Manufacturing or Digital Supply Chain on Operational Performance. These findings suggest that efficiency improvements derived from lean and digital supply chain practices have not yet translated into enhanced operational performance. Organizational readiness, technological integration, and operational capability improvements are required to realize the full benefits of lean implementation and digitalization in the manufacturing sector.*

Keywords: *Lean Manufacturing, Digital Supply Chain, Process Efficiency, Operational Performance, Manufacturing Industry.*

Abstrak: Industri manufaktur Indonesia menghadapi tantangan yang semakin kompleks di tahun 2025, seiring dengan tuntutan efisiensi, digitalisasi rantai pasok, serta persaingan global yang semakin ketat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh Lean Manufacturing dan Digital Supply Chain terhadap Kinerja Operasional dengan Efisiensi Proses sebagai variabel mediasi pada industri manufaktur di Indonesia tahun 2025. Penentuan jumlah sampel dilakukan menggunakan formula Hair, yaitu jumlah indikator dikalikan 5 hingga 10 responden. Dengan total 28 indikator, jumlah sampel minimum yang dibutuhkan

adalah 140 responden, dan penelitian ini menargetkan 150–200 responden untuk meningkatkan reliabilitas. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling, karena tidak semua perusahaan manufaktur telah menerapkan lean atau digital supply chain. Data dikumpulkan melalui kuesioner online dan offline. Analisis dilakukan menggunakan SEM-PLS untuk menguji hubungan langsung maupun tidak langsung antar variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Lean Manufacturing dan Digital Supply Chain berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efisiensi Proses. Namun, kedua variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional. Efisiensi Proses juga tidak berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional dan tidak memediasi hubungan Lean Manufacturing maupun Digital Supply Chain terhadap Kinerja Operasional. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan efisiensi yang dihasilkan belum mampu diterjemahkan menjadi peningkatan kinerja operasional, sehingga diperlukan kesiapan organisasi dan integrasi teknologi yang lebih kuat untuk memaksimalkan manfaat lean dan digitalisasi rantai pasok.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Digital Supply Chain, Process Efficiency, Operational Performance, Manufacturing Industry*

PENDAHULUAN

Industri manufaktur Indonesia memasuki fase yang semakin menantang pada tahun 2025. Sebagai salah satu penopang utama perekonomian nasional, sektor ini dituntut tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pasar domestik, tetapi juga bersaing dalam rantai pasok global yang semakin terintegrasi. Tantangan yang dihadapi tidak sebatas pada peningkatan kapasitas produksi, melainkan juga menyangkut efisiensi biaya, ketepatan waktu pengiriman, serta konsistensi kualitas produk. Perkembangan era Industri 4.0 turut mendorong perusahaan manufaktur untuk melakukan transformasi digital, di mana otomatisasi, analitik data, dan konektivitas antar sistem menjadi prasyarat agar tetap kompetitif (Fitri et al., 2022).

Dalam menghadapi kompleksitas tersebut, lean manufacturing menjadi salah satu pendekatan yang relevan dan terbukti efektif. Filosofi lean menekankan pada upaya mengeliminasi pemborosan (*waste*) di seluruh rantai proses, mulai dari perencanaan produksi hingga distribusi. Implementasi lean memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan produktivitas, mempersingkat waktu siklus, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Namun, penerapan lean saja tidak lagi cukup ketika perusahaan harus beradaptasi dengan dinamika global yang semakin digital. Oleh karena itu, dibutuhkan integrasi lean dengan teknologi yang lebih mutakhir untuk menjawab tantangan efisiensi sekaligus kecepatan respons (Zalva et al., 2023).

Pada titik inilah digital *supply chain* memainkan peran yang krusial. Melalui pemanfaatan teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), big data analytics, blockchain, dan sistem berbasis cloud, rantai pasok dapat dikelola secara lebih transparan, adaptif, dan terintegrasi. Digitalisasi *supply chain* memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat, pengendalian risiko yang lebih baik, serta penghematan biaya operasional secara signifikan. Kombinasi antara penerapan lean manufacturing dengan digital *supply chain* menjadi strategi kunci bagi industri manufaktur Indonesia untuk menjaga daya saing dan meningkatkan kinerja operasional di tengah tekanan global yang semakin ketat (Medyński et al., 2023).

Meskipun banyak penelitian sebelumnya telah menyoroti pentingnya lean manufacturing dalam meningkatkan produktivitas maupun kualitas, serta peran digital supply chain dalam memperkuat integrasi rantai pasok, kajian yang mengombinasikan kedua aspek ini masih terbatas, khususnya pada konteks industri manufaktur Indonesia. Kebanyakan studi lebih menekankan pada analisis parsial, misalnya hanya melihat pengaruh lean terhadap performa produksi, atau digitalisasi terhadap *agility supply chain*, tanpa menguji keterkaitan

keduanya secara komprehensif. *Research gap* ini menunjukkan perlunya riset yang mengintegrasikan pendekatan lean dan digital supply chain dalam kerangka yang sama, terutama dalam hubungannya dengan peningkatan kinerja operasional (Atieh Ali et al., 2024).

Selain itu, masih terdapat pertanyaan mengenai peran efisiensi proses sebagai mekanisme penghubung antara penerapan strategi operasional dengan hasil kinerja yang dicapai. Efisiensi proses dapat dipandang sebagai hasil langsung dari penerapan lean manufacturing dan digitalisasi rantai pasok, yang pada gilirannya memengaruhi kualitas, kecepatan, fleksibilitas, serta biaya operasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksplanatori untuk menganalisis pengaruh Lean Manufacturing dan Digital Supply Chain terhadap Kinerja Operasional melalui Efisiensi Proses pada industri manufaktur di Indonesia tahun 2025. Populasi penelitian mencakup perusahaan manufaktur yang telah menerapkan konsep lean atau digital supply chain, dengan sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria tertentu. Penentuan jumlah sampel mengacu pada formula Hair, yaitu lima hingga sepuluh responden per indikator, sehingga dengan 28 indikator, diperlukan minimal 140 responden dan penelitian ini menargetkan 150–200 responden untuk meningkatkan reliabilitas model. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner secara online dan offline. Instrumen penelitian berupa kuesioner berskala Likert 1–7 yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Prosedur penelitian meliputi penyusunan instrumen, pengumpulan data, serta pengolahan dan analisis menggunakan Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) untuk menguji hubungan langsung maupun tidak langsung antar variabel. Penelitian dilaksanakan pada periode Januari–Maret 2025 dengan fokus pada perusahaan manufaktur yang beroperasi di berbagai wilayah industri di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden

Karakteristik responden menunjukkan bahwa mayoritas adalah laki-laki (54%). Dari segi usia, sebagian besar responden termasuk dalam kategori 45 tahun ke atas (29,5%) dan 35–44 tahun (27,5%). Mengenai posisi pekerjaan, kelompok terbesar adalah Supervisor/Koordinator (23,5%) dan Manajer Logistik/Supply Chain (22%). Masa kerja responden relatif seimbang, dengan proporsi tertinggi telah bekerja kurang dari 2 tahun (27,5%). Jenis industri didominasi oleh kategori "Lainnya" (21,5%), diikuti oleh industri Elektronika dan Otomotif, masing-masing mewakili 18% dari responden.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	108	54.0
	Perempuan	92	46.0
Total		200	100.0
Usia (Tahun)	< 25 tahun	37	18.5
	25–34 tahun	49	24.5
	35–44 tahun	55	27.5
	45 tahun ke atas	59	29.5
	Total	200	100.0
Jabatan	Lainnya	36	18.0
	Manajer Logistik/Rantai Pasok	44	22.0
	Manajer Operasional/Produksi	35	17.5
	Staf Produksi	38	19.0
	Supervisor/Koordinator	47	23.5

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Total		200	100.0
Lama Bekerja	< 2 tahun	55	27.5
	2–5 tahun	51	25.5
	6–10 tahun	47	23.5
	> 10 tahun	47	23.5
Total		200	100.0
Jenis Industri	Elektronik	36	18.0
	Kimia/Plastik	26	13.0
	Lainnya	43	21.5
	Makanan & Minuman	35	17.5
	Otomotif	36	18.0
	Tekstil/Garmen	24	12.0
Total		200	100.0

B. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif menunjukkan bahwa semua variabel menunjukkan skor rata-rata sedang hingga cukup tinggi, dengan nilai rata-rata berkisar antara 3,53 hingga 3,80. Ini menunjukkan bahwa responden umumnya memiliki persepsi positif terhadap konstruksi yang diukur. Meskipun nilai standar deviasi menunjukkan variabilitas sedang, respons tetap relatif konsisten di semua item, menunjukkan pandangan bersama di antara sebagian besar responden.

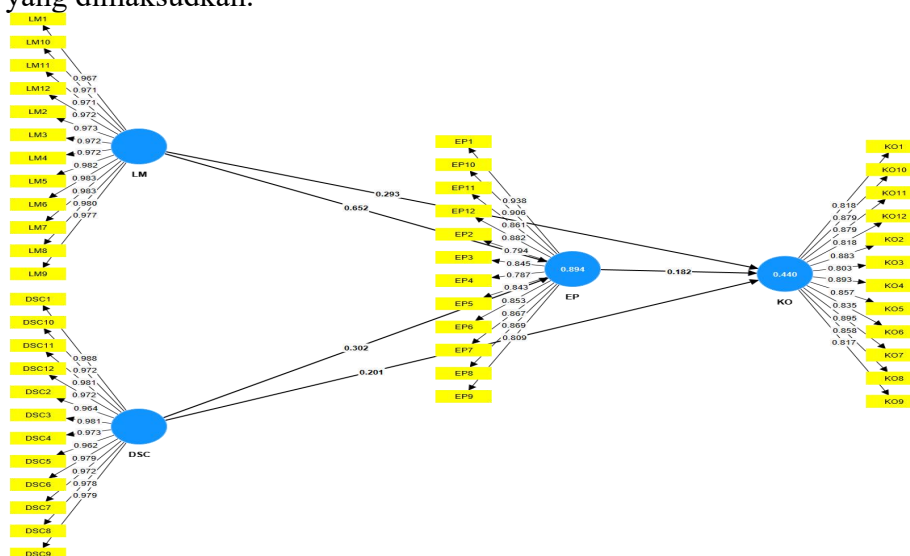
Tale 2. Hasil Statistik Deskriptif

Name	Mean	Standard deviation
LM1	3.780	1.128
LM2	3.785	1.122
LM3	3.780	1.119
LM4	3.780	1.119
LM5	3.775	1.124
LM6	3.785	1.122
LM7	3.770	1.130
LM8	3.765	1.136
LM9	3.750	1.152
LM10	3.740	1.159
LM11	3.745	1.162
LM12	3.740	1.146
DSC1	3.745	1.162
DSC2	3.745	1.162
DSC3	3.735	1.168
DSC4	3.745	1.162
DSC5	3.750	1.165
DSC6	3.770	1.161
DSC7	3.760	1.167
DSC8	3.765	1.162
DSC9	3.770	1.165
DSC10	3.770	1.173

DSC11	3.785	1.170
DSC12	3.795	1.163
EP1	3.725	1.162
EP2	3.530	1.292
EP3	3.685	1.211
EP4	3.540	1.296
EP5	3.690	1.214
EP6	3.575	1.235
EP7	3.710	1.202
EP8	3.580	1.234
EP9	3.530	1.280
EP10	3.665	1.230
EP11	3.675	1.224
EP12	3.670	1.229
KO1	3.730	1.211
KO2	3.655	1.235
KO3	3.740	1.201
KO4	3.620	1.235
KO5	3.670	1.217
KO6	3.620	1.147
KO7	3.620	1.247
KO8	3.680	1.216
KO9	3.635	1.141
KO10	3.660	1.227
KO11	3.665	1.234
KO12	3.635	1.132

C. Model Pengukuran

Model pengukuran memastikan bahwa model penelitian baik secara konseptual maupun statistik sehat dan bahwa instrumen pengukuran secara memadai menangkap konstruksi yang dimaksudkan.



Gambar 1. Model Pengukuran

D. Convergent Validity

Berdasarkan hasil pemuatan luar yang disajikan pada Tabel 3, semua indikator di seluruh konstruksi DSC, EP, KO, dan LM melebihi ambang batas yang direkomendasikan 0,70. Ini menegaskan bahwa setiap indikator menunjukkan validitas konvergen yang kuat dan berhasil mencerminkan konstruksi laten masing-masing. Dengan demikian, model pengukuran memenuhi semua persyaratan untuk validitas konvergen.

Tabel 3. Hasil Uji Factor Loading

Constructs	Indicator	Factor Loading
DSC (Digital Supply Chain)	DSC1	0.988
	DSC2	0.964
	DSC3	0.981
	DSC4	0.973
	DSC5	0.962
	DSC6	0.979
	DSC7	0.972
	DSC8	0.978
	DSC9	0.979
	DSC10	0.972
	DSC11	0.981
	DSC12	0.972
EP (Environmental Performance)	EP1	0.938
	EP2	0.794
	EP3	0.845
	EP4	0.787
	EP5	0.843
	EP6	0.853
	EP7	0.867
	EP8	0.869
	EP9	0.809
	EP10	0.906
	EP11	0.861
	EP12	0.882
KO (Operational Performance)	KO1	0.818
	KO2	0.883
	KO3	0.803
	KO4	0.893
	KO5	0.857
	KO6	0.835
	KO7	0.895
	KO8	0.858
	KO9	0.817
	KO10	0.879
	KO11	0.879
	KO12	0.818
LM (Lean Management)	LM1	0.967
	LM2	0.973
	LM3	0.972
	LM4	0.972
	LM5	0.982

	LM6	0.983
	LM7	0.983
	LM8	0.980
	LM9	0.977
	LM10	0.971
	LM11	0.971
	LM12	0.972

E. Discriminant Validity

Kriteria Fornell-Larcker yang dihasilkan dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa akar kuadrat AVE untuk setiap konstruksi secara konsisten lebih tinggi daripada korelasinya dengan konstruksi lain. Ini menunjukkan bahwa setiap variabel memiliki asosiasi yang lebih kuat dengan indikatornya sendiri daripada dengan konstruksi yang berbeda. Sehingga validitas diskriminan model pengukuran pada penelitian ini didukung penuh.

Tabel 4. Fornell-Lacker Criterion

	DSC	EP	KO	LM
DSC	0,975			
EP	0,926	0,856		
KO	0,649	0,644	0,854	
LM	0,957	0,941	0,656	0,975

Hasil Cross Loading dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap indikator memuat lebih tinggi pada konstruksi yang dimaksudkan daripada pada konstruksi lainnya. Ini menegaskan bahwa indikator memiliki kekuatan diskriminatif yang kuat. Akibatnya, model pengukuran mempertahankan validitas diskriminan yang memadai di semua variabel.

Tabel 5. Hasil Uji Cross Loading

	DSC	EP	KO	LM
DSC1	0,988	0,934	0,655	0,971
DSC10	0,972	0,896	0,643	0,928
DSC11	0,981	0,919	0,652	0,945
DSC12	0,972	0,913	0,612	0,938
DSC2	0,964	0,899	0,630	0,928
DSC3	0,981	0,918	0,641	0,956
DSC4	0,973	0,906	0,618	0,936
DSC5	0,962	0,881	0,622	0,908
DSC6	0,979	0,894	0,634	0,918
DSC7	0,972	0,877	0,619	0,904
DSC8	0,978	0,895	0,635	0,924
DSC9	0,979	0,905	0,636	0,938
EP1	0,962	0,938	0,687	0,978
EP10	0,841	0,906	0,506	0,844
EP11	0,792	0,861	0,435	0,778
EP12	0,812	0,882	0,476	0,800
EP2	0,670	0,794	0,574	0,679
EP3	0,764	0,845	0,476	0,833
EP4	0,683	0,787	0,503	0,693

EP5	0,783	0,843	0,501	0,819
EP6	0,783	0,853	0,666	0,795
EP7	0,850	0,867	0,642	0,861
EP8	0,809	0,869	0,597	0,822
EP9	0,707	0,809	0,486	0,704
KO1	0,422	0,418	0,818	0,397
KO10	0,497	0,492	0,879	0,475
KO11	0,511	0,493	0,879	0,487
KO12	0,632	0,613	0,818	0,654
KO2	0,500	0,492	0,883	0,475
KO3	0,573	0,581	0,803	0,584
KO4	0,500	0,504	0,893	0,508
KO5	0,582	0,590	0,857	0,604
KO6	0,623	0,607	0,835	0,645
KO7	0,502	0,505	0,895	0,507
KO8	0,574	0,587	0,858	0,599
KO9	0,623	0,600	0,817	0,645
LM1	0,911	0,916	0,632	0,967
LM10	0,967	0,932	0,658	0,971
LM11	0,988	0,934	0,655	0,971
LM12	0,979	0,931	0,634	0,972
LM2	0,911	0,915	0,652	0,973
LM3	0,901	0,911	0,630	0,972
LM4	0,887	0,899	0,607	0,972
LM5	0,909	0,907	0,649	0,982
LM6	0,917	0,911	0,647	0,983
LM7	0,931	0,915	0,639	0,983
LM8	0,941	0,915	0,611	0,980
LM9	0,951	0,930	0,662	0,977

F. Reliability

Hasil uji reliabilitas pada Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh konstruk memiliki nilai Cronbach's Alpha, rho_A, dan Composite Reliability di atas 0,70, serta nilai AVE yang melebihi 0,50. Temuan ini mengindikasikan bahwa setiap konstruk memiliki konsistensi internal yang kuat dan model pengukuran yang digunakan bersifat sangat reliabel. Seluruh konstruk pada penelitian ini telah memenuhi standar reliabilitas yang dipersyaratkan.

Tabel 6. Hasil Uji Keandalan

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
DSC	0,995	0,995	0,996	0,951
EP	0,966	0,970	0,970	0,732
KO	0,966	0,969	0,970	0,729
LM	0,995	0,995	0,996	0,951

G. Goodness of fit

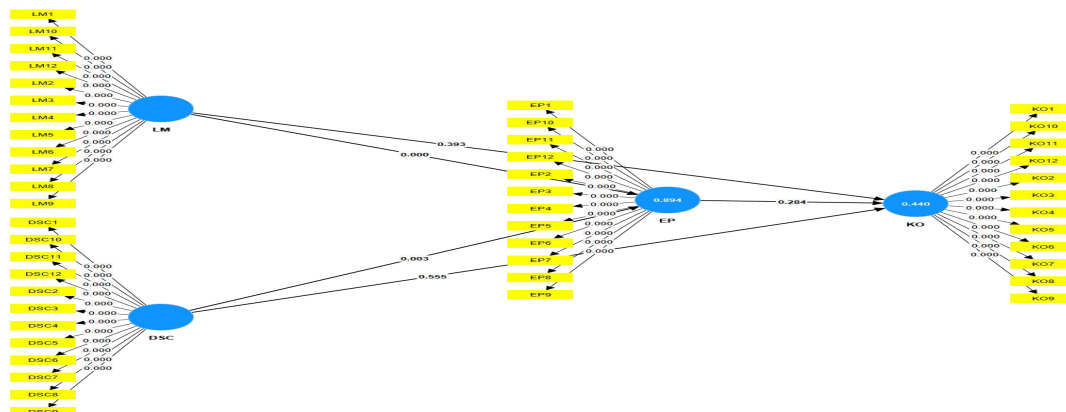
Hasil goodness-of-fit menunjukkan bahwa nilai SRMR pada model saturated (0,074) dan model estimated (0,074) berada di bawah ambang batas 0,08. Hal ini menandakan bahwa model memiliki tingkat kecocokan yang baik terhadap data. Meskipun beberapa ukuran seperti d_G , Chi-square, dan NFI tidak tersedia, nilai SRMR yang memadai sudah menunjukkan bahwa model yang dibangun stabil dan sesuai dengan data empiris.

Tabel 7. Hasil Kebaikan Hasil Model Kesesuaian

	Saturated model	Estimated model
SRMR	0,074	0,074
d_{ULS}	6,384	6,384
d_G	n/a	n/a
Chi-square	infinite	infinite
NFI	n/a	n/a

H. Structural Model

Hasil bootstrapping pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebagian besar hubungan antar variabel dalam model struktural bersifat signifikan. Service Quality dan Sustainable Digital Marketing terbukti berpengaruh kuat terhadap beberapa konstruk lain, sementara Trust muncul sebagai prediktor signifikan terhadap Customer Loyalty. Namun, terdapat juga beberapa hubungan yang tidak signifikan, sehingga tidak semua hipotesis didukung oleh data. Secara keseluruhan, model struktural menunjukkan pola hubungan yang stabil dan mampu menjelaskan sebagian besar efek yang diuji.



Gambar 3. Hasil Pengujian Model Struktural PLS Bootstrapping

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis pada Tabel 8, beberapa hubungan antar konstruk terbukti signifikan. Digital Supply Chain terbukti memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Efisiensi Proses, sehingga hubungan tersebut didukung oleh data. Begitu pula dengan Lean Manufacturing yang menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap Efisiensi Proses, sehingga hubungan ini juga terbukti secara empiris. Sebaliknya, terdapat beberapa hubungan lain yang tidak signifikan. Digital Supply Chain tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap Kinerja Operasional. Selain itu, Efisiensi Proses juga tidak terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional. Lean Manufacturing pun tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional.

Tabel 8. Hasil Pengujian Hipotesis (Pengaruh Langsung)

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
DSC -> EP	0,302	0,295	0,102	2,977	0,003
DSC -> KO	0,201	0,185	0,340	0,591	0,555
EP -> KO	0,182	0,183	0,170	1,071	0,284
LM -> EP	0,652	0,661	0,100	6,536	0,000
LM -> KO	0,293	0,309	0,343	0,855	0,393

Berdasarkan hasil analisis mediasi pada Tabel 10, ditemukan bahwa Efisiensi Proses tidak berfungsi sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara Lean Manufacturing dan Kinerja Operasional, maupun antara Digital Supply Chain dan Kinerja Operasional. Hal ini terlihat dari nilai T-statistic yang rendah dan P-value yang tidak signifikan pada seluruh jalur mediasi yang diuji. Artinya, peningkatan kinerja operasional dalam industri manufaktur Indonesia tidak terjadi melalui mekanisme peningkatan efisiensi proses ketika dipengaruhi oleh Lean Manufacturing maupun Digital Supply Chain. Dengan kata lain, Efisiensi Proses tidak memiliki peran perantara dalam mentransmisikan pengaruh kedua variabel tersebut terhadap Kinerja Operasional.

Tabel 9. Hasil Analisis Mediasi (Tidak Langsung)

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
DSC -> EP -> KO	0,055	0,058	0,060	0,917	0,359
LM -> EP -> KO	0,119	0,117	0,110	1,073	0,283

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Lean Manufacturing, Digital Supply Chain, maupun Efisiensi Proses tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional. Temuan ini berbeda dengan banyak penelitian sebelumnya, seperti studi Shah & Ward, Pradana & Suhendra, Christopher & Holweg, serta Wijaya & Darmawan, yang menunjukkan hubungan positif antara lean, digitalisasi, efisiensi, dan peningkatan kinerja operasional. Ketidaksignifikanan pengaruh ini mengindikasikan bahwa dalam konteks industri manufaktur Indonesia tahun 2025, peningkatan kinerja operasional tidak semata-mata ditentukan oleh penerapan lean, digital supply chain, maupun efisiensi proses. Faktor lain seperti kualitas tenaga kerja, maturitas teknologi, kesiapan organisasi, atau kondisi pasar kemungkinan masih berperan dominan.

REFERENSI

- Atieh Ali, A. A., Sharabati, A. A. A., Allahham, M., & Nasereddin, A. Y. (2024). The Relationship between Supply Chain Resilience and Digital Supply Chain and the Impact on Sustainability: Supply Chain Dynamism as a Moderator. *Sustainability (Switzerland)*, 16(7), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su16073082>
- Bigliardi, B., Filippelli, S., Petroni, A., & Tagliente, L. (2022). The digitalization of supply chain: A review. *Procedia Computer Science*, 200(2019), 1806–1815. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.381>
- Fitri, M., Adelino, M. I., & Apuri, M. L. (2022). Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 295–300. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3223>

- Hanif, H., Hidayat, T., & Haryadi, R. N. (2023). Pelatihan Keterampilan Manajemen Operasional bagi UMKM: Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas. *Jabdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 34–38. <https://doi.org/10.56457/jabdimas.v1i1.52>
- Medyński, D., Bonarski, P., Motyka, P., Wysoczański, A., Gnitecka, R., Kolbusz, K., Dąbrowska, M., Burduk, A., Pawelec, Z., & Machado, J. (2023). Digital Standardization of Lean Manufacturing Tools According to Industry 4.0 Concept. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/app13106259>
- Mohamed, K., Shareef, H., Nizam, I., Esan, A. B., & Shareef, A. (2024). Operational Performance Assessment of Rooftop PV Systems in the Maldives. *Energy Reports*, 11(February), 2592–2607. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.02.014>
- Perano, M., Cammarano, A., Varriale, V., Del Regno, C., Michelino, F., & Caputo, M. (2023). Embracing supply chain digitalization and unphysicalization to enhance supply chain performance: a conceptual framework. In *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* (Vol. 53, Issues 5–6). <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2022-0201>
- Saptioratri Budiono, H. D., Nurcahyo, R., & Habiburrahman, M. (2021). Relationship between manufacturing complexity, strategy, and performance of manufacturing industries in Indonesia. *Heliyon*, 7(6), e07225. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07225>
- Sari, D. L., Storyna, H., Intan, R., Sinaga, P., Gunawan, F. E., Asrol, M., & Redi, A. A. N. P. (2021). The effect of job stress to employee performance: Case study of manufacturing industry in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012085>
- Wolok, E., Yapanto, L. M., Lapijan, A. L. C. P., Wolok, T., & Aneta, A. (2023). Manufacturing Industry Strategy in Increasing the Acceleration of Economic Growth in Indonesia. *International Journal of Professional Business Review*, 8(4), 1–10. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1927>
- Yuriandhan, M. R., Yamani, A. Z., & Karima, H. Q. (2022). Implementasi E-Sales Berbasis Open Source Sebagai Transformasi Dan Efisiensi Proses Bisnis (Studi Kasus Penjualan Lokal Pt Perkebunan Tambi). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(4), 322–333. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i4.54>
- Zalva, R., -, A., Salsabilla, S., Saputra, A. D., Yanuardi, R., & Maharani, A. (2023). the Role of the Manufacturing on the Indonesian Economy. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Sciences (IJoMS)*, 2(1), 157–166. <https://doi.org/10.59066/ijoms.v2i1.322>
- Zhang, S., Yu, Q., Wan, S., Cao, H., & Huang, Y. (2024). Digital supply chain: literature review of seven related technologies. *Manufacturing Review*, 11. <https://doi.org/10.1051/mfreview/2024006>
- Zhao, N., Hong, J., & Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, 259(April 2022), 108817. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108817>