



Implementasi *Lean Manufacturing* dan Pengendalian Kualitas terhadap Efektivitas Proses Produksi: *Systematic Literature Review*

Rustiyana Wati

Akuntansi, Universitas Terbuka, Indonesia

Email Korespondensi: 044472034@ecampus.ut.ac.id

Article received: 01 Januari 2026, Review process: 12 Januari 2026

Article Accepted: 22 Februari 2026, Article published: 16 April 2026

ABSTRACT

Production process effectiveness is a crucial factor determining the competitiveness of manufacturing companies in facing the dynamics of global competition. This study aims to analyze lean manufacturing implementation patterns, identify the role of quality control, and examine the synergistic relationship between the two on production process effectiveness using a Systematic Literature Review (SLR) approach. The research method refers to the PRISMA protocol, with a literature search conducted in Google Scholar, Scopus, and Web of Science databases between 2023 to 2026. Of the 250 articles identified, 12 met the inclusion criteria and served as the basis for the analysis. The study results indicate that lean manufacturing implementation through tools such as VSM, SMED, 5S, and Kaizen consistently reduces waste, shortens lead times, and increases production capacity. SPC-based quality control and the DMAIC framework have proven effective in stabilizing processes and reducing defect rates to world-class standards. The integration of the two within the Lean Six Sigma approach produces a synergistic, multiplicative impact on production process effectiveness. This study confirms that implementation success is also influenced by organizational cultural readiness and technology adoption, which act as crucial moderating factors.

Keywords: *Production Process Effectiveness; Lean Manufacturing; Quality Control.*

ABSTRAK

Efektivitas proses produksi merupakan faktor krusial yang menentukan daya saing perusahaan manufaktur dalam menghadapi dinamika persaingan global. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola implementasi lean manufacturing, mengidentifikasi peran pengendalian kualitas, serta mengkaji hubungan sinergis keduanya terhadap efektivitas proses produksi melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Metode penelitian mengacu pada protokol PRISMA dengan pencarian literatur dari basis data Google Scholar, Scopus, dan Web of Science pada rentang tahun 2023 sampai 2026. Dari 250 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 12 artikel memenuhi kriteria inklusi dan menjadi dasar analisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi lean manufacturing melalui alat-alat seperti VSM, SMED, 5S, dan Kaizen secara konsisten mampu mereduksi waste, mempersingkat lead time, dan meningkatkan kapasitas produksi. Pengendalian kualitas berbasis SPC dan kerangka DMAIC terbukti efektif menstabilkan proses dan menurunkan tingkat kecacatan hingga standar kelas dunia. Integrasi keduanya dalam pendekatan Lean Six Sigma menghasilkan dampak sinergis yang bersifat multiplikatif terhadap efektivitas proses produksi. Penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan implementasi juga

dipengaruhi oleh kesiapan budaya organisasi dan adopsi teknologi sebagai faktor moderasi yang krusial.

Kata Kunci: Efektivitas Proses Produksi; Lean Manufacturing; Pengendalian Kualitas.

PENDAHULUAN

Persaingan industri manufaktur yang semakin ketat di era globalisasi mendorong setiap perusahaan untuk secara konsisten meningkatkan efektivitas proses produksinya. Kondisi ini menuntut penerapan strategi manajerial yang tidak hanya berfokus pada peningkatan volume output, tetapi juga pada optimalisasi kualitas, pengurangan pemborosan, dan efisiensi penggunaan sumber daya secara berkelanjutan. Dalam konteks tersebut, dua pendekatan yang telah terbukti secara empiris mampu mentransformasi kinerja operasional perusahaan adalah *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas (*quality control*). *Lean manufacturing* merupakan filosofi manajemen produksi yang berakar dari *Toyota Production System* (TPS), bertujuan untuk meminimalkan segala bentuk pemborosan (*waste*) tanpa mengorbankan nilai yang diharapkan pelanggan. Prinsip-prinsip inti *lean* mencakup pengurangan *waste*, perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*), serta pemaksimalan nilai (*value maximization*), yang diwujudkan melalui berbagai praktik seperti 5S, *Kaizen*, *Just-in-Time* (JIT), dan *Kanban* (Ghelani, 2021). Di sisi lain, pengendalian kualitas merupakan serangkaian aktivitas terstruktur yang dirancang untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan, sehingga cacat produksi dapat diminimalisasi secara sistematis.

Kajian akademis menunjukkan bahwa implementasi *lean manufacturing* memberikan dampak signifikan terhadap kinerja produksi secara menyeluruh. Penelitian pada perusahaan manufaktur berteknologi tinggi di China mengungkapkan bahwa *lean production* berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja produksi, dan manajemen kualitas terbukti memainkan peran mediasi parsial antara produksi ramping dengan performa produksi perusahaan (Xueliang, 2023). Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi antara *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas bukan sekadar pelengkap, melainkan sebuah keharusan strategis. Lebih lanjut, studi longitudinal selama dua tahun pada 20 perusahaan manufaktur menunjukkan bahwa perusahaan yang mengadopsi *Lean Six Sigma* mencapai rata-rata tingkat cacat sebesar 3,18% dengan *throughput* produksi rata-rata 134,08 unit per jam, yang membuktikan adanya peningkatan signifikan dibandingkan kondisi awal (*baseline*) operasional (Bukhari et al., 2025).

Secara teoretis, *lean manufacturing* berlandaskan pada konsep eliminasi delapan jenis pemborosan (*eight wastes*) yang meliputi *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *over-processing*, *inventory*, *motion*, *defects*, dan *unused talent*. Sementara itu, pengendalian kualitas merujuk pada kerangka kerja *Statistical Process Control* (SPC) dan berbagai alat analisis seperti diagram *fishbone*, *Pareto chart*, *control chart*, serta metodologi *Six Sigma* yang berorientasi pada pengurangan variabilitas proses. Studi empiris yang menggunakan pemodelan *Partial Least Squares-Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) menegaskan bahwa praktik *lean manufacturing* secara langsung memengaruhi kinerja operasional dan bisnis perusahaan manufaktur, dengan komitmen manajemen puncak sebagai faktor moderator yang krusial

(Panigrahi et al., 2023). Kerangka teori ini menjadi fondasi penting dalam memahami mekanisme kausalitas antara implementasi *lean*, pengendalian kualitas, dan efektivitas proses produksi.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji efektivitas *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas secara terpisah, terdapat kesenjangan (*gap*) penelitian yang cukup signifikan dalam literatur yang ada. Pertama, mayoritas kajian yang tersedia lebih banyak menganalisis salah satu variabel secara berdiri sendiri, tanpa menelaah secara simultan bagaimana interaksi antara *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas bersama-sama berkontribusi terhadap efektivitas proses produksi. Kedua, tinjauan sistematis *Lean Six Sigma* pada *small and medium-sized enterprises* (SMEs) menemukan bahwa meskipun tren publikasi terus meningkat dan mencapai puncaknya pada tahun 2024, masih terdapat keterbatasan dalam hal generalisasi temuan lintas sektor industri dan kondisi geografis yang berbeda (Mavhunga et al., 2024). Ketiga, kajian berbasis *Systematic Literature Review* (SLR) yang secara khusus mengintegrasikan kedua konstruk tersebut dalam konteks pengukuran efektivitas proses produksi masih sangat terbatas, terutama untuk konteks industri di negara berkembang. Tinjauan literatur sistematis tentang implementasi *lean manufacturing* di negara berkembang dan maju mengungkapkan bahwa usaha kecil dan menengah di kedua kategori negara tersebut masih menghadapi kesulitan signifikan dalam menjalani proses transformasi menuju sistem produksi ramping (Maware et al., 2021).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang integratif, yakni menyintesis secara sistematis berbagai bukti empiris dari literatur mutakhir periode 2023-2026 mengenai implementasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas secara bersamaan, serta dampak gabungannya terhadap efektivitas proses produksi. Dengan menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berbasis protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), penelitian ini berupaya menghasilkan sintesis yang lebih komprehensif, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Pendekatan ini sejalan dengan temuan bahwa penerapan praktik *lean* yang semakin meluas di berbagai jenis organisasi memerlukan kerangka evaluasi yang lebih sistematis untuk mengukur efektivitasnya secara objektif (Klein et al., 2022). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu mengisi celah pengetahuan yang ada sekaligus menjadi referensi strategis bagi pelaku industri dan akademisi.

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi *gap* penelitian di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: (1) Bagaimana pola dan tren implementasi *lean manufacturing* dalam meningkatkan efektivitas proses produksi berdasarkan kajian literatur tahun 2023-2026? (2) Bagaimana peran pengendalian kualitas dalam mendukung dan memperkuat efektivitas proses produksi berdasarkan bukti-bukti empiris yang tersedia dalam literatur? (3) Bagaimana hubungan sinergis antara implementasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas terhadap efektivitas proses produksi secara terintegrasi? Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah: (1) Menganalisis pola dan tren implementasi *lean manufacturing* terhadap efektivitas proses produksi berdasarkan literatur periode 2023-2026; (2) Mengidentifikasi peran

dan kontribusi pengendalian kualitas dalam meningkatkan efektivitas proses produksi berdasarkan sintesis literatur yang tersedia; (3) Mengkaji hubungan sinergis antara implementasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas terhadap efektivitas proses produksi secara terintegrasi melalui pendekatan *Systematic Literature Review*.

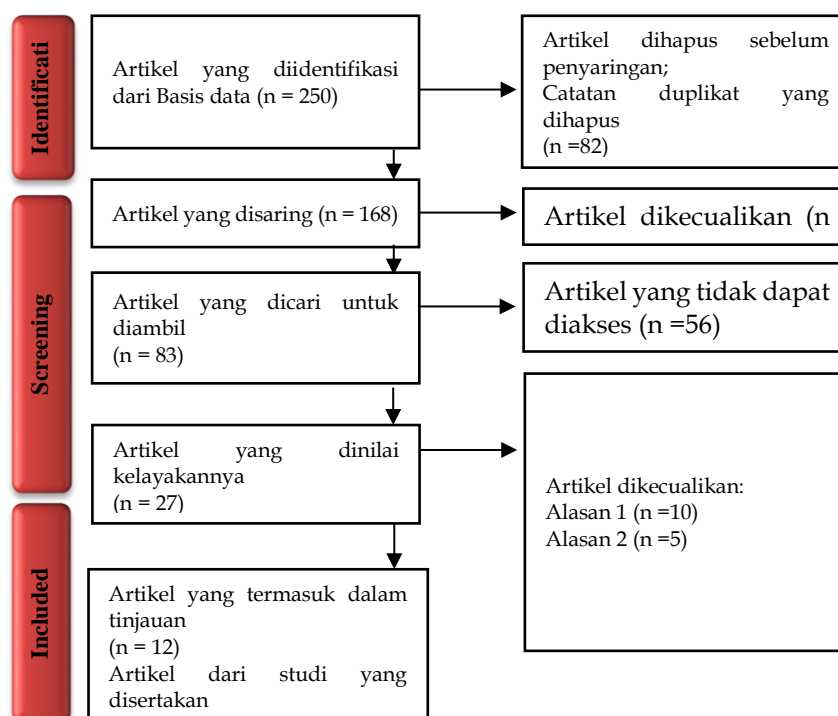
Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat ganda, baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan korpus pengetahuan mengenai integrasi *lean manufacturing* dan *quality control* dalam kerangka manajemen operasi modern, serta memperkaya literatur SLR yang berbasis bukti (*evidence-based*). Secara praktis, temuan penelitian ini dapat menjadi panduan strategis bagi para manajer dan praktisi industri dalam merancang sistem produksi yang lebih efisien, responsif terhadap perubahan pasar, serta mampu menjaga konsistensi kualitas produk secara berkelanjutan (Ghelani, 2021). Bagi kalangan akademisi, penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan kajian lanjutan yang lebih spesifik, khususnya dalam konteks industri manufaktur di negara berkembang yang memiliki karakteristik unik dalam hal sumber daya, regulasi, dan dinamika pasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) sebagai metode utama dalam mengumpulkan, menyeleksi, dan mensintesis bukti-bukti empiris dari berbagai sumber literatur ilmiah yang relevan. Pendekatan SLR dipilih karena mampu menghasilkan sintesis pengetahuan yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi, sehingga meminimalkan bias subjektivitas peneliti dalam proses penarikan kesimpulan. Protokol pelaporan yang digunakan mengacu pada panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) sebagai standar internasional yang diakui dalam pelaksanaan tinjauan literatur sistematis (Page et al., 2021). Pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui tiga basis data akademik utama, yaitu *Google Scholar*, *Scopus*, dan *Web of Science*, dengan rentang tahun publikasi yang dibatasi antara 2023 hingga 2026. Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian meliputi: "*lean manufacturing*", "*quality control*", "*production effectiveness*", "*process improvement*", "*systematic literature review*", kontrol kualitas, efektivitas Produksi, serta kombinasi logis menggunakan operator Boolean AND dan OR untuk memperluas cakupan hasil pencarian secara terstruktur. Seleksi literatur dilaksanakan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan secara eksplisit. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel diterbitkan dalam jurnal ilmiah *peer-reviewed* pada periode 2023-2026; (2) membahas implementasi *lean manufacturing*, pengendalian kualitas, atau keduanya secara bersamaan; (3) mengkaji efektivitas atau kinerja proses produksi sebagai variabel utama; (4) tersedia dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; serta (5) dapat diakses secara *full-text*. Adapun kriteria eksklusi mencakup: (1) artikel berupa *editorial*, *conference proceedings* tanpa *peer-review*, atau *grey literature*; (2) studi yang tidak memiliki metodologi penelitian yang jelas; (3) artikel duplikat dari basis data yang berbeda; serta (4) literatur yang tidak relevan dengan topik kajian setelah dilakukan pembacaan mendalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses seleksi diawali dengan tahap identifikasi, di mana sebanyak 250 artikel berhasil ditemukan dari tiga basis data utama. Pada tahap ini, sebanyak 82 artikel dieliminasi karena teridentifikasi sebagai duplikat, sehingga tersisa 168 artikel yang melanjutkan ke tahap berikutnya. Pada tahap penyaringan (*screening*), 168 artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak, menghasilkan 83 artikel yang dianggap relevan, sementara 85 artikel lainnya dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Dari 83 artikel tersebut, dilakukan pengambilan teks lengkap, dan sebanyak 56 artikel tidak dapat diambil atau tidak memenuhi syarat, sehingga tersisa 27 artikel yang dinilai kelayakannya secara substantif. Pada tahap penilaian kelayakan, 15 artikel dieksklusi berdasarkan dua alasan utama, yakni Alasan 1 ($n = 10$) berupa ketidaksesuaian metodologi, dan Alasan 2 ($n = 5$) berupa ketidakrelevanan konten dengan fokus kajian. Pada tahap inklusi akhir, diperoleh 12 jurnal yang memenuhi seluruh kriteria dan layak untuk disertakan dalam tinjauan sistematis ini. Kedua belas artikel tersebut menjadi dasar analisis dan sintesis temuan dalam penelitian ini (Mavhunga et al., 2024). Proses seleksi literatur dilaksanakan secara bertahap sebagaimana divisualisasikan pada diagram alur PRISMA berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Literatur PRISMA

Tabel sintesis berikut merangkum hasil telaah sistematis terhadap dua belas artikel ilmiah yang telah memenuhi kriteria inklusi dalam penelitian ini. Setiap artikel dikaji berdasarkan aspek metodologi, subjek penelitian, temuan utama, serta relevansinya terhadap topik kajian mengenai implementasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas dalam meningkatkan efektivitas proses produksi. Penyusunan tabel ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif

dan terstruktur mengenai lanskap penelitian yang telah dilakukan, sehingga memudahkan proses sintesis dan identifikasi pola temuan secara lintas studi.

Tabel 1. Tabel Sintesis Literatur

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
1	Hanifi e (2025)	Strategi Peningkatan Efisiensi Produksi Menggunakan <i>Manufacturing</i> dan Studi Industri Ringan PT. ABC	Kuantitatif <i>check list</i> histogram, <i>Pareto control diagram</i> , <i>fishbone</i> , <i>5 S</i> , <i>Manufacturing</i> , SPC	Industri manufaktur AAC ABC)	Kecacatan dominan berretakan struktural disebabkan <i>human error</i> prosedur standar, kondisi yang optimal. produksi stabil menyeluruh. Integrasi <i>lean</i> SPC terbukti efektif meningkatkan mutu efisiensi produksi secara berkesinambungan.	Sangat relevan membuktikan efektivitas integrasi <i>manufacturing</i> pengendalian kualitas (S) terhadap peningkatan efisiensi produksi.
2	Yoseph al. (2023)	Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Produksi Drum Menggunakan Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i>	<i>Lean Sigma</i> ; SIP CTQ, <i>Pareto diagram</i> , WAM, <i>J pail can tree analysis</i> , <i>why-why analysis</i> , FMEA	Perusahaan manufaktur kemasan drum	Nilai <i>Process Capability Efficiency</i> (P) meningkat 8,06% dan 9,23% sigma meningkat dari 4,6 menjadi 5,04 setelah implementasi perbaikan. W dominan ada <i>defect</i> , <i>inventory</i> dan <i>waiting</i> .	Relevan: mendemonstrasikan keberhasilan penerapan berbasis <i>Six Sigma</i> secara terukur mampu meningkatkan efisiensi sil proses menurunkan tingkat cacat produksi.
3	Wicakso et al. (2020)	Analisis Pengendalian Kualitas Produk C Menggunakan	Deskriptif kuantitatif <i>Lean Sigma</i> , PQR) DMAIC,	Industri manufaktur otomotif (79%) <i>Welding CO E Hole</i> (21%).	Cacat dominan adalah <i>Part</i> (79%) <i>Welding CO E Hole</i> (21%).	Relevan: memperkuat argumen keberhasilan pengendalian kualitas berb

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
		n Metode l Six Sigma dengan Konsep DMAIC di PQR	l DPMO, Si analisis sigma	Part Mer Sub Assy Under RH	DPMO tertir 27.617,6 level terendah mengindikasikan kapabilitas pro yang optimal. Penyebab berasal faktor manu material, me dan lingkungan	Relevansi dengan Penelitian Ju DMAIC se sistematis sig mengidentifik dan meredi sumber kecac dalam pro manufaktur.
4	Suherman et al. (20	Penerapan Lean Manufactur untuk Perbaikan Proses Inspeksi Area Coordinate Measuring Machine	Studi VSM, cause-effect diagram, whys, inspection p	ka Industri manufaktur pesawat terbang-a Coordinate Measuring Machine (CMM)	Waktu sil berkurang 3 m meningkat da menjadi 81%, utilisasi oper meningkat 3 dan setelah penerapan dan inspec plan.	Relevan: membuktikan bahwa penera lean manufactu secara langs meningkatkan efektivitas pro inspeksi kua dan utili sumber d produksi.
5	Apriani al. (2024	Peningkatan Kapasitas Produksi dengan Metode l Manufactur pada Indt Furnitur	VSM, Cause Anal (RCA), 5W	l Industri furnitur k nasional Cikarang	Lead time pro berkurang 11,98 menjadi 8,01 dan cycle turun dari 1 menit 850 me Kapasitas produksi meningkat 70,03% (1 92,38% (1 22,35%). W dominan ada movement, overproduction dan waiting.	Relevan: menunjukkan dampak kon penerapan cycle manufacturing terhadap peningkatan kapasitas efektivitas pro produksi p sektor indt furnitur.
6	Soeryon al. (2025	Quality Control	Kuantitatif studi	Industri ka manufaktur	Implementasi SPC	Sangat rele se memvalidasi

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
		<i>Improvement Using Statistical Process Control in Manufacturing Industry</i>	<i>control chart</i> analisis kapabilitas proses, <i>Pa analysis</i>	umum proses produksi dengan deviasi kualitas tinggi	signifikan meningkatkan stabilitas produksi menurunkan tingkat cacat, meningkatkan indeks kapabilitas proses. terbukti sebagai pendekatan pengendalian kualitas yang praktis dan akurat dalam mendukung pengambilan keputusan operasional.	peran ser pengendalian kualitas berbasis SPC dapat meningkatkan efektivitas konsistensi produksi manufaktur.
7	Wardha et al. (2020)	Kesiapan Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> : Peran Budaya Organisasi dan Adopsi Teknologi	Kuantitatif SEM-PLS; <i>PT purposive sampling</i>	Karyawan PT Suprabak Mandiri	Budaya organisasi adopsi teknologi berpengaruh terhadap kesiapan implementasi <i>manufacturing</i> . <i>Lean manufacturing</i> memiliki pengaruh yang kuat terhadap peningkatan performa organisasi berperan sebagai variabel mediator antara budaya teknologi, kinerja.	Relevan: memberikan perspektif faktor keberhasilan implementasi <i>manufacturing</i> yang berdampak pada efektivitas proses performa organisasi menyeluruh.
8	Shandik al. (2025)	Analisis Penerapan Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode <i>Lean</i>	Deskriptif kuantitatif DMAIC; observasi langsung, wawancara	UMKM produsen tahu (UM Tahu XYZ)	Empat jenis <i>u</i> dominan teridentifikasi transportasi berlebih, produk,	Relevan: memperlihatkan aplikabilitas dan pengendalian kualitas tinggi hanya p

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
		<i>Six Sigma</i> pada di Tahun untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi	Si telaah dokumen produksi		pergerakan ti industri be perlu, dan c tetapi juga p <i>processing</i> . Usk skala UM perbaikan untuk meliputi <i>rede</i> meningkatkan tata l efisiensi pro produksi, produksi. implementasi penyusunan S dan ada teknologi perebusan kedelai y lebih baik.	
9	Ibi et al (2025)	Optimalisasi Pengendalian Kualitas dalam Mengurangi Waste dan Six Sigma pada PT. K	<i>Lean</i> dan <i>Sigma</i> ; <i>waste, v stream mapping</i>	PT. Karangjati Hijau Les (KHL) industri pengolahan <i>crude palm</i>	<i>Lead</i> berkurang menjadi 349 menit perbaikan letak, peningkatan kapasitas dan pengurangan <i>lead t</i> Penerapan dan <i>Six Sigma</i> berhasil mengoptimalkan pengendalian kualitas meningkatkan efisiensi s daya s perusahaan.	Relevan: memperkuat bukti em bahwa integ <i>lean</i> dan <i>Six Sigma</i> secara efe mereduksi pemborosan meningkatkan efektivitas pr produksi di sel agroindustri.
10	Sahroni Darajatu (2024)	Efektivitas Proses Produksi Melalui Pengendalian Kualitas p <i>Part End l</i> dengan Metode <i>l Six Sigma</i> PT. GCE	DMAIC, <i>Sigma</i> , penghitungan DPMO	Industri manufaktur <i>sheet n</i> (PT. GCE produk <i>End Plate</i>)	Tingkat kecacatan ber di bawah cacat per satu peluang (DPM Faktor penye utama kecac adalah mesin tenaga k Implementasi <i>Lean Six Sigma</i>	Sangat rele secara langs mengkaji efektivitas pr produksi mel pengendalian kualitas berb <i>lean</i> , sel penuh den judul dan fo penelitian ini.

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
					berbasis DM terbukti meningkatkan efektivitas produksi secara terukur.	
11	Parwati al. (2023)	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> Dengan <i>Stream Mapping</i> (VSM) dan <i>Kaizen</i> Proses Produksi Kulit	Kualitatif kuantitatif VSM, <i>Process Activity Mapping</i> (PAM), <i>Kaizen</i> , dan diagram <i>fishbone</i> , 5W+1H	Industri manufaktur skala menengah	Identifikasi <i>waiting time unnecessary motion</i> VSM. Implementasi <i>Kaizen</i> standarisasi berhasil mereduksi <i>value activities</i> meningkatkan <i>process efficiency</i> signifikan. Perbaikan letak terbukti mengurangi pemborosan gerak transportasi.	Relevan: membuktikan efektivitas pendekatan berbasis VSM dan mengidentifikasi dan mereduksi <i>waste</i> meningkatkan efisiensi produksi per industri manufaktur signifikan.
12	Lesmana al. (2023)	Pengendalian Kualitas Pendekatan SPC dan FMEA Proses Perakitan Smartphone (Studi Kasus PT. Adi Mandiri)	Kuantitatif SPC (<i>Statistical Process Control</i>), FMEA (<i>Fault Mode and Effect Analysis</i>), dan diagram <i>Pareto</i> , diagram <i>fishbone</i>	Industri manufaktur elektronik lokal perakitan smartphone (PT. Reka Mandiri)	Persentase produk Smartphone mencapai lebih dari 0% toleransi Jenis Crack, LCD B Spot, Speaker Sound, Baterai Leaking, Capacitor Fail, Fingerprint SPC mengidentifikasi	Sangat relevan: memvalidasi peran kombinasi SPC dan FMEA sebagai pendekatan pengendalian kualitas yang komprehensif dalam meningkatkan efektivitas produksi manufaktur memperkuat

No	Nama Tahun	Judul	Metode	Subjek	Hasil Penemu	Relevansi dengan Penelitian
						titik-titik pro argumen sin di luar ken antara alat- sementara FM pengendalian mengungkap kualitas terha akar penye efektivitas kecacatan produksi. faktor manu metode, mesin. Us perbaikan terstruktur mampu menurunkan tingkat kecac secara terukur

Sumber. Dari berbagai sumber literatur

Berdasarkan tabel sintesis di atas, terlihat bahwa kedua belas studi yang dikaji memiliki benang merah yang kuat dalam hal penggunaan pendekatan *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas sebagai instrumen utama peningkatan efektivitas proses produksi. Ragam sektor industri yang tercakup mulai dari manufaktur otomotif, pesawat terbang, furnitur, agroindustri, hingga UMKM pangan menunjukkan bahwa integrasi kedua pendekatan tersebut bersifat lintas sektoral dan tidak terbatas pada konteks industri tertentu. Temuan-temuan ini memperkuat argumen bahwa *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas merupakan dua konstruk yang saling melengkapi dan memberikan dampak sinergis terhadap kinerja operasional perusahaan secara berkelanjutan.

Pola dan Tren Implementasi Lean Manufacturing terhadap Efektivitas Proses Produksi

Berdasarkan sintesis terhadap dua belas literatur yang dikaji, terdapat pola yang konsisten bahwa implementasi *lean manufacturing* secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan efektivitas proses produksi di berbagai sektor industri. Alat-alat *lean* yang paling dominan digunakan mencakup *Value Stream Mapping* (VSM), *Single-Minute Exchange of Die* (SMED), *Kaizen*, *5S*, serta *Root Cause Analysis* (RCA). Studi Apriani et al. (2024) pada industri furnitur membuktikan bahwa penerapan VSM dan metode 5W1H berhasil mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* dominan berupa *movement*, *overproduction*, dan *waiting*, yang berdampak langsung pada penurunan *lead time* proses dari 11,98 hari menjadi 8,01 hari dan peningkatan kapasitas produksi dari 70,03% menjadi 92,38%. Temuan ini sejalan dengan studi Suherman et al. (2023) pada industri aeronautika yang melaporkan penurunan waktu siklus sebesar 33% dan peningkatan utilisasi mesin

dari di bawah 60% menjadi 81% pascaimplementasi *lean* di area *Coordinate Measuring Machine*.

Pola tersebut semakin diperkuat oleh temuan Wardhana et al. (2026) yang mengungkapkan bahwa keberhasilan implementasi *lean manufacturing* tidak semata-mata ditentukan oleh penerapan alat teknis, melainkan juga sangat dipengaruhi oleh kesiapan budaya organisasi dan kapabilitas adopsi teknologi. Melalui analisis SEM-PLS, studi tersebut membuktikan bahwa *lean manufacturing* berperan sebagai variabel mediasi yang paling dominan antara budaya organisasi, adopsi teknologi, dan peningkatan performa organisasi. Hal ini mengindikasikan bahwa tren implementasi *lean* semakin bergeser ke arah pendekatan yang lebih holistik, di mana dimensi manusia, budaya, dan teknologi harus diintegrasikan secara simultan untuk menghasilkan efektivitas proses produksi yang optimal dan berkelanjutan. Dengan demikian, keberhasilan *lean manufacturing* bukan hanya soal eliminasi *waste* secara teknis, melainkan juga tentang transformasi budaya kerja organisasi secara fundamental.

Selain dimensi teknis dan budaya, tren terkini juga memperlihatkan bahwa efektivitas implementasi *lean manufacturing* semakin diperkuat oleh integrasi teknologi digital dalam ekosistem produksi. Penggunaan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) dan analitik data secara *real-time* memungkinkan identifikasi pemborosan dilakukan secara lebih presisi dan responsif dibandingkan metode konvensional yang bersifat retrospektif. Kondisi ini mendorong munculnya konsep *Lean 4.0*, yakni perpaduan antara prinsip-prinsip *lean* tradisional dengan kapabilitas teknologi *Industry 4.0* yang memungkinkan otomasi proses deteksi *waste* secara berkelanjutan (Yoseph et al., 2023). Lebih jauh, temuan dari berbagai studi yang dikaji menunjukkan bahwa perusahaan yang berhasil mengintegrasikan *lean* dengan sistem digital melaporkan penurunan *downtime* mesin yang lebih signifikan dan peningkatan akurasi perencanaan produksi yang lebih tinggi dibandingkan perusahaan yang hanya menerapkan *lean* secara konvensional. Hal ini relevan dengan konteks industri manufaktur di Indonesia yang tengah menghadapi tekanan transformasi digital sebagai bagian dari agenda *Making Indonesia 4.0*. Karena itu implementasi *lean manufacturing* yang efektif di masa kini tidak dapat dilepaskan dari kesiapan infrastruktur digital perusahaan sebagai enabler utama yang mendukung keberlanjutan perbaikan proses produksi secara menyeluruh dan terukur (Yoseph et al., 2023).

Aspek penting yang juga perlu ditekankan adalah bahwa efektivitas *lean manufacturing* sangat bergantung pada kemampuan perusahaan dalam mengidentifikasi jenis *waste* yang paling dominan secara spesifik sesuai karakteristik industri masing-masing. Studi Apriani et al. (2024) mengungkapkan bahwa pada industri furnitur, *waste* dominan berupa *movement* dan *overproduction* memerlukan pendekatan perbaikan yang berbeda dibandingkan industri pesawat terbang yang lebih memprioritaskan reduksi *idle time* dan peningkatan utilisasi mesin sebagaimana ditemukan oleh Suherman et al. (2023). Perbedaan karakteristik *waste* antarsector ini menegaskan bahwa implementasi *lean* tidak dapat dilakukan secara seragam (*one-size-fits-all*), melainkan harus diadaptasi secara kontekstual

berdasarkan pemetaan mendalam terhadap aliran nilai (*value stream*) spesifik setiap organisasi manufaktur (Apriani et al., 2024).

Peran Pengendalian Kualitas dalam Meningkatkan Efektivitas Proses Produksi

Kajian terhadap literatur yang tersedia secara konsisten menunjukkan bahwa pengendalian kualitas memainkan peran sentral dalam menjaga dan meningkatkan efektivitas proses produksi. Pendekatan *Statistical Process Control* (SPC) yang dikaji dalam studi Soeryono et al. (2025) dan Hanifi et al. (2025) terbukti mampu menstabilkan proses produksi, menurunkan tingkat variabilitas, dan meningkatkan indeks kapabilitas proses secara terukur. Penggunaan alat-alat SPC seperti *control chart*, *Pareto analysis*, dan analisis kapabilitas proses memungkinkan manajer produksi untuk mengidentifikasi penyimpangan proses secara dini dan mengambil tindakan korektif sebelum cacat produk meluas, sehingga efisiensi dan kualitas output dapat terjaga secara berkelanjutan.

Lebih lanjut, studi Wicaksono et al. (2026) memperjelas bahwa faktor penyebab kecacatan dalam proses manufaktur umumnya bersumber dari empat dimensi utama, yaitu manusia (*man*), material, mesin (*machine*), dan lingkungan (*environment*). Identifikasi sistematis terhadap keempat faktor ini melalui kerangka DMAIC memungkinkan perusahaan untuk merancang intervensi perbaikan yang lebih tepat sasaran. Selanjutnya, Sahroni & Darajatun (2024) membuktikan bahwa dengan penerapan pengendalian kualitas yang terstruktur melalui *Lean Six Sigma* pada PT. GCE, tingkat kecacatan produk *Part End Plate* berhasil ditekan hingga di bawah 3,4 DPMO (*Defects Per Million Opportunities*), yang merupakan standar kualitas kelas dunia. Temuan-temuan ini secara kolektif menegaskan bahwa pengendalian kualitas yang diimplementasikan secara sistematis dan berbasis data merupakan pilar fundamental dalam membangun proses produksi yang efektif, efisien, dan kompetitif.

Dimensi penting lain yang turut memengaruhi efektivitas pengendalian kualitas adalah konsistensi pengumpulan dan analisis data produksi secara sistematis. Studi yang dikaji secara kolektif menggarisbawahi bahwa pengendalian kualitas yang tidak didukung oleh sistem pencatatan data yang akurat dan terstruktur cenderung menghasilkan tindakan korektif yang bersifat reaktif dan tidak berkelanjutan. Sebaliknya, perusahaan yang membangun budaya berbasis data (*data-driven culture*) dalam proses pengendalian kualitasnya terbukti mampu mengantisipasi potensi kecacatan lebih awal melalui pendekatan *predictive quality control* yang memanfaatkan analitik statistik secara proaktif (Soeryono et al., 2025). Selain itu, keterlibatan aktif operator lini produksi dalam proses pengendalian kualitas yang dikenal dengan konsep *quality at the source* menjadi faktor pembeda antara perusahaan yang berhasil menjaga konsistensi kualitas jangka panjang dengan yang tidak. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *Jidoka* dalam sistem produksi Toyota, di mana setiap individu dalam lini produksi memiliki otoritas dan tanggung jawab untuk menghentikan proses apabila terdeteksi anomali kualitas. Dengan demikian, pengendalian kualitas yang efektif bukan semata-mata fungsi departemen *quality assurance*, melainkan tanggung jawab kolektif seluruh elemen

organisasi yang terintegrasi dalam sistem manajemen mutu yang komprehensif (Hanifi et al., 2025).

Relevansi pengendalian kualitas juga semakin menguat ketika dihadapkan pada konteks persaingan global yang menuntut konsistensi standar produk secara ketat. Studi Sahroni & Darajatun (2024) mempertegas bahwa pada industri *sheet metal*, ketidaksesuaian produk yang disebabkan oleh faktor mesin dan tenaga kerja dapat diatasi secara efektif melalui penerapan DMAIC yang terstruktur, sehingga tingkat kecacatan mampu ditekan hingga di bawah ambang batas 3,4 DPMO. Capaian ini bukan hanya bermakna secara operasional, tetapi juga memberikan dampak strategis berupa peningkatan kepercayaan pelanggan dan penguatan posisi kompetitif perusahaan di pasar. Pencapaian standar kualitas kelas dunia tersebut hanya dapat terwujud apabila sistem pengendalian kualitas dijalankan secara disiplin, konsisten, dan didukung oleh komitmen manajemen yang kuat di semua level organisasi (Sahroni & Darajatun, 2024).

Hubungan Sinergis antara Lean Manufacturing dan Pengendalian Kualitas terhadap Efektivitas Proses Produksi

Sintesis lintas studi mengungkapkan bahwa integrasi antara *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas menghasilkan dampak yang jauh lebih signifikan dibandingkan dengan penerapan masing-masing pendekatan secara terpisah. Hampir seluruh studi yang dikaji dalam penelitian ini mengadopsi *Lean Six Sigma* sebagai kerangka kerja terpadu yang menggabungkan prinsip eliminasi *waste* dari *lean* dengan metodologi pengurangan variabilitas dari *Six Sigma*. Studi Yoseph et al. (2023) pada lini produksi drum mencatat peningkatan nilai *Process Cycle Efficiency* dari 8,06% menjadi 9,23% dan peningkatan level sigma dari 4,6 menjadi 5,04 secara bersamaan, menandakan bahwa perbaikan efisiensi proses dan peningkatan kualitas produk berlangsung secara sinergis dalam satu kerangka intervensi yang terintegrasi. Hubungan sinergis ini semakin nyata ketika dikaitkan dengan konteks industri pengolahan *crude palm oil* pada studi Ibi et al. (2025), di mana integrasi *lean* dan *Six Sigma* berhasil menurunkan *lead time* produksi dari 349 menit menjadi 327,59 menit melalui kombinasi perbaikan tata letak, peningkatan kapasitas mesin, dan penguatan sistem pengendalian kualitas secara bersamaan. Demikian pula, Shandika et al. (2025) memperlihatkan bahwa pada skala UMKM sekalipun, integrasi *lean* melalui pendekatan DMAIC mampu mengidentifikasi dan mengeliminasi empat jenis *waste* dominan secara simultan, sekaligus meningkatkan efisiensi produksi dan kepuasan pelanggan. Secara keseluruhan, bukti-bukti empiris dari seluruh literatur yang dikaji secara konsisten menunjukkan bahwa sinergi antara *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas bukan sekadar bersifat aditif, melainkan bersifat multiplikatif di mana keduanya saling memperkuat dan menciptakan efek perbaikan yang lebih besar secara keseluruhan terhadap efektivitas proses produksi (Sahroni & Darajatun, 2024).

Lebih jauh, hubungan sinergis antara *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas juga termanifestasi dalam kemampuan organisasi untuk membangun sistem perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement system*) yang bersifat mandiri dan adaptif terhadap perubahan kondisi operasional. Literatur yang dikaji

menunjukkan bahwa perusahaan yang secara konsisten menjalankan siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) sebagai bagian dari budaya operasionalnya cenderung mencapai tingkat stabilitas proses yang lebih tinggi dan mampu mempertahankan pencapaian kualitas dalam jangka panjang, bahkan di tengah fluktuasi permintaan pasar yang signifikan (Ibi et al., 2025). Temuan ini menegaskan bahwa sinergi antara *lean* dan pengendalian kualitas bukan sekadar intervensi teknis jangka pendek, melainkan sebuah transformasi sistemik yang mengubah cara organisasi berpikir, bekerja, dan berinovasi secara fundamental. Pada konteks UMKM sebagaimana dikaji oleh Shandika et al. (2025), sinergi kedua pendekatan ini bahkan terbukti memberikan dampak yang proporsional terhadap skala operasi, di mana investasi perbaikan yang relatif terbatas mampu menghasilkan peningkatan efisiensi dan kualitas yang signifikan secara bisnis.

Hal ini membuka peluang penerapan yang lebih luas bagi seluruh skala industri, sekaligus menegaskan bahwa integrasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas merupakan strategi universal yang relevan lintas skala dan sektor industri manufaktur (Yoseph et al., 2023). Bukti empiris tambahan yang memperkuat argumen sinergi ini dapat ditelusuri dari studi Wicaksono et al. (2026) yang menunjukkan bahwa pendekatan DMAIC dalam kerangka *Lean Six Sigma* mampu mengurai akar permasalahan kecacatan secara multidimensional mencakup faktor manusia, mesin, material, dan lingkungan secara bersamaan dalam satu siklus perbaikan yang terintegrasi. Kemampuan ini tidak dapat diperoleh apabila *lean* dan pengendalian kualitas dijalankan secara terpisah, karena masing-masing hanya mampu mengidentifikasi sebagian dari spektrum permasalahan yang ada. Oleh karena itu, integrasi keduanya dalam satu kerangka metodologis yang koheren merupakan prasyarat mutlak bagi perusahaan yang menginginkan peningkatan efektivitas proses produksi yang bersifat menyeluruh, berkelanjutan, dan berbasis bukti (Wicaksono et al., 2026).

SIMPULAN

Berdasarkan sintesis sistematis terhadap dua belas artikel ilmiah yang dikaji melalui pendekatan *Systematic Literature Review*, dapat disimpulkan bahwa implementasi *lean manufacturing* dan pengendalian kualitas secara konsisten terbukti mampu meningkatkan efektivitas proses produksi secara signifikan di berbagai sektor industri. Pola temuan yang muncul lintas studi menunjukkan bahwa alat-alat *lean* seperti VSM, SMED, 5S, dan *Kaizen* berhasil mereduksi *waste*, mempersingkat *lead time*, serta meningkatkan utilisasi sumber daya produksi secara terukur. Sementara itu, pendekatan pengendalian kualitas berbasis SPC dan kerangka DMAIC terbukti efektif dalam menstabilkan proses, menurunkan tingkat kecacatan, dan meningkatkan kapabilitas proses menuju standar kualitas yang lebih tinggi. Hubungan sinergis antara kedua pendekatan tersebut menghasilkan dampak yang bersifat multiplikatif, di mana integrasi *lean* dan *Six Sigma* secara bersamaan mengoptimalkan efisiensi aliran proses sekaligus menjaga konsistensi kualitas output produksi. Berdasarkan temuan tersebut, disarankan kepada para praktisi industri untuk tidak mengimplementasikan *lean manufacturing* atau pengendalian kualitas secara parsial, melainkan mengintegrasikan keduanya dalam satu kerangka

perbaikan yang terstruktur dan berkelanjutan. Komitmen manajemen puncak, kesiapan budaya organisasi, serta kapabilitas sumber daya manusia perlu dibangun secara simultan sebagai fondasi keberhasilan implementasi. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan kajian empiris yang mengukur dampak jangka panjang integrasi *lean* dan pengendalian kualitas, khususnya pada konteks UMKM dan industri berkembang di Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- Apriani, A. Y., Purba, H. H., Rimawan, E., & Juniawan, S. (2024). Peningkatan Kapasitas Produksi dengan Metode Lean Manufacturing pada Industri Furnitur. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 10(2), 129–135. <http://dx.doi.org/10.30656/intech.v10i2.9176>
- Bukhari, H., Basingab, M. S., Rizwan, A., Sánchez-Chero, M., Pavlatos, C., More, L. A. V., & Fotis, G. (2025). Sustainable green supply chain and logistics management using adaptive fuzzy-based particle swarm optimization. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 46(March). <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2025.101119>
- Ghelani, H. (2021). Advances in Lean Manufacturing: Improving Quality and Efficiency in Modern Production Systems. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 9(06), 604–610. <https://doi.org/10.18535/ijssrm/v9i06.ec01>
- Hanifi, N. R. A., Putra, A. N., & Laturuwa, N. A. (2025). Strategi Peningkatan Efisiensi Produksi Menggunakan Lean Manufacturing Dan Spc: Studi Pada Industri Bata Ringan Aac Pt. Abc. *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 6(02), 202–211. <https://doi.org/10.47398/just-me.v6i02.132>
- Ibi, M. A. J., Lamatinulu, & Chairany, N. (2025). Optimalisasi Pengendalian Kualitas Dalam Mengurangi Waste Dengan Metode Lean Dan Six Sigma Pada Pt. Khl. *Jurnal Aplikasi Dan Pengembangan Sistem Informasi*, 3(2), 115–124. <https://doi.org/10.3926/japsi.v3i2.2189>
- Klein, L. L., Vieira, K. M., Feltrin, T. S., Pissutti, M., & Ercolani, L. D. (2022). The Influence of Lean Management Practices on Process Effectiveness: A Quantitative Study in a Public Institution. *SAGE Open*, 12(1). <https://doi.org/10.1177/21582440221088837>
- Lesmana, A., Pratiwi, I., & MZ, H. (2023). Pengendalian Kualitas Dengan Pendekatan SPC Dan FMEA Pada Proses Perakitan Smartphone (Studi Kasus : PT. Adi Reka Mandiri). *Nusantara of Engineering (NOE)*, 6(1), 46–56. <https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19865>
- Mavhunga, T., Jantjie, L., & Thango, B. (2024). Evaluating Lean Six Sigma's Impact on Operational Efficiency in Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises: A Systematic Review. *Preprints.Org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.2115.v1>
- Maware, C., Okwu, M. O., & Adetunji, O. (2021). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the

- developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(3), 521-556. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020-0223>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Panigrahi, S., Al Ghafri, K. K., Al Alyani, W. R., Ali Khan, M. W., Al Madhagy, T., & Khan, A. (2023). Lean manufacturing practices for operational and business performance: A PLS-SEM modeling analysis. *International Journal of Engineering Business Management*, 15, 1-16. <https://doi.org/10.1177/18479790221147864>
- Parwati, C. I., Arsa, I. W. A., & Sodikin, I. (2023). Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Value Stream Mapping (VSM) Dan Kaizen Pada Proses Produksi Tas Kulit. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 6(1), 74-81. <https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19906>
- Sahroni, N., & Darajatun, R. A. (2024). Efektivitas Proses Produksi Melalui Pengendalian Kualitas pada Part End Plate dengan Metode Lean Six Sigma di PT. GCE. *Industrika: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(2), 343-351. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v8i2.1259>
- Shandika, J. N., Larutama, W., & Pratama, P. Y. (2025). Analisis Penerapan Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Lean Six Sigma pada UMKM di Tahun XYZ untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(3), 62-75. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i3.6384>
- Soeryono, J. M., Putri, R. K., & Doğan, O. (2025). Quality Control Improvement Using Statistical Process Control in Manufacturing Industry. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 3(1), 10-17. <https://doi.org/10.70716/reswara.v3i1.406>
- Suherman, R. H., Nawangpalupi, C. B., Industri, J. T., Parahyangan, U. K., & Hedyan, R. (2023). Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Inspeksi di Area Coordinate Measuring Machine Implementation of Lean Manufacturing to Improve the Inspection Process in the Coordinate Measuring Machine proses , yang mengakibatkan pengiriman terlambat . *Journal of Integrated System (JIS)*, 6(1), 1-20. <https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.6159>
- Wardhana, T. Y., Sutrisno, T. F., Kodrat, D. S., & Andrina, A. A. A. P. (2026). Kesiapan Implementasi Lean Manufacturing: Peran Budaya Organisasi dan Adopsi Teknologi. *Journal of Economics and Management Scienties*, 441-451. <https://doi.org/10.37034/jems.v8i2.299>
- Wicaksono, R. A., Momon S, A., Wahyudin, W., Malik Ij, F. A., & Setyanto, M. U. A. (2026). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Menggunakan Metode Lean Six Sigma dengan Konsep DMAIC di PT. PQR. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(1), 262-275. <https://doi.org/10.37090/s4abxz34>

- Xueliang, H. (2023). A study of Lean Production and Quality Management on Production Performance: The Evidence in High-tech Manufacturing Companies in China. *International Journal of Science and Business*, 22(1), 53-70. <https://doi.org/10.58970/ijsb.2095>
- Yoseph, Kosasih, W., & Doaly, C. O. (2023). Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Pada Lini Produksi Drum Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 2(1), 90-101. <https://doi.org/10.24912/jmti.v2i1.25531>