



DOI: <https://doi.org/10.38035/jafm.v6i4>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Analisis Pengaruh Implementasi Lean & Six Sigma Terhadap Kinerja Operasional Pada Perusahaan Manufaktur XYZ

Willy Arief Ramadhanus¹, Rizal Ramdan Padmakusumah², Ryni Vanditta³

¹Widyatama University, West Java, Indonesia, willy.arief@widyatama.ac.id

²Widyatama University, West Java, Indonesia, rizal.ramdan@widyatama.ac.id

³Universitas Negeri Semarang, Central Java, Indonesia, rynivanditta09@students.unnes.ac.id

Corresponding Author: willy.arief@widyatama.ac.id¹

Abstract: *The food manufacturing industry faces serious challenges in maintaining product quality consistency and production timeliness. PT XYZ as a food manufacturing company experienced declining operational performance marked by increased defect rates, delivery delays, and decreased employee productivity. This study aims to analyze the effect of Lean and Six Sigma implementation on operational performance at PT XYZ. The research method uses a quantitative approach with descriptive-explanatory design. Data was collected through questionnaires from 120 employee respondents involved in operational activities. Data analysis uses multiple linear regression with SPSS assistance. The results show that Lean has a positive and significant effect on operational performance ($t = 5.797$, $p < 0.001$), Six Sigma has a positive and significant effect on operational performance ($t = 12.211$, $p < 0.001$), and simultaneously both have a significant effect ($F = 3653.825$, $p < 0.001$) with an explanatory contribution of 98.4%. The conclusion of this study is that consistent implementation of Lean and Six Sigma is able to improve company operational performance through process efficiency and systematic quality control.*

Keywords: *Lean, Six Sigma, Operational Performance, Food Manufacturing, Multiple Linear Regression*

Abstrak: Industri manufaktur makanan menghadapi banyak masalah dalam menjaga ketepatan waktu dan konsistensi kualitas. PT XYZ, perusahaan manufaktur makanan, mengalami penurunan kinerja operasional yang ditandai dengan tingkat kesalahan yang meningkat, keterlambatan pengiriman, dan penurunan produktivitas karyawan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari bagaimana penerapan Lean dan Six Sigma berdampak pada kinerja operasional PT XYZ. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-eksplanatori. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang dibagikan kepada 120 pekerja yang berpartisipasi dalam operasi. Untuk menganalisis data, penelitian ini menggunakan regresi linier berganda dan program analisis statistik SPSS. Hasil menunjukkan bahwa Lean dan Six Sigma berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja operasional ($t = 5,797$, $p = 0,001$), dan Lean dan Six Sigma berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja operasional ($t = 12,211$, $p = 0,001$), dan keduanya berpengaruh secara bersamaan ($F = 3653,825$, $p = 0,001$), dengan kontribusi penjelasan sebesar 98,4 persen.

Kata Kunci: Lean, Six Sigma, Kinerja Operasional, Manufaktur Makanan, Regresi Linier Berganda

PENDAHULUAN

Industri makanan dan minuman adalah salah satu manufaktur yang berkontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia. Sektor manufaktur menyumbang setidaknya 18,67% dari PDB nasional, menurut data yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Meskipun mengalami penurunan dari 19,87% pada tahun 2020, sektor ini tetap memainkan peran penting dalam ekonomi Indonesia dan mempekerjakan banyak orang. Karawang adalah tempat industri strategis untuk banyak manufaktur, termasuk perusahaan pengolahan makanan berskala menengah hingga besar. PT XYZ adalah produsen makanan dengan karyawan antara 250 dan 250 orang yang membuat berbagai bumbu, saus, seasoning, tepung pelapis, pasta bumbu, sirup, dan topping.

Perusahaan menghasilkan berbagai bumbu, saus, seasoning, tepung pelapis, pasta bumbu, sirup, dan topping. Dengan munculnya pesaing baru, tuntutan pelanggan terhadap kualitas produk yang konsisten, dan permintaan pasar yang meningkat terhadap inovasi rasa dan kecepatan distribusi, perusahaan harus terus meningkatkan kinerja operasionalnya. Dalam beberapa tahun terakhir, telah muncul fenomena penurunan kinerja operasional karyawan. Ini berdampak pada standar kualitas dan ketepatan waktu pemenuhan pelanggan. Data internal PT XYZ menunjukkan peningkatan tingkat kesalahan dari 2,50% pada 2021 menjadi 5,20% pada 2023, peningkatan keterlambatan pengiriman dari 8% menjadi 15%, penurunan produktivitas karyawan dari 120 unit per bulan menjadi 108 unit per bulan, dan peningkatan pemborosan bahan baku dari 4% menjadi 7,50%. Ini menunjukkan bahwa di lini produksi, pengendalian kualitas dan disiplin kerja karyawan tidak efektif.

Industri manufaktur banyak menggunakan Lean Six Sigma (LSS) untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas. Salah satu prinsip Six Sigma adalah pengendalian kualitas dengan mengurangi variasi dan kesalahan dalam proses produksi, sedangkan Lean berpusat pada menghilangkan pemborosan dalam proses produksi. Bagaimana kinerja operasional PT XYZ dipengaruhi oleh penerapan Lean dan Six Sigma adalah subjek penelitian ini. Penelitian ini secara khusus memeriksa kinerja operasional berikut: (1) Lean terhadap kinerja operasional; (2) Six Sigma terhadap kinerja operasional; dan (3) kombinasi Lean dan Six Sigma terhadap kinerja operasional.

Tujuan memuat pertanyaan artikel yang akan dibahas dalam pembahasan dan dijawab pada kesimpulan. Penelitian ini memilih metode kuantitatif karena berfokus pada menghitung hubungan antar variabel menggunakan data numerik yang dapat dianalisis secara statistik. PT XYZ adalah perusahaan manufaktur makanan yang berada di wilayah industri Karawang, Jawa Barat.

Sekitar 250 karyawan PT XYZ adalah subjek penelitian. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria berikut: (1) karyawan telah bekerja di PT XYZ selama minimal 8 bulan, (2) terlibat secara langsung dalam aktivitas operasional, pengendalian kualitas, atau perbaikan proses, dan (3) memiliki pengalaman praktis dalam menerapkan standar kualitas, efisiensi, atau perbaikan berkelanjutan. Sampel dari 120 responden dikumpulkan berdasarkan formula Slovin dengan tingkat kesalahan 5-7%.

Indikator Lean (X1), Six Sigma (X2), dan Kinerja Operasional (Y) digunakan untuk mengumpulkan data. Termasuk dalam variabel penelitian adalah: 1. Lean (X1) dengan dimensi nilai, aliran, dan kesempurnaan; 2. Dengan dimensi DMAIC dan Customer Focus, Six Sigma (X2) dan 3 Kinerja Operasional (Y) berdasarkan dimensi Ketepatan Waktu dan Kualitas SPSS digunakan untuk menganalisis data menggunakan regresi linier berganda.

Sebelum analisis utama, validitas, reliabilitas, dan uji asumsi klasik (heteroskedastisitas, normalitas, dan multikolinearitas) dilakukan. 1. Hasil dan Diskusi Di antara 120 responden penelitian, sebagian besar laki-laki (58,3%), usia 30 hingga 39 tahun (41,7%), pendidikan

SMA/SMK (45,8%), masa kerja 2-5 tahun (41,7%), operator atau karyawan (41,7%), dan departemen produksi (41,7%). :2. Uji Validitas Instrument: Hasil menunjukkan bahwa setiap item kuesioner valid; nilai korelasi Pearson lebih besar dari r-tabel (0,179) dan signifikansi kurang dari 0,05.

Dengan nilai alfa Cronbach sebesar 0,952—jauh di atas batas minimum 0,70—hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa perangkat itu reliabel. 3. Uji Asumsi Klasik: Uji normalitas menunjukkan distribusi data residual yang normal. Uji multikolinearitas menunjukkan bahwa Lean dan Six Sigma memiliki korelasi tinggi ($r = 0,978$) karena keduanya saling melengkapi. Menurut uji heteroskedastisitas, tidak ada heteroskedastisitas. 4. Analisis Regresi Linier Berganda: Hasil analisis menunjukkan bahwa, dengan nilai R^2 0,984 dan nilai R^2 yang disesuaikan 0,984, model dapat menjelaskan variasi kinerja operasional 98,4%. Tidak ada korelasi autokorelasi yang signifikan, menurut nilai Durbin-Watson sebesar 3,072.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, yang dirancang dengan desain deskriptif dan eksplanatori. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena berfokus pada mengukur hubungan antar variabel dengan menggunakan data numerik yang dapat dianalisis secara statistik.

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur makanan yang terletak di wilayah industri Karawang, Jawa Barat. Sekitar 250 karyawan PT XYZ adalah subjek penelitian. Dengan menggunakan teknik purposive sampling, sampel penelitian dipilih berdasarkan kriteria berikut: (1) karyawan yang telah bekerja di PT XYZ selama minimal 8 bulan, (2) terlibat secara langsung dalam aktivitas operasional, pengendalian kualitas, atau perbaikan proses, dan (3) memiliki pengalaman praktis dalam menerapkan standar mutu, efisiensi, atau perbaikan.

Berdasarkan formula Slovin dengan tingkat kesalahan 5-7%, diperoleh sampel sebanyak 120 responden. Data dikumpulkan melalui kuesioner dengan skala Likert 1-5 yang disusun berdasarkan indikator variabel Lean (X1), Six Sigma (X2), dan Kinerja Operasional (Y). Variabel penelitian terdiri dari: 1) Lean (X1) dengan dimensi Value, Flow, dan Perfection; 2) Six Sigma (X2) dengan dimensi Customer Focus dan DMAIC; 3) Kinerja Operasional (Y) dengan dimensi Kualitas dan Ketepatan Waktu.

Sebelum analisis utama, data diuji validitas (korelasi Pearson), reliabilitas (Cronbach's Alpha), dan asumsi klasik (normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas) menggunakan regresi linier berganda dengan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Profil Responden

Penelitian melibatkan 120 responden dengan karakteristik: mayoritas laki-laki (58,3%), usia 30-39 tahun (41,7%), pendidikan SMA/SMK (45,8%), masa kerja 2-5 tahun (41,7%), departemen Produksi (41,7%), dan jabatan Operator/Staff (58,3%).

2. Uji Kualitas Instrumen

Uji validitas menunjukkan bahwa semua item kuesioner valid, dengan nilai korelasi Pearson $> r$ -tabel (0,179) dan signifikansi $< 0,05$. Uji reliabilitas menemukan nilai alfa Cronbach sebesar 0,952, yang jauh di atas batas minimum 0,70.

3. Uji Asumsi Klasik

Uji normalitas menunjukkan data residual berdistribusi normal secara praktis. Uji multikolinearitas menunjukkan adanya korelasi tinggi antara Lean dan Six Sigma ($r = 0,978$), yang wajar mengingat kedua metodologi saling melengkapi. Uji heteroskedastisitas menunjukkan tidak terjadi heteroskedastisitas.

4. Analisis Regresi Linier Berganda

Hasil analisis regresi menunjukkan nilai $R^2 = 0,984$ dan Adjusted $R^2 = 0,984$, yang berarti model mampu menjelaskan 98,4% variasi kinerja operasional. Nilai Durbin-Watson sebesar 3,072 menunjukkan tidak ada autokorelasi serius.

Tabel 1. Analisis Regresi

Model	Coefficients ^a									
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta	t		Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1 (Constant)	-1,768	0,213		-8,298	0,000					
Total_X1	0,231	0,040	0,321	5,797	0,000	0,982	0,472	0,067	0,044	22,754
Total_X2	0,519	0,042	0,676	12,211	0,000	0,990	0,749	0,142	0,044	22,754

Sumber: Perhitungan menggunakan SPSS Ver.28

5. Pengujian Hipotesis

Temuan penelitian menunjukkan bahwa implementasi Lean dan Six Sigma secara konsisten mampu meningkatkan kinerja operasional PT XYZ. Lean membantu mempercepat aliran produksi dan mengurangi pemborosan, sementara Six Sigma memastikan produk yang dihasilkan sesuai standar yang diharapkan pelanggan. Integrasi keduanya menjadi strategi komprehensif untuk meningkatkan daya saing perusahaan.

- Uji t menunjukkan Lean memiliki dampak positif dan signifikan terhadap kinerja operasional ($t = 5,797$, $p < 0,001$) sedangkan Six Sigma memiliki dampak positif dan signifikan terhadap kinerja operasional ($t = 12,211$, $p < 0,001$).
- Uji F menunjukkan Lean dan Six Sigma secara simultan berpengaruh signifikan terhadap kinerja operasional ($F = 3653,825$, $p < 0,001$).

Tabel 2. Hasil Uji F

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	684,040	2	342,020	3653,825	<,001 ^b
Residual	10,952	117	0,094		
Total	694,992	119			
a. Dependent Variable: Total_Y					
b. Predictors: (Constant), Total_X2, Total_X1					

Sumber: Perhitungan menggunakan SPSS Ver.28

Temuan penelitian ini menguatkan bahwa penerapan Lean dan Six Sigma secara terpadu dapat menjadi strategi utama untuk meningkatkan kinerja operasional di industri manufaktur makanan. Secara praktis, hasil ini memberikan implikasi bahwa manajemen perusahaan seperti PT XYZ perlu mengintegrasikan kedua metodologi tidak hanya sebagai proyek efisiensi sementara, tetapi sebagai budaya organisasi yang berkelanjutan (*continuous improvement culture*).

Dalam konteks operasional, prinsip *value stream mapping* dari Lean dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik pemborosan pada proses produksi, sedangkan pendekatan *DMAIC* dari Six Sigma membantu menganalisis akar penyebab variasi produk, misalnya inkonsistensi rasa atau viskositas. Dengan demikian, kombinasi keduanya tidak hanya menekan *defect rate* dan *delivery delay*, tetapi juga meningkatkan keandalan proses dan kepuasan pelanggan.

Studi ini menunjukkan bahwa penerapan Lean dan Six Sigma secara terpadu dapat menjadi strategi utama untuk meningkatkan kinerja operasional di industri manufaktur makanan. Secara praktis, temuan ini menunjukkan bahwa manajemen PT XYZ harus mengintegrasikan kedua metodologi ini sebagai budaya peningkatan organisasi yang berkelanjutan, bukan hanya proyek yang berhasil secara instan. Prinsip *value stream mapping* Lean dapat digunakan dalam operasional untuk menemukan titik pemborosan selama proses

produksi. Di sisi lain, pendekatan DMAIC *Six Sigma* membantu menganalisis faktor utama yang menyebabkan variasi produk, seperti rasa yang tidak konsisten atau viskositas. Akibatnya, kombinasi keduanya menurunkan tingkat kesalahan dan keterlambatan pengiriman serta meningkatkan keandalan proses dan kepuasan pelanggan.

Hasil ini juga menunjukkan bahwa Lean dan Six Sigma efektif karena alat statistik mereka, tetapi juga karena komitmen organisasi terhadap pengendalian mutu berbasis data dan partisipasi lintas departemen. Ini sejalan dengan penelitian Raval et al. (2020), yang menyatakan bahwa penerapan Lean dan Six Sigma dapat meningkatkan daya saing organisasi dan efisiensi proses.

Studi ini mendukung penelitian **Ahmed et al. (2018)** dan **Siregar et al. (2019)**, yang menemukan bahwa menerapkan Lean dan Six Sigma secara bersamaan meningkatkan kualitas dan produktivitas di industri manufaktur. Namun, penelitian ini berbeda dari industri makanan Indonesia karena variasi bahan baku dan kebutuhan konsistensi rasa. Penelitian ini berbeda dengan pekerjaan Goshime et al. (2019), yang berkonsentrasi pada efisiensi rantai pasok. Penelitian ini berfokus pada perbaikan langsung pada lini produksi, khususnya dalam hal penurunan tingkat kesalahan dan percepatan aliran kerja (workflow).

Hasil ini juga mendukung kesimpulan **Conceição et al. (2019)** bahwa *Lean Six Sigma* secara signifikan mempengaruhi penurunan biaya dan pemborosan. Selain itu, hasil ini juga menunjukkan bahwa metode ini meningkatkan moral dan produktivitas karyawan. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi empiris baru dengan menunjukkan bahwa penerapan Lean dan Six Sigma secara konsisten meningkatkan efisiensi dan memperkuat daya tahan operasional perusahaan dalam menghadapi dinamika pasar dan tuntutan konsumen yang semakin ketat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Lean dan Six Sigma secara bersamaan memiliki dampak yang sangat besar terhadap kinerja operasional PT XYZ, dengan kontribusi penjelasan sebesar 98,4%. Dibandingkan dengan menggunakan satu metode secara terpisah, integrasi kedua pendekatan memiliki efek yang lebih besar. Ini menunjukkan bahwa Lean dan Six Sigma bekerja sama untuk meningkatkan kinerja operasional bisnis. Sementara Six Sigma berfokus pada pengendalian kualitas dan konsistensi produk, Lean berkonsentrasi pada efisiensi proses dan penghapusan pemborosan. Dengan menggabungkan kedua metode ini, tercipta sinergi yang dapat memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan kinerja operasional secara keseluruhan.

Selain itu, terbukti bahwa penerapan Six Sigma secara parsial menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja operasional PT XYZ. Metode Six Sigma dengan fokus pada pelanggan dan DMAIC dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi produk. Hal ini sangat berkaitan dengan kondisi PT XYZ, di mana tingkat kesalahan telah meningkat dan keluhan pelanggan tentang ketidaksesuaian rasa dan tekstur produk telah meningkat. Perusahaan dapat merancang standar mutu yang lebih ketat dan sesuai dengan ekspektasi pasar dengan fokus pada kebutuhan pelanggan melalui Six Sigma. Selain itu, siklus DMAIC memungkinkan perusahaan menemukan masalah utama yang menyebabkan kerusakan produk melalui analisis berbasis data daripada hanya asumsi.

Terakhir, terbukti bahwa penerapan Lean secara parsial juga berdampak positif dan signifikan pada kinerja operasional PT XYZ. Prinsip Lean seperti nilai, aliran, dan kesempurnaan dapat meningkatkan efisiensi proses dan mengurangi pemborosan. Hal ini sangat sesuai dengan masalah yang dihadapi PT XYZ, yaitu lebih banyak pemborosan bahan baku, lebih banyak waktu tunggu dalam proses produksi, dan kurangnya efisiensi karyawan.

Keterlambatan produksi dapat dikurangi dengan memperbaiki aliran proses (flow) dan mengurangi bottleneck. Selain itu, karyawan dapat lebih terlibat dalam mencari solusi untuk masalah produk dan proses yang tidak berfungsi jika ada budaya perbaikan berkelanjutan.

Menurut penelitian ini, PT XYZ harus menggabungkan *Lean* dan Six Sigma sebagai filosofi kerja yang berkelanjutan dan bukannya program jangka pendek. Manajemen harus mendorong *Lean* secara teratur untuk menekan pemborosan dan Six Sigma untuk memperkuat sistem kontrol mutu. Dalam industri manufaktur makanan yang semakin ketat, kedua metodologi ini dapat digabungkan menjadi strategi lengkap untuk meningkatkan daya saing perusahaan.

REFERENSI

- 114 Maloni, M. J., & Benton, W. C. (1997). Supply chain partnerships: Opportunities for operations research. *European Journal of Operational Research*, 101(3), 419–429. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(97\)00118-5](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(97)00118-5)
- Agus, A., & Shukri Hajinoor, M. (2012). Lean production supply chain management as driver towards enhancing product quality and business performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(1), 92–121. <https://doi.org/10.1108/02656711211190891>
- Ahmed, S., Abd Manaf, N. H., & Islam, R. (2018). Effect of Lean & Six Sigma on quality performance in Malaysian hospitals. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 31(8), 973–987. <https://doi.org/10.1108/ijhcqa-07-2017-0138>
- Akanmu, M. D., Hassan, M. G., Ibrahim Alshuaibi, M. S., Ibrahim Alshuaibi, A. S., Mohamad, B., & Othman, A. (2022). The mediating role of organizational excellence between quality management practices and sustainable performance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/14783363.2022.2158803>
- Antony, J. (2006). "Six Sigma for service processes." *Business Process Management Journal*, 12(2), 234–248.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229(229), 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Barzel, Y. (1982). Measurement cost and the organization of markets. *The Journal of Law and Economics*, 25(1), 27–48. <https://doi.org/10.1086/467005>
- Benner, M. J., & Tushman, M. L. (2003). "Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited." *Academy of Management Review*, 28(2), 238–256.
- Bhat, S., Gijo, E. V., & Jnanesh, N. A. (2016). Productivity and performance improvement in
- Chen, C.-K., Palma, F., & Reyes, L. (2019). Reducing global supply chains' waste of overproduction by using lean principles. *International Journal of Quality and Service Sciences*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/ijqss-03-2018-0024>
- Conceição, R. S., Pariz, M. C., da Silva, V. L., Chirolí, D. M. de G., & Aragão, F. V. (2019). Lean & Six Sigma : Implementation of improvements to the industrial cost management. *Independent Journal of Management & Production*, 10(6), 2023–2045.
- De Steur, H., Wesana, J., Dora, M. K., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). Applying value stream mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste Management*, 58, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>
- FAIM 2023. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38165-2_47
- Ferreira, D., Cunha, P.F. (2024). Ranking Critical Tools in the Implementation of Lean SixSigma as an Integrated Management System (LSS) in Portugal. In: Silva, F.J.G., Ferreira, L.P., Sá, J.C., Pereira, M.T., Pinto, C.M.A. (eds) *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing: Establishing Bridges for More Sustainable Manufacturing Systems*.
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2019). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. *International Journal of Lean & Six Sigma*, 10(2), 691–714. <https://doi.org/10.1108/ijlss-06-2017-0063>

- Harris, R. (2004). "Lean production: A strategy for managing operations and reducing costs." *Journal of Operations Management*, 22(3), 377-394.112113
- Harry, M. J., & Schroeder, R. (2000). "Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations." Doubleday.
- Huang, Yu & Li, Xueping & Wilck, Joseph & Berg, Tom. (2012). Cost reduction in healthcare via Lean Six Sigma. 62nd IIE Annual Conference and Expo 2012.
- Indrayani, H. (2012). Penerapan teknologi informasi dalam peningkatan efektivitas, efisiensi dan produktivitas perusahaan. *Jurnal EL-RIYASAH*, 3(1), 48. <https://doi.org/10.24014/jel.v3i1.664>
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55–78. <https://doi.org/10.1108/01443579910244223>
- Jorgensen, B. (2012). "Lean and Six Sigma in the manufacturing environment: A comparative study of process improvements." *International Journal of Production Economics*, 140(2), 581-592.
- K., Soundararajan & K., Janardhan. (2019). Cost-reduction and quality improvement using DMAIC in the SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*. ahead-of-print. 10.1108/IJPPM-10-2018-0360
- Kumar, M., Subramanian, N., & Madu, C. N. (2006). "Six Sigma implementation in service industries." *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(8), 845-858.
- Limbong, D., Fauzan, R., Santoso, A., Wahab, S. B., Rizki, N., Diaz, M., Syah, S. R., Londa, Y., Priyambodo, V. K., Atichasari, A. S., Sukma, P., Anggraini, D., & Kusumawardhani, D. (2023). *Dasar-Dasar akuntansi manajemen*. Global Eksekutif Teknologi.
- Melnyk, S. A., Bititci, U. S., & Platts, K. W. (2003). "Monitoring and controlling performance in a production system: A review of the literature." *International Journal of Production Research*, 41(16), 3781-3804.
- Mutia, A. (2022). Kinerja industri manufaktur kuartal III 2022 membaik, ini pendorongnyadaboks.Databoks.katadata.co.id.<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/10/13/kinerja-industri-manufakturkuartal-iii-2022-membaik-ini-pendorongnya>
- Nandakumar, N., Saleeshya, P. G., & Harikumar, P. (2020). Bottleneck identification and process improvement by Lean & Six Sigma DMAIC methodology. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1217–1224. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>
- Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., & Rodrigues, J. J. P. C. (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 231, 565–591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.397>
- O.M. Ikumapayi, E.T. Akinlabi, F.M. Mwema, O.S. Ogbonna (2020) Six sigma versus lean manufacturing – An overview, *Materials Today: Proceedings*, Volume 26, Part 2, Pages 3275-3281, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>.
- Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46(1). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pawlowski, J. M. (2007). The quality adaptation model: Adaptation and adoption of the quality standard ISO/IEC 19796-1 for learning, education, and training. *Educational Technology & Society*, 10(2), 3–16.
- Raut, R., Narkhede, B., PATEL, S., Desai, D. A., & Maddulety, K. (2019). Lean & Six Sigma : Literature review & implementation roadmap for manufacturing industries. *International Journal of Business Excellence*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1504/ijbex.2019.10017569>
- Raval, S. J., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Analyzing the Lean & Six Sigma enabled organizational performance to enhance operational efficiency. *Benchmarking: An International Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/bij-05-2019-0221>

- Raval, S. J., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Analyzing the Lean & Six Sigma enabled organizational performance to enhance operational efficiency. *Benchmarking: An International Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/bij-05-2019-0221>
- Richter, F. (2021, May 4). Infographic: China is the world's manufacturing superpower. Statista.<https://www.statista.com/chart/20858/top-10-countries-by-share-of-global-manufacturing-output/>
- Sevilla. (2022, April 4). Efisiensi: Pengertian, konsep, jenis, manfaat, dan tolak ukurnya. Best Seller Gramedia. <https://www.gramedia.com/best-seller/efisiensi/>
- Sickles, R. C., & Zelenyuk, V. (2019). *Measurement of productivity and efficiency : Theory and practice*. Cambridge University Press.
- 115116 Siregar, K., Ariani, F., Ginting, E., & Trie Dinda, M. P. (2019). Lean & Six Sigma for manufacturing industry: A review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505, 012056. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/505/1/012056>
- Tenera, A., & Pinto, L. C. (2014). A Lean & Six Sigma (LSS) project management improvement model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 912–920. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.102>
- Widodo, A., & Soediantono, D. (2022). Benefits of the six sigma method (DMAIC) and implementation suggestion in the defense industry: A literature review. *International Journal of Social and Management Studies*, 3(3).
- Yadav, N., Mathiyazhagan, K., & Kumar, K. (2019). Application of six sigma to minimize the defects in glass manufacturing industry. *Journal of Advances in Management Research*, 16(4), 594–624. <https://doi.org/10.1108/jamr-11-2018-0102>
- Zhang, M., Hu, H., & Zhao, X. (2020). Developing product recall capability through supply chain quality management. *International Journal of Production Economics*, 229, 107795. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107795>
- ZipDo. (2023). Essential global manufacturing industry statistics in 2023. Zipdo.co.