

Studi Literatur Lean Six Sigma dan Implementasi di Perusahaan Manufaktur Indonesia

Selamat W. Hia^{1*}

¹ Departemen Manajemen dan Teknologi, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya
Email: selamat.walmanto@gmail.com¹

Abstrak

Lean six sigma telah diterapkan diberbagai jenis industri di Indonesia dengan tujuan untuk peningkatan kinerja proses. Salah satu metrik yang digunakan untuk mengukur penerapan lean six sigma adalah sigma level. Artikel ini membahas mengenai penerapan *lean six sigma* diperusahaan manufaktur di Indonesia dilihat dari perspektif sigma level. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa sigma level perusahaan manufaktur di Indonesia berdasarkan hasil studi literatur dan hasil implementasi. Tujuan kedua adalah untuk membandingkan hasil kedua studi tersebut terhadap nilai *competitive level* industri. Studi pertama dilakukan melalui kajian terhadap artikel yang mereview 52 artikel-artikel yang membahas proyek *lean six sigma* dan diperoleh nilai rata-rata industri adalah 3,68 sigma. Studi kedua adalah kajian terhadap artikel yang menghitung secara aktual level sigma dari 58 kasus proyek-proyek perbaikan diperusahaan menggunakan metodologi *lean six sigma* dan diperoleh nilai rata-rata industri adalah 3,69. Analisa statistik dengan *two sample t-test* menunjukkan *p-value* 0,93 mengindikasikan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua studi ini. Hasil studi ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata industri adalah 3,7 sigma dimana nilai tersebut setara dengan *process capability index* (Cpk) 1,23 masih dibawah standar manufaktur Cpk 1,33. Kedua hasil studi tersebut dibandingkan dengan industri *competitive level* dimana posisi manufaktur di Indonesia masih berada pada rata-rata industri.

Kata kunci: *lean, six sigma*, industri, perbaikan, bisnis.

Abstract

Lean Six Sigma has been applied in various types of industries in Indonesia with the aim of improving process performance. One of the metrics used to measure the implementation of lean six sigma is the sigma level. This article discusses the implementation of lean six sigma in Indonesian manufacturing companies from sigma level perspective. This research aims to find out the sigma level in Indonesian manufacturing companies based on a literature review and implementation results. The second aim was to compare the results of the two studies with the industry's competitive level. The first study was carried out through a literature review by reviewing 52 articles that discussed the lean six sigma project and obtained an industry average value of 3.68 sigma. The second study was to calculate the actual sigma level from 58 cases of improvement projects in companies using the lean six sigma methodology and obtain an industry average value of 3.69. Statistical analysis with a two sample t-test showed a p-value of 0.93, indicating there was no significant difference between these two studies. The results of this study show that the industry average value is 3.7 sigma, where this value is equivalent to a process capability index (Cpk) of 1.23, which is still below the manufacturing standard Cpk of 1.33. The results of these two studies were compared with the industry's competitive level and found that the position of manufacturing in Indonesia is still at the industry average.

Keywords: *lean, six sigma, industry, improvement, business*

1. Pendahuluan

Lean six sigma (LSS) merupakan kombinasi dua metodologi perbaikan proses bisnis yaitu *lean* dan *six sigma* (Raja & Raju, 2016). *Lean* merupakan filosofi dan pendekatan sistematis untuk mengeliminasi pemborosan dengan mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah melalui proses perbaikan berkelanjutan (Albliwi & Antony, 2015). *Six sigma* merupakan metodologi perbaikan berbasis data untuk mengurangi produk cacat melalui

pengurangan variasi pada proses dan produk (Singh & Rathi, 2019).

Six sigma telah berevolusi menjadi *lean six sigma* dengan menggabungkan filosofi *lean* dan *six sigma* (Näslund, 2008). Penggabungan *lean* dan *six sigma* menjadi kombinasi yang sangat kuat yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, mengurangi biaya dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dengan terintegrasinya kedua metodologi ini semakin banyak *tools* yang dapat digunakan untuk

^{1*} Penulis korespondensi

menganalisa dan menyelesaikan masalah bisnis, tergantung jenis masalah yang dihadapi (Gaikwad & Sunnapwar, 2020). Tahapan *lean six sigma* masih tetap menggunakan fase DMAIC: *define, measure, analyze, improve dan control* (Chaurasia et al., 2019).

Sampai saat ini proyek perbaikan proses bisnis dengan *lean six sigma* masih populer dan banyak yang menggunakan, karena metode ini sangat kuat dan memberikan dampak finansial yang signifikan bagi perusahaan (Shanmugaraja et al., 2012). Penerapan LSS berkembang sangat pesat, merambah ke berbagai sektor termasuk sektor industri jasa, seperti industri kesehatan, rumah sakit, logistik dan rantai pasok, pendidikan, konstruksi, jasa pertambangan, perbankan, telekomunikasi dan lain sebagainya (Van et al., 2014; Soares et al., 2012; Gutierrez et al., 2016; Singh & Rathi, 2019).

Saat ini banyak penelitian yang membahas LSS di sektor lain diluar manufaktur, seperti pendidikan tinggi dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses administrasi, merampingkan proses pendaftaran, mempercepat proses dan meningkatkan kepuasan mahasiswa (Singh & Rathi, 2019; Antony et al., 2020). Selain itu penerapan LSS di bidang kesehatan juga berkembang dengan nama *lean six sigma healthcare* yang meliputi perbaikan layanan rumah sakit dan pusat layanan kesehatan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pelayanan, mengurangi kesalahan resep obat, meningkatkan pelayanan kepada pasien, mengurangi lamanya pasien rawat inap, mempercepat pelayanan laboratorium dan lain-lain (McDermott et al., 2022).

Lean Six Sigma Metrik

Salah satu ukuran atau metrik yang digunakan dalam proyek penerapan LSS adalah *sigma level*. *Sigma level* ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan mengkonversi *defect per million opportunity* (DPMO) ke *sigma level* (Herlambang, 2020). DPMO adalah jumlah cacat dalam 1 juta peluang. Enam sigma setara dengan 3.4 DPMO (Lemke et al., 2021). Perhitungan DPMO dengan mudah dapat dihitung untuk data diskrit. Cara kedua untuk mengetahui *sigma level* adalah dengan menghitung *sigma level* data *continuous* (diukur). Cacat merupakan ketidaksesuaian yang terjadi pada produk atau jasa yang terkait dengan *critical to quality* (CTQ). Dalam perhitungan DPMO cacat memiliki perspektif dimana beberapa cacat dapat terjadi dalam satu produk. Sebuah produk dapat memiliki 3 kriteria kualitas (CTQ) yaitu: 1. warna, 2. tidak tercampur material lain, 3. bentuk. Dalam hal ini produk tersebut memiliki 3 *defect opportunity*.

Artinya ketika diperiksa oleh bagian kualitas kontrol, ada kemungkinan potensi 3 cacat ditemukan

untuk satu produk, inilah yang disebut 3 peluang. Perhitungan DPMO ditunjukkan pada persamaan 1 (Lemke et al., 2021).

$$DPMO = \frac{\text{Total Number of Defect}}{(\text{Sample Size} \times \text{Number Of defect opportunity per unit in the sample})} \times 1.000.000 \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai DPMO, nilai tersebut dapat dikonversi ke *sigma level* dengan menggunakan rumus persamaan 2.

$$Sigma\ Level = Normsinv \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} + 1.5 \quad (2)$$

Untuk menghitung *sigma level* data *continuous* dapat menggunakan perhitungan *proces capability analysis* (Cpk) kemudian mengkonversi nilai Cpk ke *sigma level*, misalnya Cpk 2 setara dengan 6 *sigma* seperti pada Tabel.1 (Hajikordestani, 2010). Cpk merupakan indikator yang menunjukkan kemampuan proses manufaktur (Pheng et al., 2022). Menghitung Cpk dapat juga menggunakan *software* statistik minitab.

Tabel.1 Sigma Level dan Cpk

Defect Per Million Opportunities (DPMO)	Sigma Level	C _{pk}
933200	0.000	0.000
691500	1.000	0.333
308500	2.000	0.667
66800	3.000	1.000
6200	4.000	1.333
230	5.000	1.667
3.4	6.000	2.000

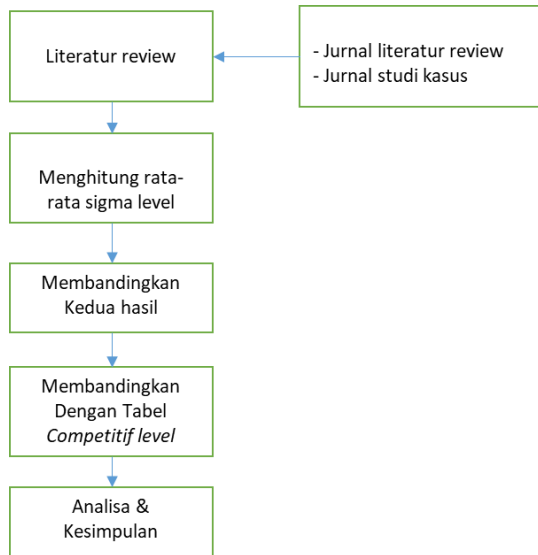
Kajian literatur pada artikel yang membahas penerapan LSS di Indonesia telah dilakukan, dimana menunjukkan nilai sigma bervariasi dari 1.1 sampai 5.1 (Widjajanto & Hardi, 2021). Studi lain pada perusahaan yang menerapkan LSS telah dilakukan dengan metode studi kasus penerapan LSS, dengan hasil nilai sigma antara 2.5 hingga 4.7 (Hia, 2023). Kedua hasil artikel tersebut dibandingkan dengan *world class level*. Nilai sigma kelas dunia berada pada 5 hingga 6 sigma, ditunjukkan pada Tabel 2 (Kumar et al., 2018). Tujuan artikel ini adalah untuk membandingkan hasil kedua metode tersebut sehingga didapat gambaran posisi *competitive level* perusahaan manufaktur di Indonesia. Dengan mengetahui level industri diharapkan para profesional dan peneliti memiliki insight bahwa masih banyak peluang untuk peningkatan dimasa depan.

Tabel.2 Sigma Level & Competitive Level

Sigma Level	Defect rate	COPQ	Competitive Level
6σ	3.4	<10%	World Class
5σ	233	10-15%	
4σ	6,210	15-20%	Industry average
3σ	66,807	20-30%	
2σ	308,537	30-40%	Non-competitive
1σ	690,123	>40%	

2. Metode Penelitian

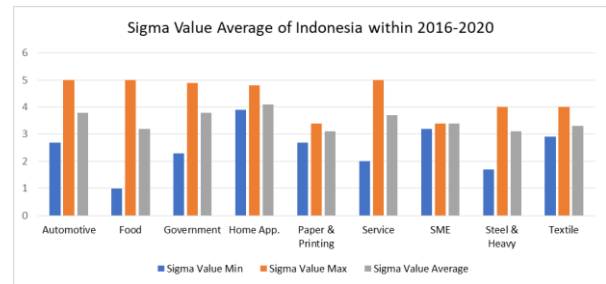
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi dari kajian literatur dan studi kasus penerapan LSS di Indonesia. Dua artikel yang berbeda dianalisa dan dibandingkan. Artikel pertama adalah kajian literatur terhadap penerapan LSS di Indonesia (Widjajanto & Hardi, 2021). Kemudian hasilnya dibandingkan dengan artikel kedua yang mengevaluasi sigma level pada 58 proyek perbaikan dengan LSS (Hia, 2023). Alur metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

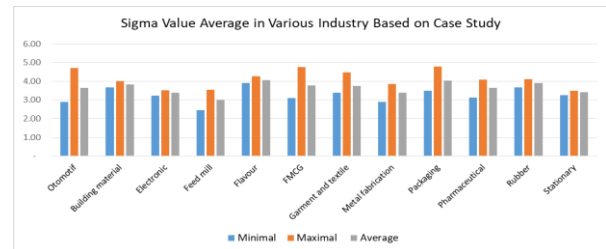
Artikel pertama merupakan kajian literatur yang dilakukan terhadap penerapan LSS di Indonesia dengan mengambil data dari artikel tentang penerapan LSS yang dipublikasikan sepanjang 2016-2020. Diperoleh 120 artikel awal kemudian disaring menjadi 52 artikel yang memenuhi kriteria yang membahas mengenai penerapan LSS di Indonesia untuk didalami. Dari 52 artikel tersebut diperoleh nilai sigma rata-rata semua industri adalah 3.68 sigma, sebarannya ditunjukkan pada gambar Gambar 2.

Artikel kedua berdasarkan data penelitian yang dilakukan oleh konsultan LSS terhadap kasus-kasus perbaikan di perusahaan. Studi yang dilakukan pada kasus penerapan LSS pada 58 proyek perbaikan pada



Gambar 2. Sigma level rata-rata berdasarkan kajian literatur

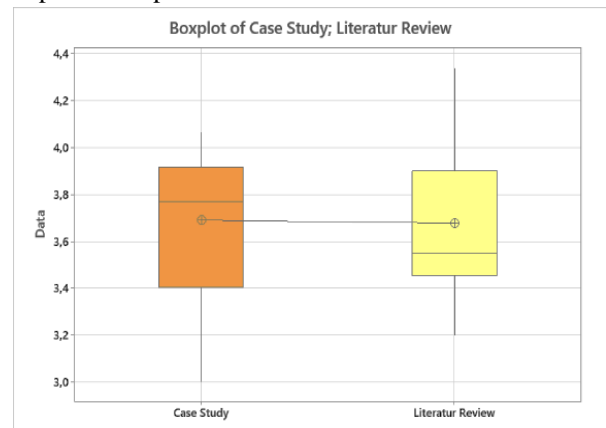
berbagai perusahaan manufaktur di Indonesia termasuk otomotif, building material, elektronik, pakan ternak, favor, industri makanan, garmen, pulp and paper, obat-obatan, diperoleh nilai sigma adalah 3.69 (Hia, 2023). Sebaran datanya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sigma level rata-rata berdasarkan studi kasus

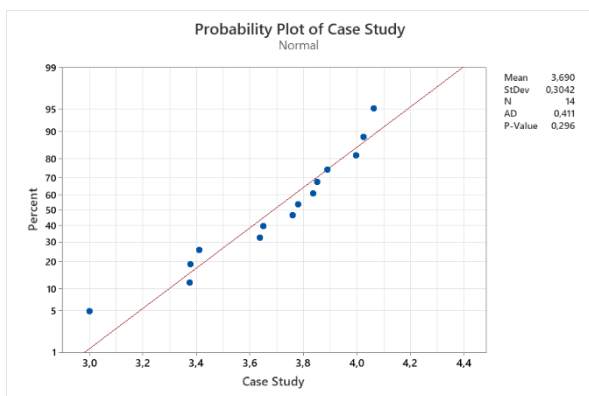
3. Hasil dan Pembahasan

Analisa statistik dengan two sample t-test atau uji mean dilakukan untuk melihat apakah ada perbedaan signifikan antara sigma level hasil studi literatur dibandingkan dengan hasil studi kasus. Kedua data telah melewati uji normalitas dengan Anderson-Darling (AD) test. Dimana kedua data menunjukkan data terdistribusi normal dimana p-value adalah 0.930 artinya tidak ada perbedaan signifikan antara kedua studi. Berdasarkan hasil kajian literatur dan studi kasus rata-rata sigma level di Indonesia adalah 3.68 dan 3.69. Boxplot data dapat dilihat pada Gambar 4.

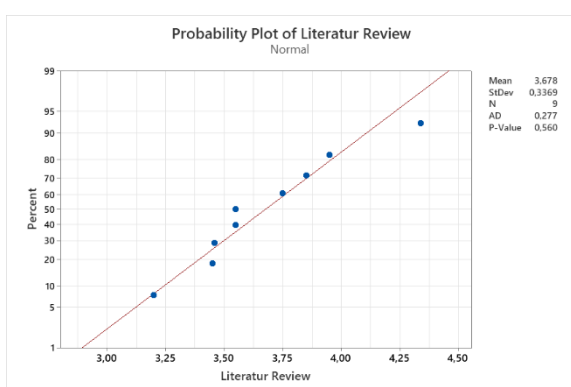


Gambar 4. Boxplot studi kasus dan kajian literatur

Hasil kedua studi menunjukkan *sigma level* diberbagai jenis manufaktur di Indonesia adalah 3.7 sigma, pembulatan dari 3,8 dan 3, 69. *Normality test* dilakukan untuk memastikan data terdistribusi normal. Hasil *normality test* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6, dimana *p-value* diatas 0,05 yang mengindikasikan data terdistribusi normal untuk kajian literatur dan studi kasus. Nilai kedua studi dengan metode yang berbeda menunjukkan nilai sigma yang tidak berbeda signifikan karena tolos yang digunakan merupakan tool yang sederhana, seperti Pareto, fishbone. Masih sedikit yang menggunakan tols statistik yang lebih maju seperti statistical process control (SPC), measurement system analysis (MSA), design of experimen (DOE). Disamping itu mayoritas perusahaan yang menerapkan LSS dalam studi ini kebanyakan perusahaan lokal yang belum membudayakan LSS sebagai inisitif perbaikan pada skala perusahaan.



Gambar 5. Uji normalitas studi kasus



Gambar 6. Uji normalitas kajian literatur

Implikasi dan Kontribusi

Dengan nilai sigma 3.7, jika dikonversi balik ke DPMO diperoleh nilai DPMO = 13.903. Nilai 3.7 sigma jika dikonversi diperoleh nilai Cpk 1.23. Nilai Cpk 1,23 masih berada dibawah standar minimum Cpk pada industri. Dimana nilai Cpk untuk produksi dibutuhkan minimal 1.33 (Sisilia & Tannady, 2017).

Cpk 1.33 adalah setara dengan 4.0 sigma dengan yield 99.4%. Dengan nilai *sigma* 3.7, jika dikonversi balik ke *yield*, diperoleh nilai *yield* = 98.6%, masih berada dibawah nilai Cpk 1.33. Dalam konteks manufaturing *yield* merupakan indikator untuk mengukur seberapa efektif proses. *Yield* merupakan jumlah produk tanpa cacat pada akhir proses dibagi dengan jumlah unit yang masuk ke proses produksi. *Yield* 98,6 % artinya 98,6 % produk bebas defect.

Kontribusi dari penelitian ini adalah bahwa kedua data kajian baik kajian literatur dan studi kasus penerapan LSS menunjukkan bahwa level sigma perusahaan manufaktur di Indonesia masih berada pada rata-rata industri. Hal ini menjadi *awareness* bagi praktisi bahwa perbaikan proses masih perlu dilakukan, karena masih jauh dari nilai enam sigma yang menuntut level kualitas 3.6 *part per million oportunity*. Meskipun LSS sudah diterapkan untuk memperbaiki proses, peningkatan lebih lanjut masih diperlukan.

4. Kesimpulan

Dari dua data penelitian yang berbeda kajian literatur dan studi kasus proyek LSS di Indonesia menunjukkan hasil yang sama, yaitu rata-rata *sigma value* 3.7 *sigma*. Nilai ini setara dengan nilai Cpk 1,23, dimana nilai ini masih dibawah standar manufaktur dimana nilai minimal Cpk adalah 1,33. Meskipun dari data yang ada menunjukkan bahwa beberapa proyek LSS pada industri tertentu menunjukkan nilai *sigma* yang tinggi seperti di industri makanan setelah proses perbaikan mampu mencapai *sigma level* 4.7. Berdasarkan data dari total 110 proyek LSS yang diamati, dari antara semua jenis indutri *sigma level* paling tinggi ada pada industri *sugar refinery* dengan sigma level 5.1. Dengan adanya data tersebut masih diperlukan usaha perbaikan terus menerus untuk meningkatkan *sigma level* pada indutri manufaktur di Indonesia.

Berdasarkan kajian literatur diperoleh nilai rata-rata adalah 3,68 sigma, masih berada pada rata-rata industri. Untuk membandingkan kajian literatur dengan data empiris, dibandingkan dengan studi kasus dari data real perbaikan dengan LSS dan diperoleh nilai 3.69 sigma. Tidak ada perbedaan yang signifikan dari kedua metode ini. Jika hasil kedua metode dibandingkan dengan Tabel.2 *Sigma Level & competitive level* maka industri manufaktur di Indonesia berada pada rata-rata industri, masih dibawah *world class* yang artinya masih besar peluang untuk peningkatan.

Keterbatasan dari penelitian ini adalah bahwa data yang dianalisa secara total adalah 110 kasus. Mungkin saja ada beberapa industri yang prosesnya sudah baik dan memiliki nilai *sigma* yang cukup tinggi tetapi tidak termasuk dalam data penelitian ini.

Daftar Pustaka:

- Albliwi, S., & Antony, J. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, Vol. 21 No. 3, pp. 665-691. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2014-0019>
- Antony, J., Ashby, S., Ghadge, A., & Cudney, E. A. (2020). Lean Six Sigma journey in a UK higher education institute: a case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 35 No. 2, pp. 510-526. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2017-0005>
- Chaurasia, B., Garg, D., & Agarwal, A. (2019). Lean Six Sigma approach: A strategy to enhance performance of first through time and scrap reduction in an automotive industry. *International Journal of Business Excellence*, 17(1), 42–57. <https://doi.org/10.1504/IJBEX.2019.096903>
- Gaikwad, L., & Sunnapwar, V. (2020). An integrated Lean, Green and Six Sigma strategies: A systematic literature review and directions for future research. *TQM Journal*, 32(2), 201–225. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2018-0114>
- Gutierrez-Gutierrez, L., de Leeuw, S., & Dubbers, R. (2016). Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(3), 324–342. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2015-0019>
- Hajikordestani, R. (2010). A Taxonomy of Lean Six Sigma Success Factors. *Electronic Theses And Dissertations*. University of Central Florida.
- Herlambang, H. (2020). Six Sigma Implementation in Connector and Terminals Manufacturing Company: A Case Study. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*, 1(1), 1-11. DOI:10.22441/ijiem.v1i1.9305
- Hia, S., & H. Situmeang, F. (2022, September). Reveal Six Sigma Implementations in Indonesia Manufacturing Industries. In *3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.46254/AP03.20220350>.
- Kumar, V., Verma, P., & Muthukumaar, V. (2018). The performances of process capability indices in the Six-Sigma competitiveness levels. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018-March(June), 1945–1951*.
- Lemke, J., Kijewska, K., Iwan, S., & Dudek, T. (2021). Six sigma in urban logistics management-A case study. *Sustainability*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084302>
- McDermott, O., Antony, J., Bhat, S., Jayaraman, R., Rosa, A., Marolla, G., & Parida, R. (2022). Lean Six Sigma in Healthcare: A Systematic Literature Review on Challenges, Organisational Readiness and Critical Success Factors. *Processes*, 10(10), 1–19. <https://doi.org/10.3390/pr10101945>
- Näslund, D. (2008). Lean, six sigma and lean sigma: Fads or real process improvement methods?. *Business Process Management Journal*, 14(3), 269–287. <https://doi.org/10.1108/14637150810876634>
- Pereira Soares, W. L., Kazue Akabane, G., & Pozo, H. (2012). The vision of Lean Six Sigma to reduce costs in logistics practices by modal shift. *23rd Annual POMS Conference*, 10(8), 1–26. <https://doi.org/10.9790/9622-1008010109>
- Pheng, T., Chuluunsaikhan, T., Ryu, G. A., Kim, S. H., Nasridinov, A., & Yoo, K. H. (2022). Prediction of Process Quality Performance Using Statistical Analysis and Long Short-Term Memory. *Applied Science*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/app12020735>
- Raja Sreedharan, V., & Raju, R. (2016). A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(4), 430–466. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2015-0050>
- Sisilia., H. S. R., & Tannady, H. (2017). Process Capability Analysis Pada Nut (Studi Kasus: PT. Sankei Dharma Indonesia). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 137. <https://doi.org/10.14710/jati.12.2.137-142>
- Shanmugaraja, M., Nataraj, M., & Gunasekaran, N. (2012). Literature snapshot on Six Sigma project selection for future research. *International Journal of Services and Operations Management*, 11(3), 335–357. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2012.045662>
- Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 10 No. 2, pp. 622-664. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2018-0018>
- Van den Bos, A., Kemper, B. and de Waal, V. (2014). A study on how to improve the throughput time of Lean Six Sigma projects in a construction company. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 5 No. 2, pp. 212-226. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2013-0055>
- Widjajanto, S., & Hardi Purba, H. (2021). Six Sigma Implementation in Indonesia Industries and Businesses: a Systematic Literature Review. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 9(1), 23–34. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2021.009.01.3>