 ISSN: 2830-0408

Analisis *Root Cause Analysis* dan *Lean Six Sigma* untuk Mendukung *Zero Waste* pada Lini Produksi PT XYZ

Noviza Diana[a], Annisa Syahliantina [b*]
[a] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas Arah Deltamas, Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530
*Corresponding author: tina@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis dengan integrasi menggunakan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA) dan *Lean Six Sigma* (LSS) untuk meminimalkan *waste* menuju kondisi *zero waste* pada *lini* produksi *Glass Run* (karet jendela mobil) di PT XYZ. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan, menelusuri akar penyebab ketidakefisienan proses dari stasiun kerja extrusion hingga *quality inspection*, serta merancang usulan perbaikan sistematis berbasis metodologi DMAIC. Pemetaan kondisi awal menggunakan *Current State Value Stream Mapping* (VSM) menunjukkan ketimpangan signifikan antara *processing time* sebesar 33,45 detik dan *Production Lead Time* yang mencapai 32.314 detik, dengan *Process Cycle Efficiency* (PCE) sangat rendah sebesar 0,1%. Analisis RCA dan Diagram *Fishbone* mengidentifikasi penumpukan *Work in Process* (WIP) massif seperti 210.000 unit pasca *extrusion* yang disebabkan oleh penerapan *Push System* berbasis jadwal mingguan ERP serta tingginya waktu changeover mesin (1 jam). Integrasi rancangan *Future State* VSM melalui penerapan *Pull System* (Kanban), metode *Single-Minute Exchange of Die* (SMED), dan pembentukan Continuous Flow terbukti berpotensi memangkas *lead time* secara drastis hingga 433 detik serta meningkatkan efisiensi proses (PCE) menjadi 7,7%.
Kata Kunci: Analisis Akar Masalah, *Glass Run*, Lean Six Sigma, Limbah, Pemetaan Aliran Nilai, *Zero Waste*.

ABSTRACT

This study analyzes the manufacturing system on the glass run production line at PT XYZ to reduce various forms of waste. The study aims to identify the root causes of waste and formulate improvement recommendations using Root Cause Analysis (RCA) and Lean Six Sigma (DMAIC). The scope of research covers direct observation from the extrusion process to finishing and packing, utilizing analytical tools such as VSM, Fishbone diagram, 5 Whys, and Pareto diagram. Mapping results show a Value-Adding Time of 33.45 seconds and a Non-Value Adding Time of 32,278 seconds (Process Cycle Efficiency of 0.1%). The primary waste is dominated by WIP accumulation prior to the cutting process (76.09%) and the joint process (22.83%), caused by a push system, high changeover times, and line imbalance. In conclusion, proposed improvements through a pull system (Kanban), SMED, 5S, and continuous flow can effectively reduce waiting times and WIP toward achieving zero waste conditions.
Keywords: *Root Cause Analysis, Lean Six Sigma, Value Stream Mapping, waste, glass run, zero waste.*

 ISSN: 2830-0408

1. Pendahuluan

Perusahaan manufaktur perlu meningkatkan efisiensi dan kualitas untuk bersaing secara global. Namun, pemborosan seperti *waiting*, *defect*, dan aktivitas tanpa nilai tambah masih sering menurunkan produktivitas serta membengkakkan biaya. Hal ini, diperlukan pendekatan sistematis guna mengidentifikasi dan mengeliminasi akar masalah tersebut[1]. *Lean Six Sigma* efektif memangkas *waste* dan meningkatkan kualitas serta stabilitas proses. [2]. Penelitian Adrian et al. (2022) membuktikan bahwa penerapan *Lean Six Sigma* efektif mengatasi *waste* dan *defect* [3].

Lean Six Sigma menggabungkan konsep *Lean* dan *Six Sigma* untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) produksi. Metode ini menerapkan kerangka DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk mengidentifikasi hingga menanggulangi akar masalah *waste* secara terstruktur[4].

Lean dan *Six Sigma* sama-sama bertujuan meningkatkan kualitas dan efisiensi produk. *Lean* berfokus mengeliminasi aktivitas *non-value-added*, sedangkan *Six Sigma* mengurangi variabilitas proses. Penggabungannya menjadi *Lean Six Sigma* menghasilkan metode sistematis untuk menciptakan proses produksi yang lebih efektif dan efisien[5]. *Six Sigma* berfokus pada peningkatan kinerja dengan mengendalikan faktor kritis penyebab cacat produk[6].

Penelitian terdahulu membuktikan bahwa kombinasi *Lean Six Sigma* dengan *Value Stream Mapping*, *Fishbone Diagram*, FMEA, dan *Root Cause Analysis* efektif menekan *waste* serta meningkatkan efisiensi produksi melalui analisis akar masalah yang mendalam[7]. *Value Stream Mapping* mempermudah identifikasi *waste* yang terjadi dalam aktivitas produksi[8]. *Root Cause Analysis* (RCA) menggunakan metode *5 Whys Analysis* digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan *waste* pada proses produksi[9]. Melalui pertanyaan "Mengapa?" secara berulang (5 Whys), PT XYZ dapat mengidentifikasi akar penyebab berbagai waste, seperti waiting time, transportasi tidak efisien, dan proses berlebihan.

Konsep *zero waste* merupakan upaya berkelanjutan meminimalkan pemborosan agar proses produksi lebih ramping, efisien, dan terkendali. Bagi PT XYZ perusahaan manufaktur komponen otomotif di Bekasi efisiensi dan pengurangan *waste* sangat krusial untuk keberlangsungan operasionalnya.[10].

 ISSN: 2830-0408

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Root Cause Analysis*

Root Cause Analysis (RCA) adalah metode untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memperbaiki kegagalan pada suatu sistem. [11]. Langkah-langkah *Root Cause Analysis* (RCA) meliputi identifikasi risiko, penelusuran akar masalah dengan pertanyaan "mengapa", serta pemberian solusi perbaikan[12]

2.2 *Lean Six Sigma*

Lean Six Sigma (LSS) menggabungkan Lean yang berfokus pada pengurangan pemborosan dan efisiensi dengan Six Sigma yang berfokus pada pengurangan variasi dan peningkatan kualitas[7]. *Lean Six Sigma* bertujuan meningkatkan kualitas produk dan proses, efisiensi produksi, serta profitabilitas dengan memastikan proses memenuhi atau melebihi harapan pelanggan[13]. *Six Sigma* menggunakan pendekatan sistematis, terstruktur, dan berbasis statistik melalui lima tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*):[14].

1. Tahap *define* dalam DMAIC merupakan fase untuk menentukan tujuan dan ruang lingkup penelitian[15]. Fase *Define* digunakan untuk mengidentifikasi proses, pemangku kepentingan (*stakeholders*), konsumen prioritas, serta menyusun *business case* proyek. [16].
2. Tahap *Measure* bertujuan mengukur performansi sistem saat ini, dengan kunci keberhasilan pada ketepatan dan keakuratan pengumpulan data. [17]. Alat yang digunakan pada tahap ini meliputi peta kendali *X-bar*, serta pengukuran DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan tingkat *sigma.*
3. Tahap *Analyze* menganalisis penyebab masalah berdasarkan hasil pengolahan data tahap *Measure*, menggunakan alat seperti diagram Pareto, peta kendali, DPMO, dan *capability analysis* dengan VSM.[17].
4. Tahap *Improve* merancang usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas dan menekan jumlah cacat berdasarkan hasil analisis tahap sebelumnya.
5. Tahap *Control* merupakan tahap akhir DMAIC yang melibatkan evaluasi proses, standardisasi prosedur, dan penarikan kesimpulan untuk memastikan hasil perbaikan berdampak positif secara berkelanjutan[18].

Six Sigma melibatkan penyesuaian proses secara berkelanjutan dan telah diterapkan luas di berbagai industri mulai dari manajemen rantai pasok, logistik, minyak dan gas, hingga pengendalian keuangan untuk meningkatkan kinerja perusahaan[19].

 ISSN: 2830-0408

2.3 *Value Stream Mapping*

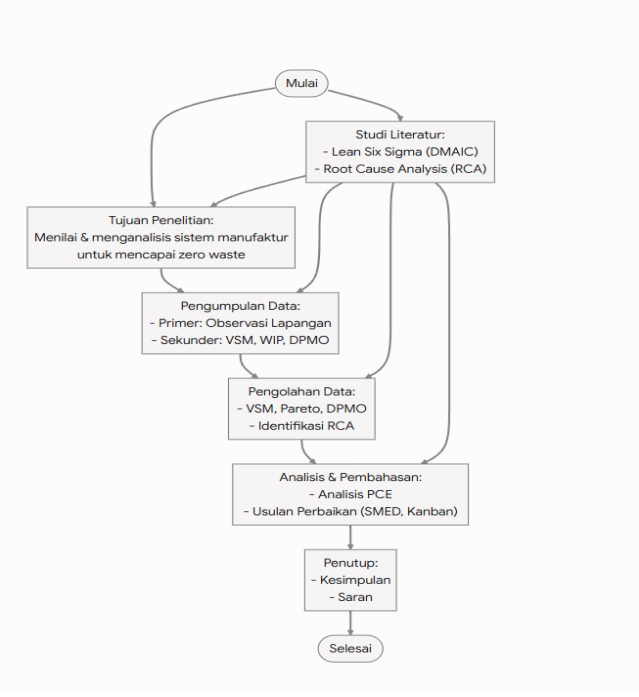
Value Stream Mapping (VSM) adalah alat Lean Manufacturing untuk memetakan aliran material dan informasi secara visual guna mengidentifikasi pemborosan. VSM membandingkan proses saat ini (*Current State Map*) untuk merancang perbaikan (*Future State Map*), serta mengelompokkan aktivitas menjadi tiga kategori:

1. Value Adding Activity (bernilai tambah)
2. Non-Value Adding Activity (tidak bernilai tambah)
3. Necessary Non-Value Adding Activity (tidak bernilai tambah tetapi dibutuhkan)[20].

3. Metode Penelitian

Dalam rancangan penilitian ini, akan menjelaskan hasil penelitian analisis *pemborosan* yang dilakukan dari dua aspek, yaitu : wawancara dan observasi langsung di lini produksi tempat terjadinya pemborosan.

Peneliti menggunakan observasi langsung ke objek yang bersangkutan untuk mengetahui proses di lini produksi yang ada pada PT XYZ. Kriteria penentuan unit analisanya adalah sebagai berikut yaitu *Over Production*, *Motion*, *Inventory*, *Transportation*, *Waiting*, *Underulitezed People*, *Defect*, dan *Over Processing*. Berikut adalah *Flow chart* berikut merupakan serangkaian bagan-bagan yang menggambarkan proses penelitian yang dilakukan dalam penyelesaian masalah ini adalah sebagai berikut



Gambar 2.1 Bagan alur proses penelitian

ISSN: 2830-0408

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian *Root Cause Analysis* dan *Lean Six Sigma* di PT XYZ diawali dengan menganalisis pemborosan (*waste*) non-nilai tambah pada lini produksi menuju target *zero waste*.

4.1 Root Cause Analysis

Secara keseluruhan *Root Cause Analysis* diselesaikan dalam beberapa tahap dan terdiri dari tiga fase utama dalam menjalankan RCA yaitu:

1. Fase *investigasi* dimana fase ini menunjukkan bagaimana suatu masalah terjadi.
2. Fase pemeriksaan dilakukan untuk menemukan alasan yang menjelaskan mengapa suatu masalah dapat terjadi.
3. Fase pengambilan keputusan dilakukan untuk membuat proposal yang menunjukan realitas apa yang harus diwujudkan dan apa yang harus dilakukan.

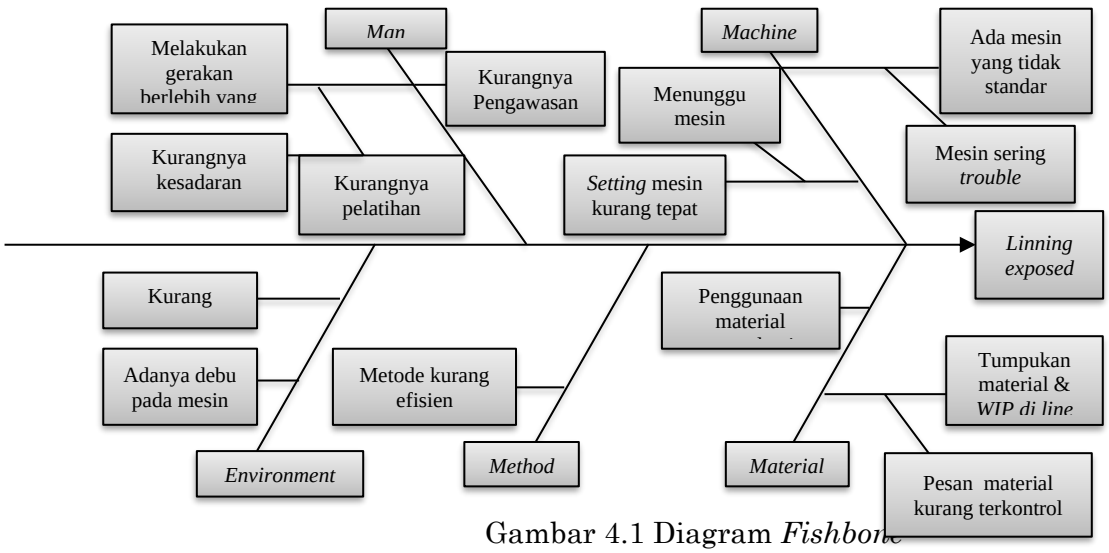
Pada penggunaan metode RCA peneliti menggunakan beberapa *tool* untuk membantu melacak variable penyebab masalah yaitu :

1. *Fishbone Diagram*

   Diagram Tulang Ikan (*fishbone*) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk membantu memecahkan masalah yang ada dengan melakukan analisis sebab dan akibat dari suatu keadaan dalam sebuah diagram yang terlihat seperti tulang ikan.

2. *Diagram Pareto*

   Diagram Pareto adalah grafik batang yang menyusun data berdasarkan kategori atau urutan masalah. Berikut hasil pemetaan analisis *waste* pada *lini* produksi dari setiap proses yang saling berkesinambungan.



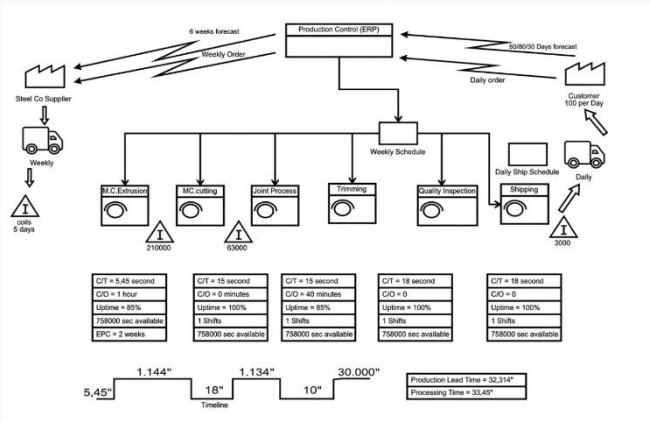
Gambar 4.1 Diagram *Fishbone*

 ISSN: 2830-0408

4.2 Lean Six Sigma

a. Hasil dari Definisi

Hasil *Value Stream Mapping* (VSM) menunjukkan dominasi pemborosan dengan waktu *Non-Value Added* (NVA) mencapai 32.278 detik dan efisiensi aliran hanya 0,103%, sehingga perbaikan mendesak sangat diperlukan (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 VSM *Current State Mapping* Produksi

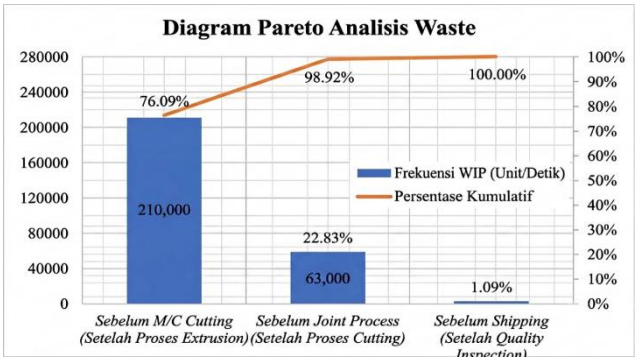
4.2.1 Hasil Pengukuran Menggunakan Diagram Pareto

Diagram Pareto (bagian dari *QC 7 Tools*) membantu memfokuskan perbaikan pada 20% masalah utama yang berkontribusi pada 80% dampak kerugian (prinsip 80/20) secara lebih akurat [21]. Hasil analisis lebih akurat menggunakan diagram pareto berdasarkan peta aliran di atas dapat di lihat lebih detail pada gambar 4.3 di bawah.

Tabel 4.1 Data untuk Diagram Pareto

No	Stasiun Kerja / Lokasi Penumpukan	Frekuensi WIP (Unit/Detik)	*Persentase* (%)	*Persentase* Kumulatif (%)
1	Sebelum M/C *Cutting* (Setelah Proses *Extrusion*)	210.000	76,09%	76,09%
2	Sebelum *Joint Process* (Setelah Proses *Cutting*)	63.000	22,83%	98,92%
3	Sebelum *Shipping* (Setelah *Quality Inspection*)	3.000	1,09%	100,00%
	TOTAL	276.000	100,00%	3,5002 %

 ISSN: 2830-0408



Gambar 4.2 Diagram Pareto *Analisis Waste*

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui masih banyak waktu yang hilang/*loss time* akibat aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*) pada proses *extrution*,*mesin cutting*,*shipping* dimana melalui diagram pareto di bawah diketahui bahwa jumlah *loss time* terbanyak yaitu diakibatkan karena ada penumpukan pada area WIP.

4.2.2 Hasil Analisis

Temuan utama terkait ketimpangan waktu produksi, penyebab pemborosan, dan usulan solusinya dapat dirangkum sebagai berikut:

- Ketimpangan Waktu**:** Terjadi pemborosan waktu tunggu (*Production Lead Time*) sebesar 32.314 detik dibanding waktu proses bernilai tambah (*Value-Adding Time*) yang hanya 33,45 detik.
- Penyebab Utama: Penerapan *Push System* dari jadwal ERP serta *Change Over* mesin *Extrusion* yang lama (1 jam) memicu produksi *batch* besar dan penumpukan *Work in Process* (210.000 unit pasca-*extrusion*) hingga *finish goods* di *Shipping* (3.000 unit atau setara 30 hari pasokan).
- Solusi Awal: Penerapan *Pull System* (Kanban), pemangkasan *change over* dengan SMED, dan integrasi stasiun kerja menjadi *continuous flow*.

4.2.3 Hasil Analisis Yang Di Harapkan

Terdapat tiga poin utama yang diharapkan dari hasil analisis VSM untuk mendorong efisiensi produksi, yaitu:

- Ketimpangan Waktu**:** Terjadi pemborosan waktu tunggu (*Production Lead Time*) sebesar 32.314 detik dibanding waktu proses bernilai tambah (*Value-Adding Time*) yang hanya 33,45 detik.

 ISSN: 2830-0408

- Penyebab Utama: Penerapan *Push System* dari jadwal ERP serta *Change Over* mesin *Extrusion* yang lama (1 jam) memicu produksi *batch* besar dan penumpukan *Work in Process* (210.000 unit pasca-*extrusion*) hingga *finish goods* di *Shipping* (3.000 unit atau setara 30 hari pasokan).
- Solusi Awal: Penerapan *Pull System* (Kanban), pemangkasan *change over* dengan SMED, dan integrasi stasiun kerja menjadi *continuous flow*.

4.2.4 Hasil Kontrol

Adapun rencana kontrol dan pengendalian proses produksi berbasis VSM yang akan diterapkan meliputi:

- Perubahan Pengendalian: Mengubah *Push Control* menjadi *Pull Control* berbasis *Takt Time* sesuai permintaan konsumen (100 unit/hari).
- Batasan Inventori: Memasang *Supermarket/Kanban* untuk membatasi tumpukan stok di titik kritis (terutama pasca-*extrusion* dan *cutting*).
- Standardisasi Prosedur: Mengontrol waktu *change over* via SMED dan membatasi stok *Shipping* ke batas aman minimum agar respons produksi lebih cepat dan efisien.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- Kondisi Aktual: Lini produksi *Glass Run* PT XYZ sangat tidak efisien dengan *Production Lead Time* mencapai 32.314 detik berbanding *Value-Adding Time* yang hanya 33,45 detik (*Process Cycle Efficiency*/PCE sebesar 0,1%).
- Akar Masalah: Penumpukan WIP masif dipicu oleh penerapan *Push System* yang tidak selaras dengan permintaan harian (100 unit/hari) serta tingginya waktu *changeover* (*Extrusion* 1 jam dan *Joint* 40 menit) yang memaksa produksi *batch* besar.
- Potensi Perbaikan: Rancangan *Future State VSM* melalui *Continuous Flow* dan *Kanban* berpotensi memangkas *Lead Time* menjadi 433 detik serta mendongkrak PCE dari 0,1% ke 7,7% menuju *zero waste*.

Daftar Pustaka

[1] M. F. Nugraha, N. Nofrisel, and A. Setyawati, "Pendekatan Lean Six Sigma Untuk Meminimasi Waste Pada Proses Produksi Sepatu Industri Manufaktur Alas Kaki Kelas Dunia," *Mutiara Multidiciplinary Sci.*, vol. 1, no. 8, pp. 416–430, 2023, doi: 10.57185/mutiara.v1i8.68.

[2] A. Uswatun, "Implementation Of Good Environmental Governance in Waste

 ISSN: 2830-0408

Management to Realize Indonesia's Zero Waste 2040 Vision," *https://www.ijssrjournal.org/index.php/ijssr/issue/view/11,pp*, vol. 2026, pp. 01–09.

[3] K. Adrian, W. Kosasih, and L. L. Salomon, "Penerapan Lean Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Produk: Studi Kasus Perusahaan Tekstil," *J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 82–93, 2024, doi: 10.24912/jmti.v3i1.29818.

[4] M. Program *et al.*, "1,3) ," vol. 9, no. 2, pp. 81–92, 2021.

[5] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, "The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry," *J. Eng. Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 611–626, 2025, doi: 10.1016/j.jer.2024.01.022.

[6] R. Rubio and A. Riesco, "Maude2Lean: Theorem proving for Maude specifications using Lean," *J. Log. Algebr. Methods Program.*, vol. 142, no. August 2024, p. 101005, 2025, doi: 10.1016/j.jlamp.2024.101005.

[7] G. Díaz-Ruiz and M. Trujillo-Gallego, "a Six Sigma and System Dynamic Integration for Process Variability Reduction in Industrial Processes," *Int. J. Qual. Res.*, vol. 16, no. 4, pp. 1149–1178, 2022, doi: 10.24874/IJQR16.04-13.

[8] R. Ferdiansyah, N. Budiharti, and E. Adriantantri, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Waste Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Umkm Sambel Pecel Mbak Ti," *J. Valtech*, vol. 6, no. 2, pp. 245–251, 2023, doi: 10.36040/valtech.v6i2.7406.

[9] D. S. Nugroho and S. Nandiroh, "Analisis Penerapan Lean Manufacturing Sepeda Listrik Di Perusahaan X Menggunakan Metode Vsm Dan Valsat," *Simp. Nas. RAPI XXI*, no. 2023: Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri, pp. 265–273, 2023, [Online]. Available: https://proceedings.ums.ac.id/rapi/article/view/3510

[10] I. Ks, I. S. Wayan, M. Calysta, and A. D. Rizkika, "MINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODE LEAN SIXSIGMA STUDI KASUS DI PT . AH Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui level sigma dari produk genteng serta menerapkan metode Lean Six Sigma untuk meminimasi defect dan waste yang terjadi pada pro," vol. 02, no. 01, pp. 27–36, 2024.

[11] M. Rizki and A. Saputra, "Analisa Risiko Supply Chain Management dengan Metode Grey Failure Mode and Effect Analysis dan Root Cause Analysis di PT Pertamina Fuel Terminal Meulaboh," *J. Serambi Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 2783–2790, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3888.

[12] V. M. Afma, A. Merjani, and F. Puspita Ayu, "Pengurangan Cacat Assembly Model M370 Dengan Pendekatan Rca (Root Cause Analysis) Dan Fta (Fault Trr Analysis) (Studi Kasus : Pt.Shimano Batam)," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 060–076, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i1.5151.

[13] N. N. Rodhi *et al.*, "MATERIAL PADA PERUSAHAAN KONSTRUKSI," vol. 02, pp. 86–96, 2024.

[14] Gergorius Yohanes Iyai and Peter F. Kaming, "Analisis penerapan lean six sigma terhadap pengendalian pemborosan material, waktu dan biaya berdasarkan kualifikasi perusahaan konstruksi di Jawa Barat," *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 12, no. 2, pp. 203–217, 2023, doi: 10.22225/pd.12.2.6854.203-217.

[15] M. G. Francisco, O. Canciglieri Junior, and Â. M. O. Sant'Anna, "Design for six

ISSN: 2830-0408

sigma integrated product development reference model through systematic review," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 11, no. 4, pp. 767–795, 2020, doi: 10.1108/IJLSS-05-2019-0052.

[16] A. Adeodu, R. Maladzhi, M. G. Kana-Kana Katumba, and I. Daniyan, "Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e14915, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14915.

[17] D. M. Utama and M. Abirfatin, "Sustainable Lean Six-sigma: A new framework for improve sustainable manufacturing performance," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 17, no. November, p. 100700, 2023, doi: 10.1016/j.clet.2023.100700.

[18] R. Rathi, M. Jagadeeswaran, G. M. Imran, K. V. Kumar, K. V. R. Eswar, and S. Sameerpasha, "Investigation and implementation of VSM in water distillation plant," *Mater. Today Proc.*, vol. 50, pp. 751–758, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.05.274.

[19] F. E. Achibat, A. Lebkiri, E. mahjoub Aouane, H. Lougraimzi, N. Berrid, and A. Maqboul, "Analysis of the Impact of Six Sigma and Lean Manufacturing on the Performance of Companies," *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 31, no. 2, pp. 191–196, 2023, doi: 10.2478/mspe-2023-0020.

[20] A. Tariana, "Analisis Penyebab Adanya Pemborosan Pada Proses Produksi Menggunakan Konsep Lean Manufacturing Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping," *J. Multidisiplin Ilmu Akad.*, vol. 3, no. 1, pp. 999–1009, 2026, [Online]. Available: https://doi.org/10.61722/jmia.v3i1.8251

[21] P. J. Permatasari, "Analisis Pemborosan Dalam Departemen Coating Pada PT. NRZ Prima Gasket Surabaya," *Ind. Syst. Eng. Journals*, vol. 1, no. 2, pp. 64–70, 2023, doi: 10.37477/isejou.v1i2.446.