



Analisa Reduksi Waste pada Industri Pelumas dengan Metode *The Seven Value Stream Mapping Tools*

Alim Adi Priyatna

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Indonesia

alimpriyatna@gmail.com

**Correspondence:* Alim Adi Priyatna

ABSTRAK

Production Unit Jakarta adalah salah satu unit produksi pelumas yang dimiliki PT Pertamina Lubricants. Proses produksi minyak lumas tidak terlepas dari beberapa kendala di antaranya adalah tingginya downtime produksi saat proses pengisian minyak lumas ke dalam kemasan. Dampak dari downtime ini yaitu munculnya biaya-biaya tambahan seperti man power dan utility. Selain itu kendala lainnya adalah defect material dan isu inventory. Rata-rata waktu downtime filling lithos selama rentang waktu Jan-Sept 2024 adalah 14 Hari Kerja atau 1-2 hari perbulan untuk masing-masing line dengan reject rate sebesar 0,17%. Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan analisa terhadap proses produksi yang berdampak terhadap timbulnya waste/pemborosan. Penelitian ini menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM) yang ditunjang dengan Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT) dan telah dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif solusi untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan waste/pemborosan. Dan tools yang digunakan yaitu Process Activity Mapping, Supply Chain Response Matrix dan Quality Filter Mapping. Hasil penelitian menunjukkan penurunan downtime produksi sebesar 13%, penurunan reject rate sebesar 0,04%, reduksi waktu tunggu sampling sebesar 61% berkat implementasi lab satelit, pemangkasan cycle time proses sebesar 1,83 detik, dan peningkatan output harian sebesar 30,17%. Meskipun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi anomali peningkatan defect pada jenis defect Karton Sobek Erector yang memerlukan investigasi lebih lanjut. Implikasi manajerial dari penelitian ini menekankan keberhasilan inisiatif perbaikan dalam meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi secara keseluruhan, namun juga diperlukan analisis lebih mendalam terhadap isu spesifik yang muncul.

Kata kunci: Pelumas, VSM, VALSAT, downtime

ABSTRACT

Production Unit Jakarta is one of the lubricant production units owned by PT Pertamina Lubricants. The production process of lubricating oil is inseparable from several obstacles, including the high production downtime during the process of filling lubricating oil into the packaging. The impact of this downtime is the emergence of additional costs such as man power and utilities. In addition, other obstacles are material defects and inventory issues. The average lithos filling downtime during the Jan-Sept 2024 period is 14 working days or 1-2 days per month for each line with a reject rate of 0.17%. The purpose of this study is to analyze the production process that has an impact on the occurrence of waste. This research uses the Value Stream Mapping (VSM) Method supported by Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT) and has been used as one of the alternative solutions to solve problems related to waste. And the tools used are Process Activity Mapping, Supply Chain Response Matrix and Quality Filter Mapping. The results showed a decrease in production downtime by 13%, a decrease in reject rate by 0.04%, a reduction in sampling waiting time by 61% thanks to the implementation of a satellite lab, a reduction in process cycle time

by 1.83 seconds, and an increase in daily output by 30.17%. However, this study also identified an anomaly of the increase in defects in the type of Erector Tear Cardboard defect that requires further investigation. The managerial implications of this study emphasize the success of improvement initiatives in improving overall efficiency and production capacity, but also require a more in-depth analysis of the specific issues that arise.

Keywords: Lubricants, VSM, VALSAT, downtime

PENDAHULUAN

Dalam era persaingan bisnis yang semakin intensif, perusahaan dituntut untuk terus berinovasi dan meningkatkan efisiensi operasional guna mempertahankan daya saing. PT Pertamina Lubricants, sebagai salah satu pemain utama dalam industri pelumas di Indonesia, menyadari pentingnya optimalisasi proses produksi untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan biaya yang kompetitif dan waktu pengiriman yang efisien. Unit Produksi Jakarta (PUJ), sebagai salah satu pilar produksi perusahaan, menghadapi tantangan umum dalam industri manufaktur, termasuk inefisiensi yang berpotensi menghambat produktivitas dan meningkatkan biaya operasional. Salah satu permasalahan yang teridentifikasi adalah tingginya tingkat downtime pada lini pengisian kemasan Lithos kecil (FL-01), yang secara langsung berdampak pada peningkatan biaya overtime dan potensi ketidaksesuaian target produksi.

Fenomena downtime dalam proses pengisian pelumas tidak hanya menimbulkan kerugian finansial melalui biaya tenaga kerja dan utilitas yang berlebihan, tetapi juga berpotensi mengganggu kelancaran rantai pasok internal dan pemenuhan permintaan pasar. Selain itu, isu terkait defect material dan pengelolaan inventory turut berkontribusi pada kompleksitas tantangan operasional yang dihadapi perusahaan. Analisis data historis menunjukkan bahwa rata-rata downtime pada lini FL-01 selama periode Januari hingga September 2024 mencapai 14 hari kerja, dengan tingkat reject rate sebesar 0,17%. Kondisi ini mengindikasikan adanya inefisiensi yang perlu diidentifikasi dan diatasi secara metodologis.

METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan elemen kuantitatif dalam analisis data, menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) sebagai kerangka kerja utama untuk memvisualisasikan dan menganalisis aliran proses produksi pengisian pelumas pada lini FL-01 di PT Pertamina Lubricants PUJ. Tahapan awal penelitian melibatkan pemetaan aliran proses saat ini (*current state map*) secara detail, mencakup seluruh aktivitas, waktu proses, waktu tunggu, perpindahan material, dan informasi relevan lainnya. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara semi-terstruktur dengan operator, teknisi, dan staf terkait, serta studi dokumentasi catatan produksi, data *downtime*, data *reject*, dan data waktu siklus.

Analisis aliran proses yang telah dipetakan kemudian dilakukan dengan menggunakan Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT). VALSAT menyediakan tujuh alat pemetaan (*seven mapping tools*) yang digunakan secara komprehensif untuk mengidentifikasi berbagai jenis pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Alat-alat ini meliputi *process activity mapping* untuk menganalisis aktivitas berdasarkan nilai tambah, *supply chain response matrix* untuk memahami aliran material dan informasi serta potensi *bottleneck*, dan *quality filter mapping* untuk mengidentifikasi sumber dan dampak defek kualitas. Selain itu, data

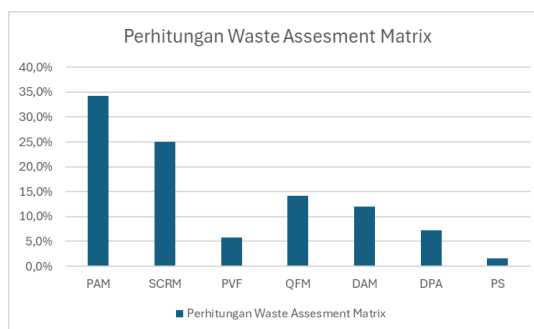
kuantitatif terkait *downtime*, *reject rate*, *cycle time*, dan output produksi dianalisis secara statistik untuk mengukur kinerja proses sebelum dan sesudah implementasi perbaikan.

Berdasarkan identifikasi *waste* dan analisis kuantitatif, dirancanglah peta aliran proses masa depan (*future state map*) yang mengusulkan eliminasi atau reduksi aktivitas *non-value added* dan optimasi aliran proses secara keseluruhan. Rancangan *future state map* mempertimbangkan potensi implementasi solusi perbaikan yang teridentifikasi selama analisis VALSAT. Validasi *future state map* dilakukan melalui diskusi dengan tim produksi untuk memastikan kelayakan implementasi dan potensi dampaknya terhadap peningkatan efisiensi dan pengurangan *waste*.

Tahap akhir metodologi penelitian melibatkan implementasi solusi perbaikan yang telah divalidasi dan pengumpulan data pasca implementasi untuk mengukur dampak aktual terhadap metrik kinerja utama. Perbandingan data sebelum dan sesudah perbaikan dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas inisiatif perbaikan dalam mencapai tujuan penelitian, yaitu pengurangan *downtime*, penurunan *reject rate*, peningkatan efisiensi *cycle time* dan output produksi. Hasil analisis komparatif ini akan menjadi dasar untuk menarik kesimpulan dan memberikan rekomendasi implementasi perbaikan yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Waste Dan Tools Valsat



Grafik di atas menggambarkan hasil perhitungan *Waste Assessment Matrix* menggunakan berbagai *tools* analisis. Sumbu horizontal menunjukkan inisial dari masing-masing *tools*, yaitu PAM, SCRM, PVF, QFM, DAM, DPA, dan PS. Sumbu vertikal menunjukkan persentase kontribusi masing-masing *tools* dalam mengidentifikasi atau mengukur *waste*. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa PAM (Process Activity Mapping) memiliki kontribusi tertinggi dalam *Waste Assessment Matrix* dengan persentase sekitar 34%. Diikuti oleh SCRM (Supply Chain Response Matrix) yang memberikan kontribusi signifikan dengan persentase sekitar 25%. *Tools* ketiga dengan kontribusi tertinggi adalah QFM (Quality Filter Mapping) dengan persentase sekitar 14%. Ketiga *tools* ini secara signifikan lebih dominan dalam mengidentifikasi atau mengukur *waste* dibandingkan dengan *tools* lainnya seperti PVF, DAM, DPA, dan PS yang memiliki kontribusi di bawah 12%. Sehingga pada penelitian ini *tools* Valsat yang digunakan adalah PAM, QFM dan SCRM.

B. Analisa Valsat**1. Perhitungan cycle time dan takt time**

Bulan (Jan-Sept 24)	Qty	Satuan
Jan	122.650	Dos
Feb	79.770	Dos
Mar	116.390	Dos
Apr	77.020	Dos
May	69.368	Dos
Jun	104.302	Dos
Jul	123.344	Dos
Agu	81.500	Dos
Sept	32.930	Dos
Total Jan-Sept	807.274	Dos
Jumlah HK (Hari)	174	Dos
Rata-rata Perhari (Dos/Hari)	4640	

Permintaan produk ukuran 6x1L selama bulan Jan-Sept 2024 sebesar 807.274 dos waktu yang tersedia selama waktu tersebut yaitu selama 174 hari. Sehingga rata-rata permintaan sebesar 4640 Dos/Hari dan takt time 10,86 dos/s

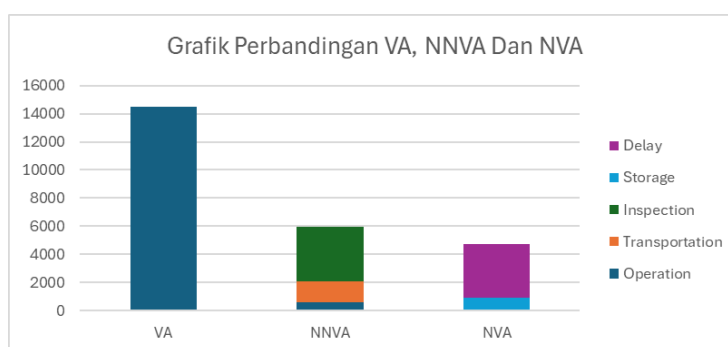
Sedangkan data dari Cycle time process adalah sebagai berikut

Divisi	Kegiatan	Cycle Time (s)
Quality Inspector	<i>Inspection Incoming</i>	0,58
Logistik	<i>Unloading</i>	0,28
Control Room	<i>Blending</i>	1,85
Filling	<i>Infeed Manual</i>	0,71
Filling	<i>Mezanine /Unscramble</i>	0,84
Filling	<i>Filling</i>	7,56
Administration	<i>Dispatch</i>	0,94
	Total	12,76

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 dos produk adalah selama 12,76 s. Hal ini menunjukan *cycle time* lebih lama dibandingkan dengan *takt time* (10,86 s), maka perlu dilakukan perbaikan untuk memenuhi kebutuhan permintaan.

2. Process Activity Mapping

Area	Mesin	Detail Activity	Jenis Potensi Waste	Jarak	Waktu	Unit	Jumlah Pekerja	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
								O	T	I	S	D	
Mezanine	Unscramble	Stacking	Inventory	50 m	894	s	2					√	NVA
		Supply to unscramble	Normal Condition		846	s		√					VA
	Infeed Botol manual	Infeed Manual	Overprocess		894	s	1				√		NVA
		Stacking	Inventory		1188	s						√	NVA
Filling	Pompa tangki blending & lubcel, Labeling until palletizer	Flushing & setting (change over)	Waiting		708	s	1			√			NNVA
		Sampling	Waiting	400 m	2280	s	1			√			NNVA
		Testing	Waiting		930	s	1			√			NNVA
		Filling/running	Normal Condition		13170	s	5	√					VA
		Wrapping	Normal Condition		480	s	1	√					VA
		NG material repair	Defective Part		330	s						√	NVA
		Machine Repair (downtime)	Waiting		738	s	1					√	NVA
Dispatch	Forklift	Delivery to in transit	Transportation	50 m	1482	s	1		√				NNVA
		Stacking to truck	Movement		582	s		√					NNVA
	Dispatch	Qty cek & administration	Overprocess		678	s	1					√	NVA
Total Waktu (s)					25200								



Berdasarkan integrasi data dari tabel Process Activity Mapping (PAM) dan grafik perbandingan VA, NNVA, dan NVA, dapat disimpulkan bahwa dari total waktu proses yang diamati sebesar 25200 detik, proporsi terbesar dialokasikan untuk aktivitas bernilai tambah (Value Added/VA), mencapai sekitar 14496 detik (58%). Aktivitas yang dikategorikan sebagai Necessary Non-Value Added/NNVA, meskipun tidak secara langsung memberikan nilai tambah kepada produk, tetap dibutuhkan dalam proses dan menyerap waktu sekitar 5982 detik (24%). Sementara itu, aktivitas yang teridentifikasi sebagai Non-Value Added/NVA, yang merupakan pemborosan dan perlu dieliminasi atau diminimalkan, menyumbang sekitar 4710 detik dari total waktu proses.

Lebih lanjut, rincian pada tabel PAM mengidentifikasi berbagai jenis waste dan aktivitas NVA di berbagai area. Contohnya, Waiting pada proses Filling (termasuk Flushing & setting, Sampling, dan Testing) menyumbang sebagian besar waktu NVA. Inventory pada area Mezanine dan Infeed Botol manual, Overprocess pada Infeed Botol manual dan Dispatch, Defective Part pada MG material repair, Transportation pada Dispatch, dan Movement pada Dispatch juga tergolong sebagai NVA yang perlu menjadi fokus upaya perbaikan. Perbandingan dengan grafik menunjukkan bahwa akumulasi waktu untuk aktivitas NVA ini memiliki porsi yang signifikan terhadap keseluruhan waktu proses, menggarisbawahi potensi besar untuk peningkatan efisiensi melalui eliminasi atau reduksi waste.

3. Supply Chain Response Matrix (SCRM)

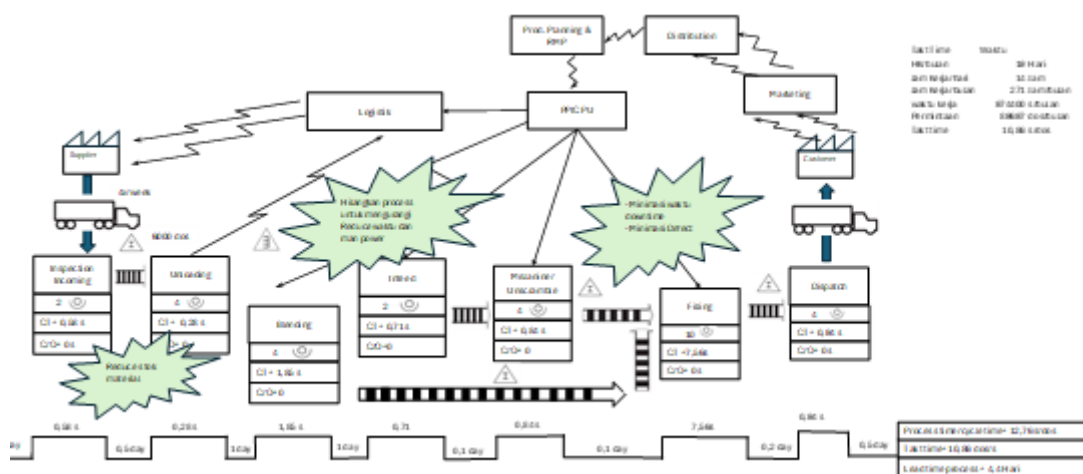
Grafik di atas menyajikan perbandingan Supply Chain Response Matrix (SCRM) dalam satuan hari untuk tiga area utama: Area Warehouse, Area Produksi WIP (Work in Process), dan Area Produksi Produk Jadi. Setiap batang merepresentasikan total waktu respons rantai pasok untuk masing-masing area, yang terbagi menjadi dua komponen: Ketahanan Stok (berwarna biru) dan Lead Time & Risiko (berwarna oranye). Terlihat bahwa Area Warehouse memiliki ketahanan stok yang paling tinggi, mencapai sekitar 14.5 hari, dan juga memiliki Lead Time & Risiko yang signifikan, sekitar 9 hari, sehingga total waktu respons rantai pasok di area ini menjadi yang paling lama. Sebaliknya, Area Produksi WIP dan Area Produksi Produk Jadi menunjukkan ketahanan stok yang jauh lebih rendah, di bawah 1 hari untuk keduanya. Namun, Lead Time & Risiko di kedua area produksi ini juga relatif singkat, dengan total waktu respons rantai pasok yang jauh lebih kecil dibandingkan Area Warehouse. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan signifikan dalam strategi pengelolaan stok dan potensi risiko di antara ketiga area tersebut. Area Warehouse cenderung menyimpan stok dalam jumlah besar namun memiliki waktu respons yang lebih lambat jika terjadi gangguan, sementara area produksi memiliki stok yang minim namun siklus respons yang lebih cepat.

4. Quality Filter Mapping (QFM)

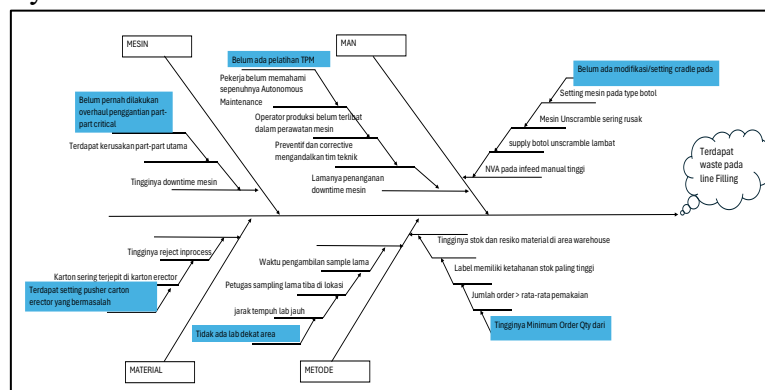
Area Defect Inprocess memiliki tingkat defek tertinggi secara signifikan, mencapai 0,16%. Area Defect Produk menunjukkan tingkat defek yang lebih rendah, yaitu 0,08%, sementara Defect Shipment tercatat sebesar 0%. Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan kualitas paling banyak terjadi selama proses produksi berlangsung, sebelum produk menjadi produk jadi atau dikirimkan kepada pelanggan. Oleh karena itu, penanganan defek perlu lebih difokuskan pada tahapan in-process untuk mengurangi potensi kerugian material dan waktu.

Grafik Pareto Defect Inproses lebih lanjut merinci jenis-jenis defek yang terjadi selama proses produksi. Terlihat jelas bahwa Karton Sobek Mesin Erector merupakan jenis defek yang paling dominan, diikuti oleh Botol Penyok Mesin Unscramble. Kedua jenis defek ini menyumbang proporsi terbesar dari total defek in-process. Dengan demikian, upaya perbaikan kualitas dan pengendalian defek pada area in-process harus diprioritaskan pada penanganan dan pencegahan terjadinya Karton Sobek Mesin Erector dan Botol Penyok Mesin Unscramble untuk memberikan dampak terbesar dalam penurunan tingkat defek secara keseluruhan.

A. Current State Value Stream Mapping



A. Penentuan Penyebab Masalah Dan Perbaikan



Penentuan akar masalah menggunakan *fishbone analysis*

Tools	Aspek	Permasalahan	Akar Masalah	Tindakan Perbaikan
PAM	Metode	Tingginya nilai NNVA, terutama pada proses <i>sampling</i>	Tidak ada lab di area produksi, jarak lab eksisting cukup jauh yaitu +/- 400 M sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk perjalanan pengambilan sample ke area produksi	Pembuatan Lab Satelit untuk pengujian sample <i>filling</i> , dengan parameter pengujian yang sesuai pengujian <i>filling</i>
	Manusia	Tingginya nilai NVA, terutama pada proses <i>infeed</i> manual	Belum ada modifikasi <i>cradle</i> pada mesin <i>unscramble</i> botol. Dimana desain botol <i>existing</i> berbeda dengan desain <i>cradle</i> saat mesin <i>unscramble</i> ini pertama kali dibuat.	Melakukan modifikasi mesin <i>unscramble</i> sesuai dengan type botol GVII
	Mesin	Lamanya waktu perbaikan mesin	Pekerja belum dibekali pengetahuan mengenai <i>total productive maintenance</i> untuk melakukan perawatan ringan dan mendeteksi kerusakan mesin sejak dini. Sehingga frekuensi <i>downtime</i> dapat dikurangi.	Melakukan pembekalan operator terkait TPM
	Mesin	Tingginya <i>downtime</i> mesin	Belum dilakukan <i>overhaul</i> secara menyeluruh dan penggantian <i>part-part</i>	Membuat kontrak <i>overhaul</i> dan penggantian part maintenance bersama OEM

<i>Tools</i>	Aspek	Permasalahan	Akar Masalah	Tindakan Perbaikan
SCRM	Metode	Tingginya ketahanan stok dan lamanya penanganan bila resiko terhadap stok terjadi pada area material <i>Warehouse</i>	<i>critical</i> . Kondisi saat ini penggantian part dilakukan saat terjadi kerusakan mesin (<i>corrective action</i>), dan seiring bertambahnya usia mesin maka frekuensi part-part terjadi kerusakan juga semakin tinggi Tingginya minimum <i>order quantity</i> dari supplier. Hal tersebut menyebabkan ketahanan stok tinggi terutama untuk produk-produk yang bersifat <i>slow moving</i> .	Melakukan re-negosiasi kepada pihak supplier untuk menurunkan MOQ secara selektif
QFM	Material	Tingginya material NG di inproses	Belum terdapat setting pusher <i>carton erector</i> yang sesuai, dan terdapat Part critical tetapi suku cadang belum terinventaris untuk di buat stok	Melakukan setting pusher carton erector dan penggantian spare part carton erector dan identifikasi suku cadang lainnya

Hasil Perbaikan

Analisis data sebelum dan sesudah implementasi inisiatif perbaikan pada Filling Line Lithos Kecil (FL-01) menunjukkan perubahan signifikan pada beberapa metrik kinerja utama. Terjadi penurunan rata-rata *downtime* produksi sebesar 13%, dari rata-rata 62,8 jam per bulan menjadi 54,6 jam per bulan. Pada aspek kualitas, terjadi penurunan *reject rate* material *in-process* sebesar 0,04%, dari 0,17% menjadi 0,13%. Meskipun persentase penurunan relatif kecil, pengurangan jumlah produk cacat secara konsisten memiliki implikasi positif terhadap pengurangan biaya material, tenaga kerja untuk pengerjaan ulang, dan potensi risiko terkait kualitas produk akhir. Namun, terdapat anomaly yaitu adanya peningkatan *reject* pada jenis defect Karton Sobek Erector setelah perbaikan. Hal ini mengindikasikan bahwa inisiatif perbaikan belum optimal dilakukan dan diperlukan upaya lebih lanjut. Implementasi lab satelit di dekat area produksi memberikan dampak pada waktu tunggu *sampling*, dengan penurunan sebesar 61%, dari 2280 detik menjadi 950 detik. Peningkatan efisiensi waktu dalam proses *sampling* juga berkontribusi pada kelancaran aliran material dan mengurangi potensi penumpukan inventaris yang menunggu hasil analisis.

Analisis *cycle time* proses menunjukkan penurunan dari 12,86 detik menjadi 10,21 detik, yang mengindikasikan peningkatan efisiensi waktu dalam setiap siklus produksi. Pemangkasan waktu ini berkontribusi pada peningkatan *throughput* dan potensi peningkatan kapasitas produksi tanpa memerlukan penambahan sumber daya yang signifikan. Lebih lanjut, terjadi peningkatan rata-rata output harian FL-01 sebesar 30,17%, dari 4928 dos/hari menjadi

6415 dos/hari. Peningkatan signifikan ini merupakan hasil kumulatif dari berbagai perbaikan yang diimplementasikan, termasuk pengurangan *downtime* dan peningkatan efisiensi *cycle time*.

SIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi inisiatif perbaikan memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi operasional dan kapasitas produksi pada Filling Line FL-01. Penurunan *downtime*, *reject rate* (secara umum), dan *cycle time*, serta peningkatan output harian, mengindikasikan adanya peningkatan efisiensi dan produktivitas. Namun, peningkatan defek pada Karton Sobek Erector menjadi area yang memerlukan perhatian lebih lanjut. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik dalam implementasi *lean manufacturing*, di mana dampak perbaikan pada satu area proses perlu dievaluasi terhadap keseluruhan sistem untuk menghindari potensi timbulnya masalah baru di area lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinis-Carvalho, J., Guimaraes, L., Sousa, R. M., & Leao, C. P. (2019). Waste identification diagram and value stream mapping: A comparative analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 767–783. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0030>
- Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Hardianza. (2016). IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING METHOD VALUE STREAM MAPPING IN PT.X.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools (Vol. 17).
- Indrawati, S., Azzam, A., & Ramdani, A. C. (2019). Manufacturing Efficiency Improvement Through Lean Manufacturing Approach: A Case Study in A Steel Processing Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012062>
- Jacobs, F. Robert., & Chase, R. B. . (2014). Operations and supply chain management. McGraw-Hill/Irwin.
- Karlsson, C., & Hlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 16, Issue 2, pp. 24–41). <https://doi.org/10.1108/01443579610109820>
- King, Peter. L. (2019). lean-for-the-process-industries-dealing-with-complexity-second-edition. Taylor&Francis.
- Kosasih, W., Doaly, C. O., & Shabara. (2020). Reducing Waste in Manufacturing Industry using Cost Integrated Value Stream Mapping Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012061>
- Kosasih, W., Sriwana, I. K., Sari, E. C., & Doaly, C. O. (2019). Applying value stream mapping tools and kanban system for waste identification and reduction (case study: A basic chemical company). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012050>
- Ledbetter, P. (2018). The Toyota Template_ The Plan for Just-In-Time and Culture Change Beyond Lean Tools (PDFDrive).
- Narke, M. M., & Jayadeva, C. T. (2020). Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 24). www.sciencedirect.comwww.materialstoday.com/proceedings
- Nihlah, Z., & Immawan, T. (2018). Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2018730>
- Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pingale, A., & Vani, D. (2010). Implementation Of Lean Manufacturing To Improves Competitiveness.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Sabadka, D., Molnar, V., & Fedorko, G. (2017). The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process. *Advances in Science and*

- Technology Research Journal, 11(3), 187–195.
<https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Seth, D., Seth, N., & Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. *Production Planning and Control*, 28(5), 398–419.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1300352>
- Zulfikar, A. M., & Rachman, T. (2020). Penerapan Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste pada Proses Produksi Sepatu X di PT. In *PAI Jurnal Inovisi* (Vol. 16, Issue 1).



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).