

ANALISIS PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* PADA PROSES *PAINTING* DI PT CATERPILLAR INDONESIA BATAM

Rizko Hendrawan¹, Elsy Paskaria Loyda Tarigan²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

²Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: pb200410074@upbatam.ac.id

ABSTRACT

PT Caterpillar Indonesia Batam, a subsidiary of Caterpillar Inc., faces challenges in the painting process of the 6020-excavator chassis, characterized by a high rejection rate and prolonged waiting time between the painting and assembly departments. This study aims to identify the root causes of defects in the painting process and propose solutions to minimize product rejection and improve production flow. The analysis utilizes a fishbone diagram, covering factors related to manpower, methods, machines, and materials. The findings indicate that the primary causes of defects include inexperienced operators, incorrect sanding techniques, damaged spray guns, clogged pump sprayers, and improper material mixing. To address these issues, several improvements are proposed, including regular operator training, refinement of standard operating procedures (SOPs), preventive maintenance for painting equipment, and better raw material preparation. The Value Stream Mapping analysis reveals a lead time reduction of 3,000 seconds, from 72,360 to 69,360 seconds, leading to an increase in process cycle efficiency from 75.8% to 79.1%. These improvements enhance production flow, reduce waste, and optimize the overall painting process.

Keywords: Defect Product; Lean Manufacturing; Painting Process; VSM; Waiting Time

PENDAHULUAN

Lean Manufacturing telah menjadi salah satu pendekatan yang sangat signifikan dalam dunia industri untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi. Pendekatan ini berfokus pada identifikasi dan eliminasi *waste* atau pemborosan dalam berbagai tahapan produksi. *Waste* dalam konteks *Lean Manufacturing* mencakup berbagai aspek, seperti *overproduction*, *waiting time*, transportasi yang tidak efisien, proses yang berlebihan, *inventory* yang berlebihan, pergerakan yang tidak perlu, dan produksi cacat. Untuk mengurangi *waste* tersebut, perusahaan

dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan kualitas produk, dan mempercepat waktu produksi.

PT Caterpillar Indonesia Batam adalah salah satu pabrik yang dimiliki oleh Caterpillar Inc., perusahaan internasional yang terkenal sebagai produsen alat berat terkemuka di dunia. Perusahaan ini berperan dalam rantai produksi global Caterpillar, khususnya dalam pembuatan dan perakitan komponen untuk berbagai jenis alat berat, seperti *ekskavator*, *bulldozer*, dan mesin lainnya yang digunakan di industri konstruksi, pertambangan, dan energi.

Penerapan *lean manufacturing* perlu di terapkan antara departemen *painting* dan departemen *assembly*, hal ini di karenakan pada proses *painting* masih terapat *reject* yang sering sekali ditemukan yaitu: *Sagging/Runs* (meleleh), *Scratches* (*sending mark*/goresan), *solvent popping* (gelembung udara kecil), *Dust/Dirt* (bintik), *Miss paint*, *Pin hole* (lubang jarum). *Reject* ini terjadi akibat kualitas *painting* pada produk *chassis ekskavator* tidak bagus sehingga perlu dilakukan pengerjaan ulang dimulai dari *polishing*, *grinding*, *painting* bahkan sampai tahap pengeringan. Berdasarkan data yang diterima dari pihak produksi, ditemukan bahwa proses *rework* ini membutuhkan waktu 40 sampai 50 jam setiap bulannya. Akibat proses *rework* tersebut terjadinya *waiting time* antara departemen *painting* dan departemen *assembly*.

KAJIAN TEORI

2.1 Pemborosan (*Waste*)

Pemborosan, atau dalam istilah bisnis dikenal sebagai "*waste*," merujuk pada segala bentuk penggunaan sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi atau pelayanan. Pemborosan ini dapat terjadi dalam berbagai bentuk, seperti waktu yang terbuang, penggunaan material yang berlebihan, proses yang tidak efisien, atau bahkan kelebihan produksi. Dalam konteks manajemen, mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan adalah kunci untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Beberapa manfaat menurunkan pemborosan adalah perusahaan dapat menghemat biaya, meningkatkan kualitas produk atau layanan, dan memberikan nilai yang

lebih baik kepada pelanggan (Komariah, 2022).

Berbagai jenis pemborosan (*waste*) menurut terminologi Jepang dari *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, yaitu, *muda* (pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah), *mura* (ketidak merataan hasil pekerjaan), dan *muri* (pekerjaan yang berlebihan). Pemborosan merupakan gejala, bukan akar dari sebuah permasalahan (Ma'ruf et al., 2021). Istilah pemborosan menurut *Toyota Production System* dikenal sebagai "*Seven Waste*" antara lain sebagai berikut:

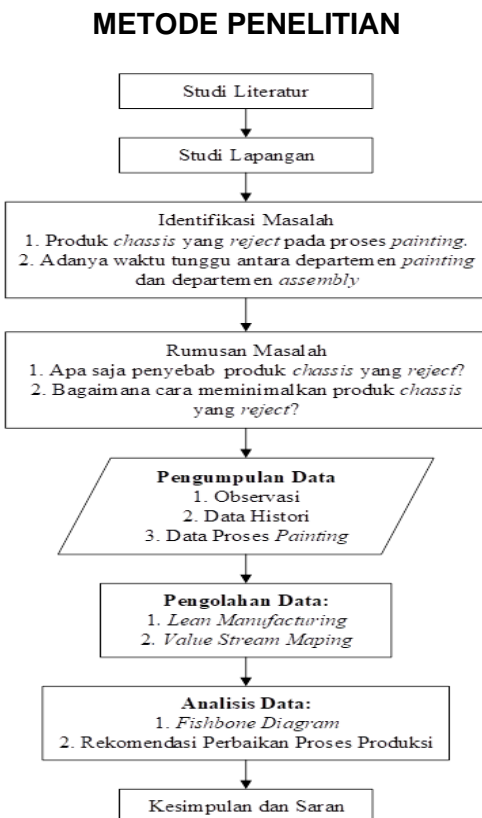
1. *Overproduction*
2. *Inventory*
3. *Transportation and Material Handling*
4. *Motion*
5. *Waiting*
6. *Overprocessing*
7. *Defective Product*

2.2 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan salah satu pendekatan yang telah banyak digunakan di industri manufaktur untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. *Lean manufacturing* merupakan upaya perbaikan yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pemborosan (*waste*) dengan melakukan faktor-faktor penyebab pemborosan (*waste*) dengan melakukan perbaikan secara terus menerus. Manfaat dari metodologi ramping gagasan *lean manufacturing* diperkuat dengan penggunaan tools secara visual. Alat bantu visual yang dapat menggambarkan proses manufaktur, seperti *value stream mapping* (VSM) (Dian et al., 2023).

2.3 Value Stream Mapping (VSM)

Value stream mapping adalah proses memahami keseluruhan transformasi dengan memakai simbol-simbol yang mewakili aliran nilai yang harus dilakukan. Hal ini melibatkan pengubahan bahan mentah menjadi produk jadi. Semua nilai yang diciptakan oleh organisasi/perusahaan pada akhirnya merupakan hasil dari sebuah proses yang kompleks dan berkesinambungan, yang oleh para ahli manajemen ramping disebut sebagai *value stream* (Manalu & Hasibuan, 2020).



Gambar 1. Desain Penelitian (Sumber: Data Penelitian, 2024)

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap seperti berikut:

1. Identifikasi *waste* dengan menggunakan kuesioner *waste* lalu dilakukan *skoring waste* yang sering terjadi.

2. Identifikasi *waste* dengan memakai tool VALSAT.

Setelah mendapatkan hasil skoring pada setiap *waste* kemudian akan dilakukan identifikasi *waste* menggunakan VALSAT

3. Pemetaan Aliran Nilai (*Value Stream Mapping*)

Pada tahap ini, dilakukan pemetaan secara rinci terhadap aliran nilai pada proses *painting chassis ekskavator*.

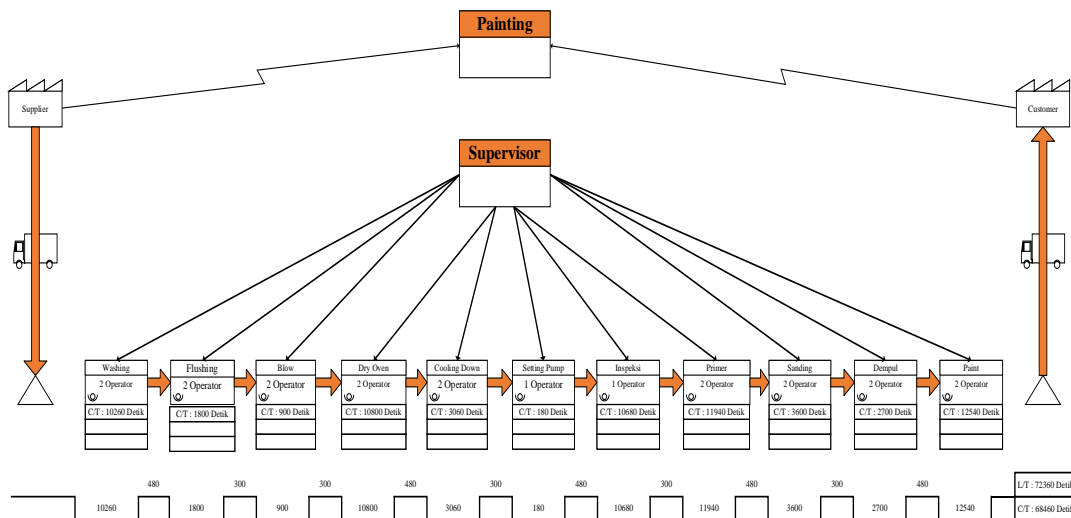
4. Rekomendasi perbaikan proses produksi

Setelah didapatkan penyebab terjadinya *waste* dari tahapan sebelumnya, kemudian diberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi *waste* pada proses *painting chassis ekskavator*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Current Value Stream Mapping

Current value stream mapping bertujuan untuk menganalisis aliran nilai yang terjadi dalam proses pengecatan chassis saat ini. *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah yang terlibat dalam proses pengecatan, mulai dari bahan baku yang masuk hingga produk akhir yang siap dikirim. Berikut merupakan *current value stream mapping* proses *painting* seperti terlihat pada gambar dibawah:



Gambar 2. Current Value Stream Mapping (Sumber: Data Penelitian, 2024)

4.2 Process Activity Mapping

Process activity mapping adalah penjelasan mengenai data dan durasi yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan, bersama dengan jarak yang ditempuh dan jumlah inventaris yang dibutuhkan

untuk setiap proses. Setelah itu, aktivitas-aktivitas tersebut diidentifikasi dan dibagi ke dalam lima kategori: *operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *delay* (D), dan *storage* (S). Process activity mapping dapat dilihat pada tabel:

Tabel 1. Rekapitulasi Process Activity Mapping

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (Detik)	Persentase
Operation	24	46560	64.3%
Transport	5	1500	2.1%
Inspection	11	14340	19.8%
Storage	0	0	0%
Delay	32	9960	13.8%
Total		72360	100%
VA	29	54840	75.8%
NNVA	36	14520	20.1%
NVA	7	3000	4.1%
TOTAL		72360	100%
Lead Time		72360	
Persentase Cycle Efficiency (%)		75.8%	

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

4.3 Identifikasi Waste

Identifikasi waste diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner dan wawancara secara langsung kepada 8 karyawan

yang bekerja pada departemen *painting* dengan pengalaman lebih dari 5 tahun. Hasil kuesioner pembobotan waste dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Kuesioner Pembobotan Waste

Responden	Waste Waiting Time					Total Skor	Defect Product					Total Skor
	P1	P2	P3	P4	P1		P2	P3	P4			
1	3	3	4	3	13	4	4	5	5	18		
2	4	4	3	4	15	5	4	5	5	19		
3	3	3	4	4	14	5	5	5	5	20		
4	4	5	3	3	15	5	4	4	4	17		
5	5	4	4	4	17	5	5	4	5	19		
6	4	3	4	3	14	4	4	5	5	18		
7	5	3	3	5	16	5	4	4	5	18		
8	4	4	3	3	14	4	4	4	4	16		
Total					118	Total				145		

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

4.4 Identifikasi Waste

Tabel 3. Hasil Skor Waste Relationship

Waste Relationship	Skor Jawaban Pertanyaan						Skor	Jenis Hubungan
	P1	P2	P3	P4	P5	P6		
<i>Waiting_Defect</i>	2	1	2	1	2	4	12	E
<i>Defect_Waiting</i>	4	2	4	2	4	4	20	A

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

Berdasarkan hasil skor *waste relationship* pada tabel diatas, hasil dari *waste relationship waiting_defect* adalah 12 dengan jenis hubungan adalah E

(*Especially Important*) dan *waste relationship defect_waiting* adalah 20 dengan jenis hubungan adalah A (*Absolutely Necessary*).

Tabel 4. Nilai Konversi Skor ke Simbol Huruf WRM

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17 – 20	<i>Absolutely necessary</i>	A
9 – 12	<i>Especially Important</i>	E
5 – 8	<i>Important</i>	I
1 – 4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

Waste yang dipengaruhi oleh waste lainnya ditampilkan di setiap kolom. Waste relationship matrix harus dikonversi kedalam angka dengan ketentuan: A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U =

2, dan X = 0. Dari hasil konversi waste relationship matrix maka didapatkan hasil konversi atau waste matrix value pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Konversi Waste Matrix Value

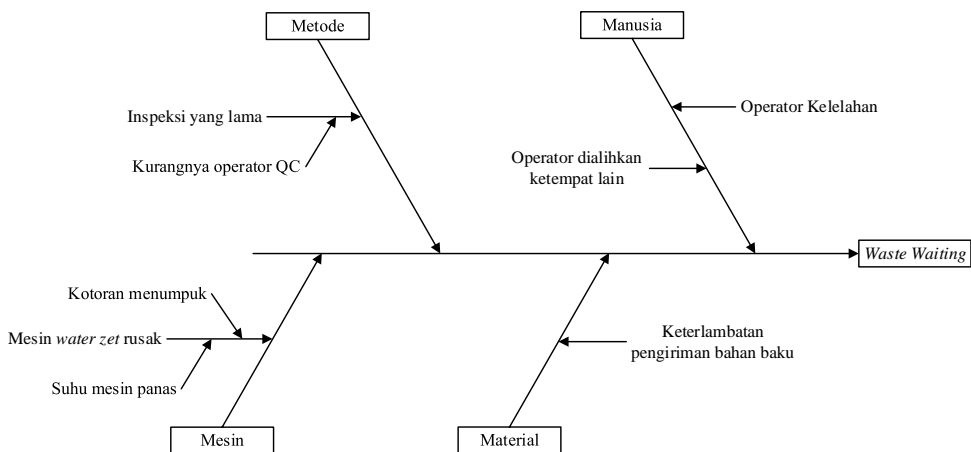
From↓ To→	Defect	Waiting	Skor	Persentase (%)
Waiting	8	8	16	44.4%
Defect	10	10	20	55.6%
Skor	18	18	36	100%
Persentase (%)	50%	50%	100%	

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

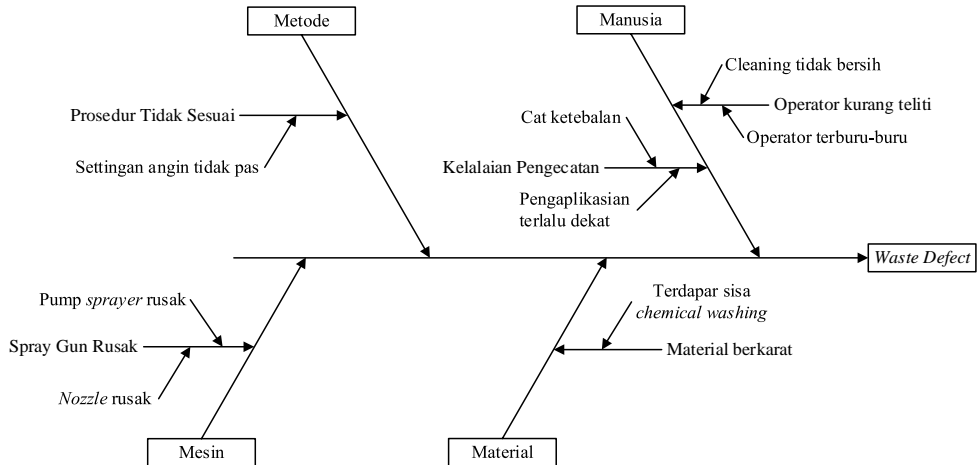
4.5 Analisis Diagram Fishbone

Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan waste waiting time memiliki bobot rata-rata sebesar 14.75 dan bobot 44.9%, dan waste defect memiliki bobot rata-rata sebesar 18.13 dan bobot 55.1%. Berdasarkan process activity mapping terdapat NNVA 14520 detik dengan

persentase 21,1%, NVA 3000 detik dengan persentase 4,1% dan persentase cycle efficiency 75,8%. Setelah didapat diagram fishbone waste waiting dan defect product untuk mengetahui penyebab terjadinya waste pada proses painting chassis seperti pada gambar:



Gambar 3. Diagram Fishbone Waste Waiting (Sumber: Data Peneliti, 2024)



Gambar 4. Diagram *Fishbone Waste Defect Product* (Sumber: Data Peneliti, 2024)

4.6 Usulan Perbaikan

Untuk mengurangi terjadinya *waste defect product* dan *waiting time* pada proses *painting chassis* diperlukan perbaikan proses *painting*. Berikut merupakan usulan perbaikan yang diberikan berdasarkan faktor-faktor penyebab timbulnya *waste defect product* dan *waiting time*:

1. Faktor Manusia

Untuk mengatasi kelelahan operator, perusahaan dapat menerapkan sistem rotasi kerja yang lebih terstruktur, sehingga setiap operator memiliki waktu istirahat yang cukup dan beban kerja lebih merata. Selain itu, pelatihan berkala untuk meningkatkan ketelitian operator sangat diperlukan, terutama dalam proses *cleaning* dan *pengecatan*. Evaluasi kinerja rutin juga perlu dilakukan untuk memastikan bahwa setiap operator bekerja sesuai

dengan standar yang telah ditentukan.

2. Faktor Metode

Prosedur kerja yang tidak sesuai harus dievaluasi secara menyeluruh. Salah satu langkah perbaikan adalah menambah jumlah operator QC untuk mempercepat inspeksi dan mengurangi waktu tunggu. Pelatihan operator juga perlu dilakukan secara berkala, terutama mengenai pengaturan angin dan teknik pengecatan yang benar agar hasil pengecatan lebih merata. Standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditetapkan perlu diperbarui jika diperlukan, disosialisasikan, dan diawasi penerapannya untuk memastikan kepatuhan di seluruh lini proses.

3. Faktor Mesin

Pemeliharaan mesin secara berkala sangat penting untuk mencegah kerusakan yang mengganggu proses produksi. Mesin *water jet* perlu



Terbit online pada laman web jurnal : <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal>

Jurnal Comasie

ISSN (Online) 2715-6265



dibersihkan secara rutin untuk menghindari penumpukan kotoran, dan sistem pendinginnya harus dipastikan berfungsi dengan baik agar tidak terjadi overheating. Untuk spray gun, pengecekan kondisi pump spray dan nozzle perlu dilakukan secara terjadwal, dan komponen yang rusak harus segera diganti. Perusahaan juga dapat menyusun jadwal perawatan preventif dan menyediakan cadangan peralatan agar kerusakan mesin tidak mengakibatkan *downtime* yang terlalu lama.

4. Faktor Material

Untuk memastikan material tiba tepat waktu, perusahaan harus

meningkatkan koordinasi dengan pemasok, misalnya dengan membuat kontrak kerja yang mengatur jadwal pengiriman lebih detail. Buffer stock perlu disediakan untuk mengantisipasi keterlambatan. Proses chemical washing juga harus ditingkatkan, seperti dengan memperpanjang durasi atau menyesuaikan jenis bahan kimia yang digunakan agar hasil pembersihan lebih optimal. Inspeksi material sebelum memasuki proses pengecatan harus diperketat untuk memastikan material bebas karat, sehingga kualitas hasil painting tetap terjaga.

4.7 Future Value Stream Mapping

Dengan adanya *Future Value Stream Mapping*, proses yang sebelumnya teridentifikasi sebagai tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*) dan berpotensi menimbulkan pemborosan

dapat dioptimalkan, sehingga aliran produksi menjadi lebih efisien dibandingkan sebelumnya. Tabel di bawah ini menyajikan perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah perbaikan pada proses *painting chassis*.

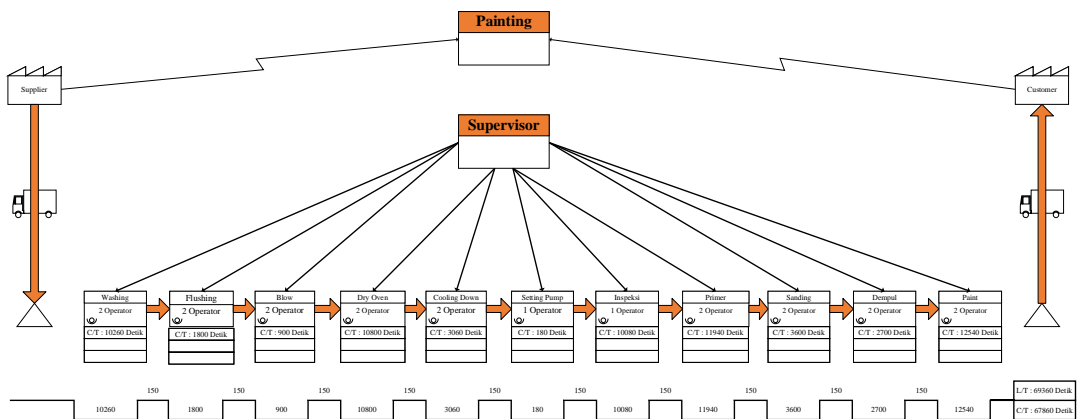
Tabel 6. Perbandingan Sebelum dan Setelah Perbaikan proses

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (Detik)	Jumlah	Total Waktu (Detik)	Selisih	Persentase Perbandingan
Operation	24	46560	24	46560	0	0%
Transport	5	1500	5	1500	0	0%
Inspection	11	14340	9	13740	600	4.4%
Storage	0	0	0	0	0	0%
Delay	32	9960	27	7560	2400	31.7%
VA	29	54840	29	54840	0	0%
NNVA	36	14520	36	14520	0	0%
NVA	7	3000	0	0	3000	100%
TOTAL		72360		69360	3000	
Lead Time		72360		69360	3000	
Persentase Cycle Efficiency (%)		75.8%		79.1%		

(Sumber: Data Peneliti, 2024)

Pada tabel di atas, terdapat hasil perhitungan setelah perbaikan pada proses *painting* dilakukan, yang menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Hasilnya, nilai *lead time* berkurang sekitar 3000 detik. Dengan

demikian, usulan *lead time* yang perlu diterapkan adalah 69.360 detik, yang menyebabkan peningkatan *process cycle efficiency* dari 75,8% menjadi 79,1%. Selanjutnya, *future value stream mapping* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Future Value Stream Mappings
(Sumber: Data Peneliti, 2024)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa faktor penyebab terjadinya produk *chassis* yang *reject* adalah sebagai berikut:

1. Faktor Manusia: operator yang kurang berpengalaman dan tidak teliti.
2. Faktor Metode: standar operasional prosedur (SOP) yang tidak sesuai dan teknik pengamplasan yang salah.
3. Faktor Mesin: alat pengecatan seperti *spray gun* rusak dan *pump sprayer* yang sumbat.
4. Faktor Material: pencampuran bahan baku yang tidak sesuai.

Cara meminimalkan produk *chassis* yang sebagai berikut:

1. Faktor Manusia: memberikan pelatihan rutin yang mencakup teknik pengecatan, pengaturan parameter alat seperti tekanan udara, jarak

penyemprotan, dan pemahaman tentang prosedur pengecatan yang benar.

2. Faktor Metode: Membuat standar operasional prosedur (SOP) terkait teknik penyemprotan cat yang benar, termasuk jarak yang ideal dan kecepatan gerakan tangan, serta teknik pengamplasan yang benar.
3. Faktor Mesin: Melakukan perawatan preventif (*preventive maintenance*) pada alat-alat pengecatan, termasuk pengecekan rutin terhadap *spray gun*, *regulator* tekanan udara, dan *pump sprayer*.
4. Faktor Material: Memberikan pelatihan kepada operator terkait teknik pencampuran bahan baku yang benar termasuk proporsi larutan *chemical* dan takaran cat yang tepat.

Hasil VSM terdapat perbedaan antara *current value stream mappings* dan *future value stream mappings*, dimana nilai *lead time* berkurang 3000 detik, dimana *lead time* awal adalah 72360 dan *lead time* setelah perbaikan adalah 69360. Usulan *lead time* yang perlu diterapkan adalah 69.360 detik, yang menyebabkan peningkatan *process cycle efficiency* dari 75,8% menjadi 79,1%.

DAFTAR PUSTAKA

Dian, M. A., Nofirza, Silvia, Yola, M., & Devani, V. (2023). A Analisis Lean Manufacturing Menggunakan Metode VSM dan WRM pada Lini Produksi Riau Jaya Paving. *Jurnal Surya Teknika*, 10(1), 574–583. <https://doi.org/10.37859/jst.v10i1.4290>

Fernanda, B., & Tarigan, E. P. L. (2024). Perbaikan Proses Produksi Sablon Gelas Minuman pada UKM Tornado Printing. *Jurnal Surya Teknika*, 11(1), 51–58. <https://doi.org/10.37859/jst.v11i1.6604>

Firdaus, W. H., & Putro, B. E. (2023). Analisis Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (VSM) pada Pabrik Kerajinan Sangkar Burung. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, 799–808.

Kartika, N., & Latifah, I. Y. (2020). Analisis Lean Manufacturing Dengan Value Stream Mapping Untuk Mengidentifikasi Waste Pada Ud. Executive Makmur Abadi. *Accounting and Management Journal*, 4(2), 84–94. <https://doi.org/10.33086/amj.v4i2.1615>

Kholil, M., Suparno, A., Hasan, S. B. H., & Aprilia, R. (2022). Lean Approach for Waste Reduction in Production Line by Integrating DMAIC, VSM, and VALSAT Method (Study Case: Assembling Bracket Manufacturing Automotive Industry). *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)*, 5(1), 37–43. <https://doi.org/10.35335/idss.v5i1.30>

Lestari, K., & Susandi, D. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 567–575.

Ma'ruf, Z., Marlyana, N., & Sugiono, A. (2021). Analisis Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Valsat untuk Memaksimalkan Produktivitas pada Proses Operasi Crusher. 5(Kimu 5), 10–20.

Manalu, R. P., & Hasibuan, R. P. (2020). Analisa Lean Manufacturing Produksi Thermophile Pada Pt X. *Comasie*, 3(3), 21–30.

	<p>Rizko Hendrawan Penulis pertama, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam</p>
	<p>Elsya Paskaria Loyda Tarigan, S.T., M.Sc. Penulis Kedua, salah satu dosen Prodi Teknik Industri dengan kepakaran dibidang Tata Letak Fasilitas.</p>