

## **ANALISIS PEMBOROSAN PRODUKSI KAIN PANEL MELALUI PENDEKATAN *LEAN SUPPLY CHAIN***

**Marsella<sup>1)</sup>, Wilson Kosasih<sup>2)</sup>, Lithrone Laricha Salomon<sup>3)</sup>**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

e-mail: <sup>1)</sup>marsella.545210020@stu.untar.ac.id, <sup>2)</sup>wilsonk@ft.untar.ac.id, <sup>3)</sup>lithrones@ft.untar.ac.id

### **ABSTRAK**

*Penelitian ini mengevaluasi efisiensi lini produksi kain panel pada sebuah perusahaan tekstil di Bekasi dengan mengaplikasikan pendekatan Lean Supply Chain. Lini ini dipilih karena memiliki tingkat cacat tertinggi (62.919 defect selama Oktober 2024–Maret 2025), jumlah mesin terbanyak (14 unit), dan waktu siklus terpanjang (rata-rata 14 hari per batch). Tujuan utama adalah memetakan kondisi efisiensi saat ini, mengidentifikasi pemborosan paling dominan dan merumuskan usulan perbaikan yang tepat. Metode penelitian menggunakan desain descriptive single-case study dengan pengumpulan data melalui wawancara mendalam, diskusi kelompok, dan kuesioner yang mengacu pada tujuh kategori waste Lean. Analisis proses dilakukan dengan pemetaan Current Value Stream Mapping, Value Stream Analysis Tools (VALSAT) melalui Process Activity Mapping (PAM) dan perhitungan Process Cycle Efficiency (PCE), dan analisis 5 Whys. Hasil pemetaan PAM menunjukkan nilai PCE sebesar 34,33 %. Analisis 5 Whys mengungkap tiga akar penyebab utama pemborosan: (1) minimnya standarisasi dan visual management, (2) aliran informasi belum terintegrasi, dan (3) keterbatasan kapasitas sumber daya manusia dan peralatan. Pemborosan utama yang muncul meliputi gerakan berlebih, transportasi material tidak efisien, penumpukan inventori, dan waktu tunggu. Berdasarkan temuan tersebut, disarankan penerapan 5S untuk standarisasi area kerja, digitalisasi sistem produksi berbasis pull system, serta penggunaan heijunka, kanban, dan balanced flow untuk meratakan beban produksi. Peningkatan kapasitas melalui pemeliharaan mesin terjadwal diusulkan untuk menurunkan angka cacat. Penerapan kerangka Hoshin Kanri dan Future Value Stream Mapping juga direkomendasikan untuk memastikan perbaikan berkelanjutan dan penyelarasan strategi jangka panjang. Melalui langkah-langkah tersebut, diharapkan pemborosan menurun signifikan, produktivitas meningkat, daya saing perusahaan terjaga, serta mendukung tercapainya bisnis berkelanjutan.*

**Kata kunci:** *Lean Supply Chain, Waste, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Process Cycle Efficiency, 5 Whys*

### **ABSTRACT**

*This study assesses the efficiency of a panel fabric production line at a Bekasi textile company using a Lean Supply Chain approach. Selected for its highest defect rate (62,919 defects from October 2024 to March 2025), 14 machines, and longest cycle time (14 days per batch), the line's efficiency, dominant wastes, and improvement opportunities were examined. A descriptive single-case design gathered data through in-depth interviews, focus groups, and a seven-waste questionnaire. Process analysis began with Current Value Stream Mapping (VSM), followed by Value Stream Analysis Tools (VALSAT) via Process Activity Mapping (PAM) and Process Cycle Efficiency (PCE) calculations, then a 5 Whys analysis. PAM results indicated a PCE of 34.33%. The 5 Whys identified three root causes of waste: (1) lack of standardization and visual management, (2) unintegrated information flow, and (3) limited human-resource and equipment capacity. Key wastes included excess motion, inefficient material transport, inventory buildup, and waiting time. Recommendations include implementing 5S for workplace standardization, digitizing production with a pull system, and applying heijunka, kanban, and balanced flow to level production. Scheduled machine maintenance is advised to reduce defects. Adopting Hoshin Kanri and Future VSM will support continuous improvement and strategic alignment. These measures aim to reduce waste, boost productivity, sustain competitiveness, and foster sustainable business.*

**Keywords:** *Lean Supply Chain, Waste, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Process Cycle Efficiency, 5 Whys*

## **PENDAHULUAN**

Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) di Indonesia merupakan salah satu sektor manufaktur unggulan yang menyumbang signifikan terhadap perekonomian nasional. Pada

kuartal pertama 2024, nilai ekspor tekstil mencapai USD 2,95 miliar, sementara sektor ini juga menyerap sekitar 1,3 juta tenaga kerja [1]. Meskipun pemerintah menempatkan TPT sebagai komoditas ekspor prioritas, kinerjanya belum optimal, profitabilitas yang bergantung pada *price cost margin* masih fluktuatif, serta peningkatan impor kian menekan daya saing domestik [2]. Di tengah persaingan bisnis yang kian ketat dan dinamis di era Industri 4.0, efisiensi dan efektivitas manajemen rantai pasok (*supply chain management*) menjadi kunci utama kelangsungan perusahaan. Sektor tekstil kerap menghadapi pemborosan berupa bahan terbuang, *overproduksi*, *lead time* panjang, dan ketidakstabilan kualitas produk. Oleh karena itu, pendekatan *Lean Supply Chain* dinilai strategis untuk mereduksi *waste* dan meningkatkan produktivitas. Pendekatan *Lean Supply Chain* menyediakan kerangka sistematis untuk mengidentifikasi, mengurangi, dan mengeliminasi aktivitas *non-value-added (waste)* di seluruh rantai pasok [3]. Sebagai strategi transformatif, *Lean Supply Chain* berfokus pada penciptaan nilai jangka panjang, bukan sekadar penghematan biaya, melainkan juga dengan mengoptimalkan alokasi sumber daya dan proses produksi, menekan biaya operasional, serta mempercepat adaptasi terhadap dinamika industri [4]. Keberhasilan implementasi *Lean Supply Chain* akan menjamin kelancaran aliran material dan informasi, sekaligus memberikan dampak positif pada kinerja bisnis secara keseluruhan dan berkelanjutan [5].

Penelitian ini dilaksanakan pada sebuah perusahaan manufaktur tekstil di Bekasi, Jawa Barat, yang telah beroperasi selama 30 tahun dengan sistem *make-to-order* dan menghasilkan tiga jenis kain. Penelitian difokuskan pada lini produksi kain panel karena merupakan lini dengan tingkat *defect* tertinggi, jumlah mesin terbanyak, dan waktu siklus per *batch* terlama dibanding lini produksi kain lainnya di perusahaan. Data perusahaan mencatat 62.919 *defect* pada kain panel selama periode Oktober 2024–Maret 2025; jumlah mesinnya mencapai 14 unit, dan rata-rata waktu siklus per *batch* tercatat 14 hari. Gambar 1 menunjukkan contoh produk kain panel yang diproduksi perusahaan.



Gambar 1. Contoh Produk Kain Panel di Perusahaan  
(Sumber: Perusahaan)

Hasil wawancara dengan Kepala Regu Produksi menunjukkan bahwa manajemen secara eksplisit mendorong kajian efisiensi pada lini ini, karena kompleksitas proses pencetakan motif dan pewarnaan lebih tinggi dibanding lini kain lainnya. Karena belum ada prioritas penyelesaian masalah produksi, penelitian ini bertujuan menerapkan konsep *Lean Supply Chain* melalui metode *Value Stream Mapping* untuk memetakan dan mengukur kondisi efisiensi lini produksi kain panel pada perusahaan saat ini, yang didukung dengan menggunakan metode kuesioner 7 *waste*, VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) dan 5 *whys analysis* untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan dan menentukan mana pemborosan yang paling signifikan sering terjadi atau paling dominan pada lini produksi kain panel dan merumuskan usulan perbaikan yang tepat.

## **METODE PENELITIAN**

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain *descriptive single-case study*, yaitu pendekatan studi kasus tunggal yang bersifat deskriptif dengan metode kualitatif untuk memahami dinamika serta variabel-variabel kompleks dalam satu organisasi [6]. Konteks penelitian berfokus pada penerapan pendekatan *lean supply chain* di sebuah perusahaan manufaktur tekstil, khususnya pada lini produksi kain panel. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menggali secara mendalam detail kontekstual dan dinamika internal organisasi, dengan menggambarkan kondisi, proses, serta fenomena yang terjadi sebagaimana adanya. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk membandingkan antar kasus ataupun menguji hipotesis secara kuantitatif.

Hasil dari studi ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan maupun sebagai bahan perbandingan dengan studi kasus lain yang relevan. Dalam pelaksanaannya, pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, diskusi mendalam, penyebaran kuesioner, serta analisis dokumen perusahaan. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan narasi yang komprehensif mengenai alur proses, hambatan operasional, serta praktik-praktik *lean* yang diterapkan, sehingga dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai bagaimana prinsip *lean* berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi dalam proses produksi kain panel di perusahaan tersebut.

### **Unit Sampel dan Pengumpulan Data**

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan manufaktur tekstil yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat, dengan fokus pada lini produksi kain panel yang menerapkan sistem produksi *make-to-order*. Unit analisis dalam penelitian ini mencakup seluruh aktivitas dalam rantai pasok pada lini produksi kain panel, dengan acuan volume produksi satu *roll* (125 pcs), di mana setiap pcs kain panel memiliki panjang kurang lebih 1,8 meter. Pemilihan partisipan dilakukan secara *purposive*, yaitu berdasarkan pertimbangan bahwa individu yang dipilih memiliki pengetahuan dan kewenangan yang relevan terhadap proses yang diteliti. Partisipan yang terlibat terdiri dari Kepala Regu Produksi, Supervisor Produksi, Manajer *Inventory Control*, Manajer *Production Planning*, serta Kepala *Training dan Improvement*. Jumlah partisipan dalam penelitian ini mencakup lima orang untuk pengisian kuesioner, tiga orang untuk diskusi kelompok, dan dua orang untuk wawancara mendalam.

Pengumpulan data dalam penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur untuk mengumpulkan landasan teori dan temuan-temuan terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Melalui tinjauan pustaka, peneliti membangun kerangka konseptual sebagai dasar dalam memahami konteks dan arah penelitian. Setelah memperoleh pemahaman teoritis, tahapan selanjutnya adalah studi lapangan, di mana peneliti terjun langsung ke lokasi perusahaan untuk mengamati secara langsung kondisi operasional, khususnya pada lini produksi kain panel yang menjadi fokus utama. Proses pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu wawancara mendalam, diskusi kelompok, dan penyebaran kuesioner. Wawancara mendalam bertujuan untuk menggali informasi rinci mengenai waktu proses (*lead time*), alur tahapan dalam rantai pasok, serta permasalahan yang terjadi di lapangan. Wawancara dilakukan secara tatap muka dengan durasi kurang lebih 2 jam, kemudian dilanjutkan secara daring melalui panggilan telepon dan pesan singkat selama kurang lebih 1 hingga 2 bulan, menyesuaikan kebutuhan peneliti ketika diperlukan klarifikasi atau data tambahan.

Selanjutnya, diskusi kelompok dilakukan untuk menggali persepsi partisipan terkait bentuk-bentuk pemborosan yang muncul dalam proses produksi serta mendapatkan usulan atau strategi perbaikan dari sudut pandang internal perusahaan. Sementara itu, kuesioner disusun dan disebarluaskan kepada responden yang relevan untuk mengidentifikasi jenis *waste*

yang paling dominan. Kuesioner mengacu pada tujuh kategori pemborosan dalam prinsip *lean*, yaitu *overproduction*, *waiting*, *transport*, *inventory*, *motion*, *overprocessing*, dan *defects*. Setiap kategori *waste* dinilai berdasarkan tingkat frekuensi kejadian menggunakan skala likert 1–5, yang kemudian dianalisis untuk menentukan pemborosan paling signifikan yang perlu ditindaklanjuti dalam tahapan analisis selanjutnya.

**Analisis Data**

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap sistematis, sebagai berikut:

**1. Penyusunan Current Value Stream Mapping**

Melalui hasil wawancara, dikumpulkan data waktu dan alur proses setiap tahapan pada lini produksi kain panel yang kemudian dipetakan ke dalam *Value Stream Mapping* (VSM). VSM berguna untuk memvisualisasikan alur material dan aliran informasi, dengan tujuan untuk mengidentifikasi *bottleneck* yang menyebabkan inefisiensi dan mengetahui total keseluruhan *lead time* suatu proses [7].

**2. Analisis Kuesioner 7 Waste**

Dalam kajian sistem produksi *Toyota Production System* (TPS), terdapat 7 jenis pemborosan (*waste*) yang menjadi dasar penerapan prinsip *lean*, yaitu *Overproduction*, *Waiting*, *Transportation*, *Excess Processing*, *Inventories*, *Motion*, dan *Defects* [8]. Ketujuh jenis pemborosan ini digunakan sebagai kerangka dalam mengidentifikasi dan menganalisis sumber ketidakefisienan pada lini produksi kain panel di perusahaan yang diteliti. Setiap jenis *waste* dinilai responden menggunakan skala *likert* 1-5, dengan penilaian berdasarkan tingkat frekuensi kejadian. Skor rata-rata dihitung untuk masing-masing kategori *waste* dan digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dominan.

**3. Pemilihan VALSAT (Value Stream Analysis Tools)**

VALSAT merupakan alat bantu yang digunakan untuk mendukung VSM dalam mengidentifikasi nilai dan pemborosan, serta memilih alat analisis yang sesuai berdasarkan bobot tiap jenis *waste* [9]. Dalam pemilihan VALSAT, terdapat *Value Stream Mapping Tools Matrix* yang berfungsi sebagai acuan untuk menentukan *tools* yang paling relevan berdasarkan karakteristik permasalahan yang dihadapi. Matriks ini disusun untuk memetakan tingkat kesesuaian setiap *tools* VALSAT terhadap jenis *waste* yang terjadi. *Value Stream Mapping Tools Matrix* yang digunakan dalam penentuan *tools* VALSAT ditampilkan pada Gambar 2.

Waste Type	Mapping Tools						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure (a) Volume (b) Value
Overproduction	L	M		L	M	M	
Time Waiting	H	H	L		M	M	L
Transport	H						
Inappropriate Processing	H		M	L		L	L
Unnecessary Inventory	M	H	M		H	M	
Unnecessary Motion	H	K					
Product Defect	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H
Origin of Tool	Industrial Engineering	Time Compression / Logistics	Operations Management	New Tool	System Dynamics	Efficient Consumer Response / Logistic	New Tool

Notes:  
H = High Correlation and Usefulness  
M = Medium Correlation and Usefulness  
L = Low Correlation and Usefulness

Gambar 2. Value Stream Mapping Tools Matrix (Sumber: Pertiwi & Purwanggono, 2018)

Proses pemilihan *tools* dilakukan dengan menghitung skor dari masing-masing alat menggunakan sistem pembobotan. Dalam matriks, setiap sel diberi simbol H (*High*), M (*Medium*), atau L (*Low*) yang menunjukkan tingkat keterkaitan antara *tools* dan jenis *waste*. Setiap simbol memiliki nilai bobot tertentu, yaitu H bernilai 9, M bernilai 3, dan L bernilai 1. Skor akhir untuk setiap *tools* dihitung dengan mengalikan rata-rata bobot dari masing-masing jenis *waste* dengan nilai dari simbol yang muncul dalam matriks. Total nilai bobot tertinggi menunjukkan *tools* yang paling sesuai dan direkomendasikan untuk digunakan dalam proses identifikasi pemborosan dan perencanaan perbaikan.

#### 4. Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

PCE adalah metrik *Lean* yang mengukur proporsi waktu kerja yang benar-benar bernilai tambah (*value-added*) terhadap keseluruhan waktu proses (*lead time*), yang mencakup aktivitas *value added* (VA), *necessary but non-value added* (NNVA), dan *non-value-added* (NVA). Secara matematis, PCE dihitung dengan rumus berikut [10]:

$$PCE = \frac{\text{Total Value Added}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil perhitungan PCE menggambarkan persentase waktu yang digunakan secara produktif dan untuk menilai efisiensi proses saat ini. Dalam acuan *Lean*, proses dianggap efisien jika nilai PCE melebihi 30%, namun masih terdapat peluang untuk peningkatan efisiensi, khususnya dalam rangka mencapai standar *lean* yang ideal. Semakin tinggi nilai PCE mendekati 100%, maka semakin optimal efisiensi proses yang dicapai [10].

#### 5. Analisis 5 *Whys*

Metode analisis 5 *whys* membantu menggali penyebab utama dari pemborosan yang terjadi dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara berulang hingga ditemukan akar penyebab yang paling mendasar [11]. Metode ini merupakan salah satu alat investigasi paling sederhana yang dapat dilakukan tanpa analisis statistik dan proses penyelesaian masalah menjadi lebih efektif karena diarahkan langsung pada akar penyebabnya melalui eksplorasi bertahap terhadap setiap penyebab yang muncul [12]. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk merumuskan arahan dan rekomendasi perbaikan pada penelitian lanjutan. Metode ini dipilih karena kesederhanaannya, partisipatif, dan efektif menggali masalah spesifik dengan sumber daya terbatas, sehingga memudahkan identifikasi akar masalah dan perumusan solusi yang tepat.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Current Values Stream Mapping*

Data waktu dan alur proses setiap tahapan pada lini produksi kain panel, berdasarkan hasil wawancara disajikan pada Tabel 1.

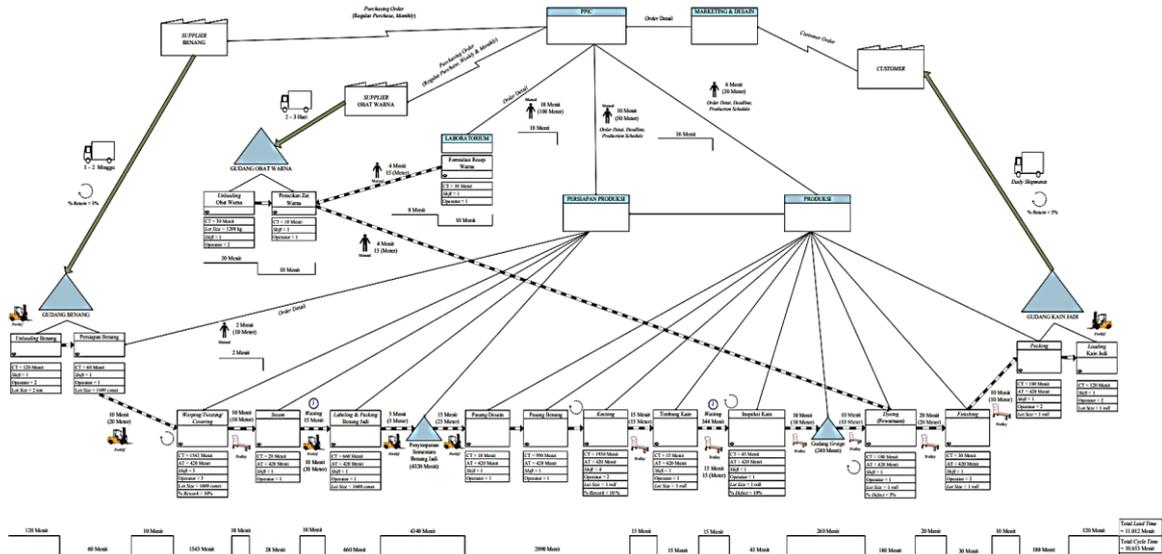
Tabel 1. Data Waktu dan Tahapan Proses Lini Produksi Kain Panel

Tahapan Proses	Cycle Time (menit)	Waiting & Transport Time (menit)	Jarak (meter)	Alat	Available Time (menit)	Jumlah Shift	Jumlah Operator	Lot Size	% Defect/ Rework/ Return
Unloading Benang	120	-	-	Forklift	420	1	2	2 ton	3%
Persiapan Benang	60	-	-	-		1	1	1600 cones	-
Unloading Obat Warna	30	-	-	Forklift		1	2	1200 kg	-
Formulasi Resep Warna	10	18	100	Manual		1	1	-	-
Peracikan Zat Warna	10	4	15	Manual		1	1	-	-
Warping/Twisting/Covering	4423	10	20	Forklift		3	3	1600 cones	10%
Steam	28	10	10	Trolley		1	1	-	-
Labeling & Packing Benang Jadi	660	25	20	Forklift		1	1	1600 cones	-
Penyimpanan Sementara Benang Jadi	4320	5	5	Forklift		-	-	-	-
Pasang Desain	10	15	25	Forklift		1	1	-	-
Pasang Benang	950	-	-	-	1	1	-	-	
Knitting	1930	-	-	-	4	2	1 roll	10%	
Timbang Kain	15	15	15	Trolley	1	1	1 roll	-	

Lanjutan Tabel 1. Data Waktu dan Tahapan Proses Lini Produksi Kain Panel

Tahapan Proses	Cycle Time (menit)	Waiting & Transport Time (menit)	Jarak (meter)	Alat	Available Time (menit)	Jumlah Shift	Jumlah Operator	Lot Size	% Defect/ Rework/ Return
Inspeksi Kain	43	359	15	Trolley		1	1	1 roll	10%
Gudang Greige	240	10	10	Trolley		-	-	-	-
Dyeing (Pewarnaan)	180	10	10	Trolley		1	1	1 roll	5%
Finishing	30	20	20	Trolley		1	2	1 roll	-
Packing	180	10	10	Trolley		1	2	1 roll	-
Loading Kain Jadi	120	-	-	Forklift		1	2	1 roll	3%

3. *Current Values Stream Mapping* berdasarkan pada Tabel 1, ditampilkan pada Gambar



Gambar 3. *Current Values Stream Mapping*

Berdasarkan *Current Values Stream Mapping*, dapat diketahui total *cycle time* lini produksi kain panel sebesar 10.653 menit dan total *lead time* sebesar 11.012 menit.

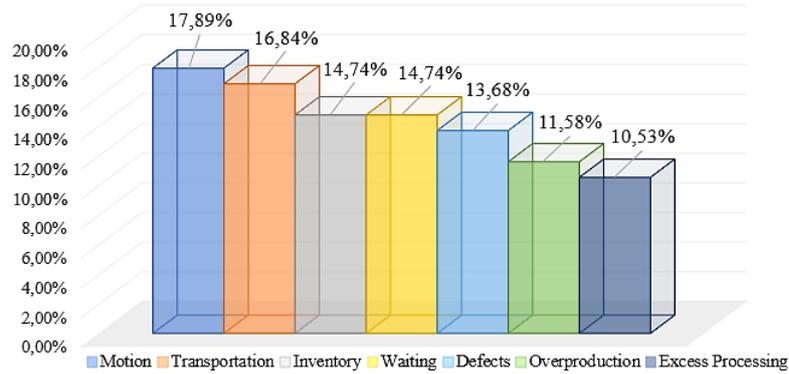
**Hasil Pembobotan Kuesioner 7 Waste**

Rekapitulasi dan pembobotan nilai setiap *waste* dari hasil kuesioner disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Kuesioner dan Hasil Pembobotan 7 Waste

No.	Jenis Waste	Penilaian Responden (1 - 5)					Total	Bobot Rata-Rata	Persentase (%)
		Kepala Regu Produksi	Staff HRD	Staff Finance	Staff Marketing	Staff PPIC			
1.	<i>Overproduction</i>	1	1	2	4	3	11	2,2	11,58%
2.	<i>Waiting</i>	3	2	2	3	4	14	2,8	14,74%
3.	<i>Transportation</i>	4	3	2	3	4	16	3,2	16,84%
4.	<i>Excess Processing</i>	2	1	1	3	3	10	2	10,53%
5.	<i>Inventory</i>	2	2	2	4	4	14	2,8	14,74%
6.	<i>Motion</i>	4	4	3	2	4	17	3,4	17,89%
7.	<i>Defects</i>	2	1	4	2	4	13	2,6	13,68%
<b>Total</b>							<b>95</b>		<b>100,00%</b>

Grafik peringkat untuk setiap persentase dari total bobot *waste* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Peringkat Jenis Waste

Berdasarkan analisis grafik peringkat di atas, empat jenis waste tertinggi adalah Motion (17,89%), Transportation (16,84%), Inventory (14,74%) dan Waiting (14,74%). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa empat jenis waste tersebut adalah yang paling sering terjadi pada lini produksi kain panel di perusahaan.

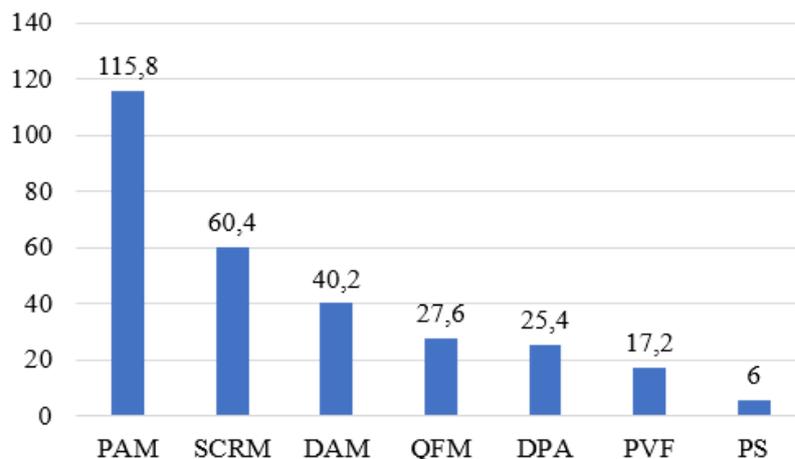
### Hasil VALSAT

Hasil perhitungan tools VALSAT dari rata-rata bobot setiap waste disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Bobot Tools VALSAT

Jenis Waste	Bobot Waste	Mapping Tools						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Overproduction	2,2	2,2	6,6		2,2	6,6	6,6	
Waiting Time	2,8	25,2	25,2	2,8		8,4	8,4	
Transportation	3,2	28,8						3,2
Process	2	18		6	2		2	
Inventory	2,8	8,4	25,2	8,4		25,2	8,4	2,8
Motion	3,4	30,6	3,4					
Defect	2,6	2,6			23,4			
<b>TOTAL</b>		<b>115,8</b>	<b>60,4</b>	<b>17,2</b>	<b>27,6</b>	<b>40,2</b>	<b>25,4</b>	<b>6</b>

Grafik peringkat tools VALSAT berdasarkan hasil pembobotan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Peringkat Tools VALSAT

Berdasarkan grafik peringkat tools VALSAT di atas, dapat diketahui bahwa tools dengan nilai bobot tertinggi adalah Process Activity Mapping (PAM), dengan nilai sebesar 115,8. Hal ini mengindikasikan bahwa PAM merupakan tools yang paling sesuai dan relevan untuk digunakan dalam analisis lanjutan terhadap waste yang paling dominan pada

penelitian ini. PAM merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas, baik aliran fisik produk maupun aliran informasi, yang tidak hanya dalam lingkup internal perusahaan tetapi juga di area lain dalam rantai pasok [13]. PAM bertujuan untuk memetakan setiap tahapan aktivitas, mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, penundaan, hingga penyimpanan, sehingga proses dapat dianalisis untuk mengidentifikasi peluang peningkatan efisiensi serta merumuskan perbaikan yang bertujuan mengurangi pemborosan [14]. Dalam penelitian ini, melalui pendekatan PAM, diketahui bahwa terdapat total 67 tahapan aktivitas dalam lini produksi kain panel. Aktivitas-aktivitas tersebut dikelompokkan berdasarkan jenisnya untuk mengetahui frekuensi kejadian dan durasi waktu dari masing-masing aktivitas. Setiap aktivitas kemudian diklasifikasikan menjadi *Value-Added* (VA), *Non-Value-Added but Necessary* (NNVA), dan *Non-Value-Added* (NVA). Hasil pengelompokan PAM berdasarkan jenis aktivitasnya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengelompokan PAM Berdasarkan Jenis Aktivitas

Jenis Aktivitas	Jumlah	Waktu (menit)
Operasi (O)	28	5.119
Transportasi (T)	26	539
Inspeksi (I)	9	435
Storage (S)	2	4560
Delay (D)	2	359
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>11.012</b>

Melalui Tabel 4, dapat diketahui bahwa aktivitas operasi berjumlah 28 aktivitas dengan total waktu 5.119 menit, aktivitas transportasi berjumlah 26 aktivitas dengan total waktu 539 menit, aktivitas inspeksi berjumlah 7 aktivitas dengan total waktu 435 menit, aktivitas *storage* berjumlah 2 aktivitas dengan total waktu 4560 menit, dan aktivitas *delay* berjumlah 2 aktivitas dengan total waktu 359 menit. Selanjutnya, hasil PAM berdasarkan klasifikasi *Value-Added* (VA), *Non-Value-Added but Necessary* (NNVA), dan *Non-Value-Added* (NVA) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA

Jenis Aktivitas	Jumlah	Waktu (menit)	Persentase dari Waktu
<i>Value Added</i> (VA)	10	3.770	34,24%
<i>Necessary but Non-Value Added</i> (NNVA)	48	7.132	64,77%
<i>Non-Value Added</i> (NVA)	9	110	1,00%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>11.012</b>	<b>100%</b>

Melalui hasil klasifikasi pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai *value added* proses rantai pasok lini produksi kain panel memiliki presentase sebesar 34,24% dengan total waktu sebesar 3.770 menit, nilai *necessary but non-value added* memiliki presentase sebesar 64,77% dengan total waktu sebesar 7.132 menit, serta nilai *non-value added* memiliki presentase sebesar 13,43% dengan total waktu sebesar 110 menit.

### Hasil Perhitungan PCE

Perhitungan PCE untuk lini produksi kain panel pada perusahaan berdasarkan hasil klasifikasi pada Tabel 5, adalah sebagai berikut:

$$PCE = \frac{3.780}{11.012} \times 100\% = 34,24\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan PCE tersebut, dapat diketahui bahwa hasil PCE > 30%, yaitu sebesar 34,24% yang berarti proses aliran rantai pasok produksi lini kain panel pada perusahaan saat ini sudah termasuk kategori cukup efisien, namun masih terdapat peluang untuk peningkatan lebih lanjut. Upaya perbaikan tetap diperlukan guna meminimalkan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Hal ini sejalan dengan prinsip *continuous improvement* dalam *lean* yang menekankan pada perbaikan berkelanjutan untuk mencapai efisiensi maksimum.

**Hasil Analisis 5 Whys**

Hasil analisis 5 whys untuk jenis waste peringkat tertinggi, yaitu waste motion, transportation, inventory dan waiting disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis 5 Whys

Jenis Waste	Kategori	Faktor (Masalah Utama)	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
	Method	Operator bolak-balik mengangkat dan menaruh bahan baku benang di persiapan untuk mesin <i>covering</i> dan <i>twisting</i>	Bahan baku tidak langsung didekatkan ke area kerja atau jangkauan operator	Akses untuk <i>trolley</i> ke area persiapan (gang mesin) terbatas atau sulit	Area persiapan mesin <i>covering</i> dan <i>twisting</i> sempit Belum ada evaluasi mengenai <i>material handling</i> yang digunakan	Belum diterapkan prosedur yang mendorong pengaturan area dan alat kerja yang efisien dan ergonomis	
	Environment	Operator harus berjalan cukup jauh untuk mengambil peralatan kerja	Jarak rak penyimpanan peralatan cukup jauh dari area mesin	Penempatan rak tidak dirancang berdasarkan alur kerja atau frekuensi penggunaan alat	Belum ada standar atau pedoman khusus dalam penataan area kerja	Belum diterapkan prosedur yang mendorong pengaturan area kerja yang efisien dan ergonomis	Kesadaran mengenai pentingnya organisasi tempat kerja belum dilakukan secara menyeluruh
Motion	Method	Operator harus melakukan gerakan tambahan saat bekerja	Alat kerja berserakan dan sering berpindah tempat atau tertinggal, sehingga harus dicari dulu saat diperlukan	Peralatan tidak dikembalikan ke tempat semula setelah digunakan	Tidak ada penyimpanan yang tetap dan jelas untuk masing-masing alat	Belum dibuat sistem penataan dan pelabelan alat yang terstandarisasi	Belum diterapkan prosedur dan kebijakan yang menekankan keteraturan dan kerapian alat kerja.
	Method		Area kerja tidak terorganisir dengan rapih	Tidak ada lokasi pasti atau khusus yang ditentukan untuk setiap item.	Belum diterapkan standar visual atau aturan tata letak kerja yang konsisten	Belum ada penerapan sistem atau prosedur yang mengatur penempatan, kebersihan, dan keteraturan area kerja	
	Method	Staf PPIC dan <i>admin</i> area lantai produksi harus berjalan kaki untuk menyampaikan nota/ <i>form</i> terkait <i>order</i>	Aliran informasi masih dilakukan secara manual melalui dokumen fisik (kertas)	Data dan informasi masih tersebar di berbagai format (seperti excel, dokumen cetak) dan tidak terkonsolidasi dalam satu <i>platform</i> yang bisa diakses bersama.	Belum ada sistem digital yang memfasilitasi pertukaran data secara <i>real-time</i> (sinkronisasi otomatis) dan terpusat antar bagian kantor dan lantai produksi.		
	Environment	Area kerja <i>labeling</i> dan <i>packing</i> benang, serta area <i>steam</i> kurang terorganisir	Pekerja meletakkan material pada area yang kosong	Tidak ada garis pembatas atau penanda zona area yang jelas	Belum ada standarisasi visual terhadap tata letak dan penataan material di area kerja	Belum dibuat prosedur khusus atau kebijakan penataan material di lantai produksi	
Transportation	Method	Material <i>handling</i> kadang sulit bermanuver	Area sempit dan lantai produksi tidak terorganisir	Tidak ada jalur transportasi material yang jelas Penyusunan barang di lantai produksi tidak rapih	Tidak ada garis pembatas atau penanda zona area yang jelas	Belum diterapkan standar visual atau aturan tata letak kerja yang konsisten	Belum ada penerapan sistem atau prosedur yang mengatur penempatan, kebersihan, dan keteraturan area kerja
	Method	Pemindahan bahan baku benang lebih dari satu kali sebelum di proses ke area mesin	<i>Hand stacker</i> tidak bisa masuk ke area dekat mesin	Area gang mesin sempit	<i>Layout</i> penempatan mesin belum mempertimbangkan kebutuhan ruang untuk peralatan <i>material handling</i>	Belum dilakukan evaluasi dan analisis alur material, serta jenis <i>material handling</i> yang digunakan	

Lanjutan Tabel 6. Analisis 5 *Whys*

Jenis Waste	Kategori	Faktor (Masalah Utama)	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Inventory	Method	Terdapat penumpukan antrian kain <i>greige</i> ketika ingin lanjut ke tahap inspeksi	Output <i>knitting</i> lebih cepat dibandingkan kapasitas inspeksi	Kapasitas inspeksi terbatas (SDM dan alat kurang) dan waktu inspeksi lebih lama jika ditemukan banyak <i>defect</i>	Belum ada perencanaan dan pendataan yang mempertimbangkan jumlah <i>order</i> dan tingkat kerusakan kain dari proses sebelumnya	Belum ada sistem informasi atau integrasi data <i>real-time</i> yang dapat mensinkronkan kapasitas dan penjadwalan antara proses <i>knitting</i> dan inspeksi	
			Antrian kain <i>greige</i> tidak tertata dengan rapih	Pekerja meletakkan antrian pada area yang kosong	Tidak ada lokasi pasti atau khusus yang ditentukan untuk setiap item antrian.	Belum diterapkan standar visual atau aturan tata letak kerja yang konsisten	Belum ada penerapan sistem atau prosedur yang mengatur penempatan, kebersihan, dan keteraturan area kerja
Waiting	Method	Kain <i>Greige</i> yang sudah selesai diproses harus menunggu sebelum dilakukan inspeksi.	Terjadi antrean di proses inspeksi	Kapasitas proses inspeksi terbatas dan tidak mencukupi untuk menangani <i>volume output</i> dari proses sebelumnya	Jumlah SDM dan alat inspeksi terbatas	Belum ada perencanaan dan pendataan yang mempertimbangkan jumlah <i>order</i> dan tingkat kerusakan kain dari proses sebelumnya	Belum ada sistem informasi atau integrasi data <i>real-time</i> yang dapat mensinkronkan kapasitas dan penjadwalan antara proses <i>knitting</i> dan inspeksi
					Waktu inspeksi menjadi lebih lama bila banyak ditemukan <i>defect</i>	Proses <i>knitting</i> yang kurang optimal dan inspeksi yang dilakukan saat proses kurang teliti/detail.	<i>Settingan</i> elemen rajut tidak sesuai, mesin bermasalah, operator tidak teliti atau tidak fokus

**KESIMPULAN & SARAN**

Berdasarkan kuesioner 7 *waste*, pemborosan utama pada lini produksi kain panel meliputi *Motion* (17,89%), *Transportation* (16,84%), *Inventory* (14,74%), dan *Waiting* (14,74%). Analisis lanjutan dengan metode 5 *Whys* mengidentifikasi tiga akar penyebab utama, yaitu: (1) kurangnya standarisasi dan visual management pada area kerja dan peralatan, (2) aliran informasi yang belum terintegrasi secara menyeluruh, serta (3) keterbatasan kapasitas sumber daya manusia dan peralatan. Faktor-faktor ini memicu munculnya pemborosan tersebut dan menurunkan kinerja operasional perusahaan. Diperlukan strategi peningkatan berkelanjutan yang fokus pada penguatan standarisasi, integrasi sistem informasi, serta peningkatan kapasitas sumber daya untuk mencapai proses produksi yang lebih optimal dan berkelanjutan. Berdasarkan identifikasi akar penyebab pemborosan, perusahaan perlu memperkuat penerapan lean secara terstruktur melalui pelatihan dan workshop untuk meningkatkan pemahaman karyawan, sehingga mendorong partisipasi aktif dalam perbaikan berkelanjutan [4]. Implementasi 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) menjadi prioritas untuk menciptakan area kerja yang teratur, memudahkan deteksi penyimpangan, dan mengurangi waktu pencarian material [15]. Optimalisasi aliran material dan informasi dapat dilakukan melalui digitalisasi sistem produksi berbasis *pull system* dengan dukungan ERP atau MES, serta penerapan *heijunka*, *kanban*, dan *balanced flow* untuk menjaga ritme produksi yang stabil dan menghindari *bottleneck* maupun penumpukan stok [16]. Peningkatan kapasitas serta standarisasi kualitas pada proses *knitting* dan inspeksi melalui pemeliharaan terjadwal juga diperlukan untuk menurunkan *defect* dan menjaga konsistensi produk. Strategi ini diharapkan menurunkan pemborosan yang terukur melalui berkurangnya waktu proses, persediaan, serta peningkatan

produktivitas [17]. Selanjutnya, pendekatan seperti *Hoshin Kanri* dan pemetaan *Future Value Stream Mapping* (FVSM) penting dilakukan untuk memastikan perbaikan berjalan sistematis, terukur, dan mendukung keberlanjutan proses produksi [18].

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.A. Saryatmo and R. Sukwadi, "Peran Mediasi Lean Manufaktur Terhadap Hubungan Antara Rantai Pasok Digital dan Kualitas Produk," *Jurnal Praktik Keinsinyuran*, vol. 1, no. 2, pp. 71-80, 2024.
- [2] Y.A. Kusuma, H.A. Khoiri and F.D. Aryaningtyas, "Penilaian Risiko Kualitas Pada Proses Produksi Kain di PT.XYZ," *Journal Of Industrial Engineering And Technology (Jointech) Universitas Muria Kudus*, vol. 4, no. 1, pp. 48-53, 2023.
- [3] R.M. Sari and E. Nugraha, "Lean Supply Chain Sebagai Strategi Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus: PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.)," *Competitive*, vol. 14, no. 2, pp. 27-35, 2019.
- [4] A.T. Wibowo and N.U. Handayani, "Penerapan Lean Supply Chain Pada Proses Loading Pupuk in Bag di Pelabuhan PT. Petrokimia Gresik," in *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers Unisbank (SENDI\_U) Ke-2 Tahun 2016*, Semarang, 2016.
- [5] P. Myerson, *Lean Supply Chain & Logistics Management*, New York: McGraw-Hill, 2012.
- [6] C. Schutte, W. Niemann and T. Kotze, "Exploring Relationship Power in Supply Chain Sustainability Practices: A Case Study of a South African Hospital Group," *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 33, no. 1, pp. 154-176, 2022.
- [7] D.R. Ayu and B.N. Alfa, "Pengurangan Pemborosan Dengan Metode Value Stream Mapping Pada Proses Penyediaan Medicines & Consumables di Perusahaan Jasa Kesehatan DKI Jakarta," *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, vol. 16, no. 3, pp. 360-373, 2022.
- [8] Y. Maulana, "Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan," *JIEOM*, vol. 2, no. 2, pp. 12-19, 2019.
- [9] A. Salim, H.J. Kristina and C.O. Doaly, "Penerapan Prinsip Lean Manufacturing dalam Proses Produksi di PT. Jotun Indonesia," *Jurnal Mitra Teknik Industri*, vol. 1, no. 2, pp. 116-125, 2022.
- [10] D.S. Kansul and G. Karabay, "Increasing the Process Cycle Efficiency of Men's Trousers Assembly line," *Tekstil Ve konfeksiyon*, vol. 29, no. 2, pp. 253-261, 2019.
- [11] Kevin, M.A. Saryatmo and Andres, "Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Pendekatan Value Stream Mapping (Studi Kasus: UKM Garmen X)," *Jurnal Mitra Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 136-144, 2023.
- [12] F.A. Saputra and D.T. Santoso, "Analysis of Production Defects Using The 5 WHYS and RCA Method at PT.X," *Transmisi*, vol. 20, no. 2, pp. 52-59, 2024.
- [13] B. Suhardi, K.M.H. Putri and W.A. Jauhari, "Implementation of Value Stream Mapping to Reduce Waste in a Textile Products Industry," *Cogent Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1-25, 2020.
- [14] R.A. Mahen, H. Batubara and D. Wijayanto, "Identifikasi Waste Melalui Proses Activity Mapping dan Pendekatan Lean Manufacturing Pada CV. Kreatifika Harapan Terbang Abadi," *Industrial Engineering and Management System*, vol. 7, no. 2, pp. 114-121, 2023.

- [15] P. Rewers, J. Trojanowska and P. Chabowski, "Tools and Methods of Lean Manufacturing - A Literature Review," *Technological Forum*, vol. 7, no. 6, pp. 1-6, 2016.
- [16] A. Sulaksono and J. Nursyamsi, "Perkembangan ERP Bidang Industri Manufaktur Era Transformasi Digital," *Jurnal Akuntansi dan Manajemen Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 106-119, 2022.
- [17] I. Leksic, N. Stefanic and I. Veza, "The Impact of Using Different Lean Manufacturing Tools on Waste Reduction," *APEM*, vol. 15, no. 1, pp. 81-92, 2020.
- [18] D. Souad, C. Messaouda and K. Maazouzi, "Planning Using Hoshin Kanri," *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 1-13, 2017.