

Analysis and Handling of Waste in Companies Implementing Lean at a Beginner Level: Analisa dan Penanganan Pemborosan Bagi Perusahaan Dalam Penerapan Lean Tingkat Pemula

Rizal Aditia Shofyan

Departemen Teknik & Sistem Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Putu Dana Karningsih

Departemen Teknik & Sistem Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

General Background: The manufacturing sector, particularly in consumer goods, faces constant pressure to enhance efficiency and reduce waste. **Specific Background:** A Surabaya-based mosquito coil manufacturer has adopted automation in its production processes; however, inefficiencies persist due to various non-value-adding activities. **Knowledge Gap:** Although lean manufacturing offers promising solutions, practical integration of its tools remains a challenge, especially for companies at the early stage of implementation. **Aims:** This study aims to systematically identify and eliminate waste by applying a lean manufacturing framework that integrates Process Activity Mapping (PAM), Gemba Shikumi, the 5 Whys analysis, and the Lean Assessment Matrix. **Results:** Thirteen types of wasteful activities were identified, with five categorized as critical through Gemba Shikumi. Root cause analysis using the 5 Whys generated several improvement alternatives, which were prioritized using the Lean Matrix. The top three recommendations were selected for implementation. **Novelty:** The integration of multiple lean tools into a phased and context-sensitive framework represents a practical innovation for early-stage lean adoption. **Implications:** The results offer a structured approach for similar manufacturing firms to improve productivity by effectively identifying and addressing wasteful activities.

Highlights:

- Identifies 13 wasteful activities using integrated lean tools.
- Prioritizes actions with Lean Matrix for practical implementation.
- Offers a framework tailored for early lean adoption stages.

Keywords: Lean Manufacturing, Waste Elimination, Process Activity Mapping, Gemba Shikumi, 5 Whys Analysis

Pendahuluan

Dalam menghadapi persaingan global yang semakin ketat, perusahaan dituntut untuk konsisten dalam merancang produk, meningkatkan kualitas layanan, serta mengoptimalkan operasi produksi. Manufaktur telah berkembang dari sekedar proses konversi bahan baku menjadi produk jadi, menjadi suatu konsep terintegrasi yang mencakup seluruh tingkatan, mulai dari mesin, sistem produksi, hingga operasi pada level bisnis secara keseluruhan [1].

Interpenetrasi dalam tingkat bisnis saat ini sangat dipengaruhi oleh pelaku ekonomi dan dinamika lingkungan, seperti perubahan sosial dan politik yang cepat. Kondisi ini menuntut perusahaan manufaktur untuk merancang dan memodifikasi strategi bersaing secara adaptif [2]. Responsivitas terhadap perubahan kebutuhan pelanggan menjadi krusial, karena baik konsumen maupun produsen kini lebih mengutamakan produk berkualitas tinggi dengan biaya rendah. Dalam menghadapi persaingan yang ketat, perusahaan perlu menerapkan konsep lean manufacturing untuk meningkatkan komunikasi, integritas, dan kapabilitas operasional guna meminimalkan pemborosan (*waste*) [3]. Esensi dari lean manufacturing terletak pada kemampuannya membangun sistem produksi yang efisien dan berkualitas sesuai harapan konsumen melalui proses yang terelaborasi [4].

Lean Manufacturing memiliki keunggulan sebagai pendekatan berkelanjutan untuk meminimalkan pemborosan (*waste*) dan menambah nilai pada proses produksi guna meningkatkan nilai bagi konsumen [5]. Lean berfokus pada eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dengan meminimalkan penggunaan sumber daya, termasuk waktu, dalam setiap proses bisnis. Lean Manufacturing merupakan filosofi jangka panjang yang berfungsi sebagai alat pemecahan masalah di sektor manufaktur [6]. Konsep ini menekankan efisiensi melalui penggunaan sumber daya manusia, ruang, peralatan, dan waktu yang minimal dalam pengembangan produk. Selain itu, penerapannya mampu mengurangi persediaan, menurunkan tingkat cacat, serta meningkatkan serta mempertahankan kualitas produk [7].

Implementasi *Lean* dilakukan dalam beberapa tahap utama yaitu pemetaan aliran nilai (material, produk, dokumen, manusia, informasi, data dan lain-lain), identifikasi aktivitas yang merupakan pemborosan dan pengelompokan pemborosan, analisis pemborosan yang terdiri dari identifikasi keterkaitan antar pemborosan, akar penyebab pemborosan dan penentuan waste kritis, serta penanganan pemborosan melalui rekomendasi pengurangan atau penghapusan pemborosan [8].

PT. X adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *consumer goods* dan berlokasi di Surabaya. Perusahaan ini memproduksi obat nyamuk bakar dengan tanggung jawab menjaga kelancaran produksi agar permintaan konsumen terpenuhi tepat waktu, jumlah, dan kualitas. Sebanyak 70% produk diekspor ke berbagai negara, sementara 30% dipasarkan di dalam negeri. Selama proses produksi PT X sudah menggunakan sistem produksi yang otomatis. Meskipun sudah menggunakan sistem otomatis, akan tetapi terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan produktivitas menurun. Kondisi tersebut disebabkan beberapa factor yang mempengaruhi misalnya pada mesin, material, operator dan beberapa masalah eksternal.

Hasil pengamatan menunjukkan adanya masalah *breakdown* dengan nilai rata-rata *downtime* sebesar 25%. *Breakdown* ini sering terjadi di mesin stamping pada proses cetak adonan dan Cartonning pada proses packaging. Hal tersebut berdampak pada menumpuknya Work in Process (WIP) produk pada proses packaging, sehingga perlu menambah jumlah man power (tenaga kerja) untuk proses *manual packing* untuk dapat memenuhi target produksi. Hal lain yang menjadi pemicu *breakdown* yaitu terkadang terdapat kesalahan *problem solving* oleh operator saat melakukan *autonomous maintenance (AM)*. Kerusakan pada mesin juga berakibat pada kualitas produk dan nantinya merujuk pada kegiatan *rework*. Berdasarkan pemaparan kondisi existing perusahaan diatas sesuai dengan kondisi permasalahan yang dihadapi oleh PT. X perlu melakukan perbaikan dengan melakukan efisiensi melalui pengurangan atau penghapusan kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah atau pemborosan dengan pendekatan Lean Manufacturing.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui aktivitas pemborosan, mencari pemborosan kritis yang perlu untuk ditindaklanjuti, dan menentukan alternatif rekomendasi perbaikan terpilih untuk penganan pemborosan. Untuk tahapan analisa pemborosan dan penanganan pemborosan terdapat beberapa peneliti menawarkan beberapa alat bantu yaitu *Waste Asssesment Model* (WAM) (Rawabdeh, 2005), *QFD for Waste Elimination*, *Gemba Shikumi*, *Waste Identification Diagram* dan *Lean Matrix* [9]. Setiap alat bantu tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Fungsi alat bantu (*tools*) tersebut diperlukan oleh perusahaan dalam menerapkan *Lean Manufacturing* [10]. Untuk perusahaan yang belum memiliki pengetahuan dan pengalaman penerapan Lean sebelumnya, maka diperlukan sebuah alat bantu yang sederhana dan mudah dipahami namun tetap mencakup keseluruhan tahapan implementasi [11]. Dimana PT. X sebagai tingkat pemula pada penerapan Lean, artinya bahwa PT X masih dalam tahap awal penerapan untuk proses pemahaman dan pembelajaran pada penerapan lean serta pengalaman yang masih mendasar atau terbatas.

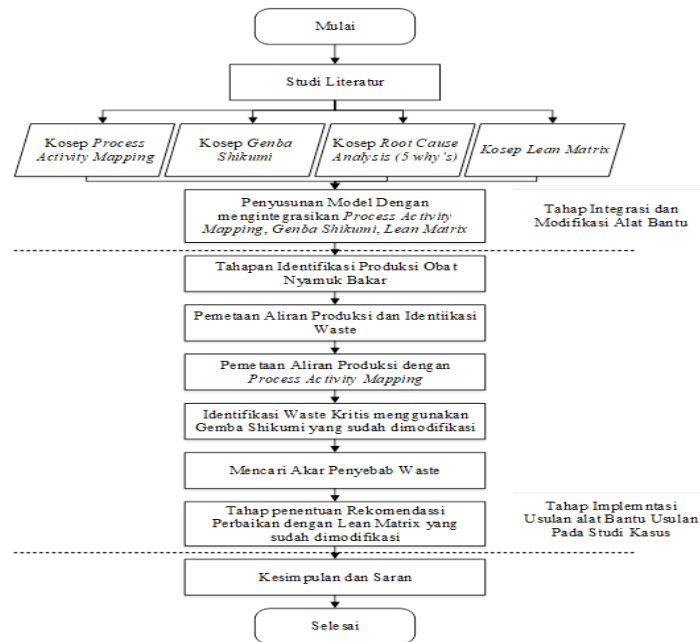
Berdasarkan paparan sebelumnya, maka penelitian ini, akan mengusulkan alat bantu analisa dan penanganan pemborosan dengan mengintegrasikan alat bantu yang telah diusulkan peneliti sebelumnya yaitu *Process Activity Mapping*, *Gemba Shikumi*, *5 Why's* dan *lean matrix* 2. Integrasi ini dilakukan dengan menggabungkan alat bantu tersebut dan dijadikan sebagai framework untuk implementasi dari setiap tahapan lean. Dimana PAM digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas produksi dan pemborosan [12]. *Gemba shikumi* digunakan untuk mengelompokkan setiap masalah ke dalam jenis pemborosan serta mengetahui pemborosan mana yang perlu untuk ditindak lanjuti (*waste* kritis) [13]. *5 why's analysis* digunakan untuk mencari akar dari penyebab pemborosan tersebut [14]. Sedangkan *Lean Assessment Matrix* digunakan untuk menilai alternatif rekomendasi mana yang akan digunakan [15].

Gemba Shikumi diadopsi dalam penelitian ini karena kemudahan penggunaannya, meskipun perusahaan belum pernah menerapkan lean sebelumnya. Namun, *Genba Shikumi* perlu dimodifikasi agar sesuai untuk analisis pemborosan di luar aktivitas *warehouse*. Selanjutnya, *Lean Matrix* tahap 2 digunakan untuk merumuskan rekomendasi penanganan pemborosan dan menetapkan prioritas berdasarkan akar penyebab pemborosan kritis dan dilakukan sedikit modifikasi pada bentuk *matrix*nya.

Metode

Proses penelitian dan pengumpulan data dilakukan melalui observasi pada Area Proses produksi obat nyamuk bakar PT. X Surabaya. Pengamatan dimulai dari proses penyiapan bahan baku, aliran proses produksi, hingga produk jadi (*finished goods*). Setelah melakukan observasi, selanjutnya dilakukan wawancara, diskusi dan *Focus Groub Discussion* kepada pihak expert perusahaan berkaitan dengan adanya aktivitas pemborosan atau masalah yang sering terjadi dan penentuan tindakan perbaikan yang diperlukan. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Proccess Activity Mapping* untuk dapat memetakan aliran proses produksi dan mengetahui klasifikasi jenis kegiatan yaitu *Necessary Non-Value Added* (NNVA), *Non Value Added* (NVA), dan *Value Added* (VA) dan dilakukan diidentifikasi untuk mengetahui aktivitas pemborosan apa saja yang terjadi. Selanjutnya dilakukan penentuan *waste* kritis dengan *tools* *Gemba Shikumi* kemudian mencari akar penyebab terjadinya *waste* tersebut dengan *Five Why's Analysis*. Selanjutnya menentukan alternatif rekomendasi perbaikan untuk penganan pemborosan di PT. X, kemudian mengetahui peringkat alternatif dari rekomendasi perbaikan tersebut yang diformulasikan di *Lean matrix*.

Diagram Alir Penelitian menunjukkan langkah-langkah penelitian yang dilakukan yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) untuk dapat melihat detail aliran proses produksi dari setiap aktivitas yang ada. Fungsi lain dari PAM juga membantu untuk memudahkan mengklasifikasikan tipe aktivitas serta mengidentifikasi pemborosan (*waste*).

Proses	#	Rincian Aktivitas	Waktu (dtk)	Klasifikasi
Batching & Mixing	1	Mengambil seluruh bahan baku tepung dari gudang <i>raw material</i> ke area <i>Mixing</i>	900	NNVA
	2	Mengambil bahan baku liquid dari gudang bahan baku ke Area Formulasi (<i>Batching</i>)	900	NNVA
	3	Inspeksi <i>sampling</i> bahan baku tepung dan Liquid	180	NNVA
	4	Penimbangan seluruh bahan baku tepung (<i>loadcell</i>)	1200	NNVA
	5	Proses formulasi pembuatan <i>Active solution</i> (pencampuran zat kimia cair)	1200	NNVA
	6	Proses pencampuran seluruh bahan baku tepung dan zat kimia cair untuk menjadi adonan (<i>mixing</i>)	1500	VA
	7	Transfer adonan ke tangki penampungan (<i>Setirer bunker</i>)	120	VA
	8	Transfer adonan ke mesin <i>Crusher</i>	120	VA
	9	Transfer adonan ke mesin <i>Extruder</i>	120	VA
Stamping	10	Proses cetak adonan mesin stamping ke dalam bentuk <i>coil</i> pada <i>rotary table</i> dan diletakkan diatas <i>tray</i>	3	VA

	11	Estimasi kegagalan mesin Stamping	900	NVA
	12	Inspeksi <i>sampling</i> coil basah setelah tercetak	60	NNVA
	13	Transfer coil basah dengan conveyor tray ke dalam oven untuk pengeringan (<i>drying</i>)	120	VA
<i>Drying</i>	14	Proses pengeringan (<i>Drying</i>)	9000	VA
<i>Wrapping</i>	15	Inspeksi <i>sampling</i> coil kering setelah keluar dari oven	60	NNVA
	16	<i>Pick up</i> coil dari tray ke atas conveyor untuk proses <i>wrapping</i>	52	NNVA
	17	Memberikan holder diatas coil (<i>insert holder</i>)	30	VA
	18	Proses pengemasan (<i>wrapping</i>) coil dengan plastik film	45	VA
	19	Estimasi kegagalan mesin <i>wrapping</i>	900	NVA
	20	Transfer ke mesin <i>Cartooning</i>	43	VA
<i>Packaging</i>	21	Proses pengemasan coil hasil <i>wrapping</i> secara otomatis ke dalam <i>folding box</i> dengan mesin <i>cartooning</i>	30	VA
	22	Estimasi kegagalan mesin <i>Cartooning</i>	1200	NVA
	23	Proses <i>printing label</i>	30	VA
	24	Proses <i>Counting</i> (perhitungan kemasan <i>folding box</i> untuk proses <i>manual packing</i>)	15	NNVA
	25	Proses manual <i>packing</i> kemasan <i>folding box</i> ke dalam <i>master box</i>	32	VA
	26	Proses <i>sealing</i>	4	VA
	27	Produk jadi diletakkan diatas <i>pallet</i>	45	NNVA
	28	Pemberian laporan label <i>finish goods</i>	30	NNVA
	29	Inspeksi <i>sampling</i> produk jadi	300	VA
	30	Transfer produk <i>finish goods</i> ke area Gudang (<i>inventory</i>)	180	NNVA
Total waktu			19319	

Tabel 1. *Process Activity Mapping*

Tabel 2 merupakan hasil rekapitulasi PAM yang menunjukkan representasi durasi waktu dan jenis kegiatan pada setiap tahapan prosenya. Sehingga dapat diketahui terdapat 14 aktivitas Operation, 8 aktivitas transportation, 4 aktivitas Inspection, 1 aktivitas Storage, dan 3 aktivitas Delay, dimana masing-masing aktivitas memiliki persentase berturut-turut 47%, 27%, 13%, 3% dan 10%. Dan diketahui juga terdapat 3 kegiatan NVA yang akan digunakan untuk dilakukan identifikasi *waste*.

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Persentase Aktivitas	Waktu (Detik)			
			VA	NNVA	NVA	Total
<i>Operation (O)</i>	14	47%	1674	2542	0	4216
<i>Transportation (T)</i>	8	27%	7483	8717	0	16200

<i>Inspection (I)</i>	4	13%	300	300	0	600
<i>Storage (S)</i>	1	3%	0	180	0	180
<i>Delay (D)</i>	3	10%	0	0	3000	3000
Jumlah	30	100%	9457	11739	3000	
Total Tipe Aktivitas			14	13	3	
Persentase			39.1%	48.5%	12.4%	

Tabel 2. Rekapitulasi *Process Activity Mapping*

Pengolahan data yang telah dilakukan pada diidentifikasi proses produksi obat nyamuk bakar PT. X, berdasarkan pemetaan aktivitas proses dan wawancara dengan pihak expert perusahaan maka dapat diketahui jaktivitas pemborosan yang dimasukkan kedalam kategori waste untuk dapat dieliminasi.

No	Pemborosan aktivitas <i>non value added</i>	Kode
1	Melakukan <i>Autonomous Maitenance</i> mesin pada saat awal <i>shift</i>	WT1
2	Adanya cetakan <i>coil</i> yang tidak sesuai standard	WT2
3	Cetakan <i>Coil</i> Lembab	WT3
4	Melakukan <i>setting</i> Mold	WT4
5	Adanya wrapping coil yang sobek	WT5
6	Perbaikan saat wrapping terjadi <i>Crash</i>	WT6
7	Perbaikan saat wrapping terjadi <i>leak</i>	WT7
8	Perbaikan <i>Cutter Shield</i>	WT8
9	Adanya <i>packing</i> kemasan folding box yang sobek	WT9
10	Kesalahan analisa dalam <i>problem solving</i> saat terjadi kerusakan	WT10
11	Setting/perbaikan <i>part</i> pada mesin <i>cartooning</i>	WT11
12	<i>Cleaning head print</i>	WT12
13	Kesalahan stempel pada <i>master box</i>	WT13

Tabel 3. Pemborosan Aktivitas *Non Value Added*

B. Gemba Shikumi

Dalam implementasi metode Gemba Shikumi, pada penelitian ini mengadopsi 4 matriks yang akan dilakukan untuk menentukan waste kritis. Untuk skala penilaian diadobsi dari

1. Matriks Muda

Digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah yang dinilai berdasarkan jenis waste dan penyebabnya.

No.	Aktivitas tidak bernilai tambah (pemborosan)	Jenis Pemborosan 1: Waiting	MV
1.	NVA 1			
2.	NVA 2			
..	NVA ...			

Tabel 4. Matriks Muda

Untuk nilai MV dirumuskan sebagai berikut:

$$MV_i = \sum_{j=1}^w m_{ij} \text{ dimana } i = 1, \dots, p$$

Keterangan: p = Aktivitas yang tidak bernilai tambah; w = Jenis Waste; dan $m = 0$ atau 1 atau 3 atau 9

2. Matriks Korelasi

Digunakan untuk menentukan menentukan keterkaitan antar pemborosan satu dengan pemborosan lain.

No.	Aktivitas tidak bernilai tambah/pemborosan	Aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) 1	NVA 2	NVA ..	CV
1.	Aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) 1				
2.	NVA 2				
..	NVA ...				

Tabel 5. Matriks Korelasi

Untuk nilai CV dirumuskan sebagai berikut:

$$CV_i = \sum_{j=1}^p c_{ij} \text{ dimana } i = 1, \dots, p$$

Keterangan: $c = 0$ atau 1 atau 3 atau 9

3. Matriks Prioritas

Digunakan untuk untuk mengukur dampak pemborosan terhadap kinerja perusahaan.

No.	Aktivitas tidak bernilai tambah/pemborosan	KPI X	KPI Y	KPI ..	PV
1.	Aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) 1	P			
2.	NVA 2				
..	NVA ...				

Tabel 6. Matriks Prioritas

Untuk nilai PV dirumuskan sebagai berikut:

$$pv_i = \sum_{j=1}^k p_{ij} \text{ dimana } i = 1, \dots, p$$

Keterangan: k = indikator kinerja perusahaan (diperoleh dari perusahaan); p = 0 atau 1 atau 3 atau 9

4. Matriks Kepentingan Mutlak

Digunakan untuk menilai total nilai dari matrix muda, matrix korelasi dan matrix prioritas untuk menentukan pemborosan kritis, dimana nilai AIV paling tinggi akan menjadi *waste* kritis. Hasil tersebut menjadi input untuk dapat mencari akar penyebab terjadinya *waste*.

No.	Aktivitas tidak bernilai tambah/pemborosan	MV	CV	PV	AIV
1.	Aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) 1				
2.	NVA 2				
..	NVA ...				

Tabel 7. Matriks Kepentingan Mutlak

Untuk nilai AIV dirumuskan sebagai berikut:

$$AIV = MV + CV + PV$$

Keterangan: *AIV* = Absolute Importance Vector; *MV* = Muda Vector; *CV* = Correlation Vector; *PV* = Priority Vector

No	Pemborosan aktivitas non value added	Jenis Waste							MV
		Over production	Excess inventory	Waiting	Transportation	Unnecessary motion	Overprocessing	Defects	
1	WT1	0	0	1	0	3	9	0	13
2	WT2	0	0	9	0	0	0	9	18
3	WT3	0	0	3	0	0	0	9	12
4	WT4	0	0	1	0	0	9	0	10
5	WT5	0	0	0	0	0	0	9	9
6	WT6	0	0	3	0	3	9	0	15
7	WT7	0	0	3	0	3	9	0	15
8	WT8	0	0	3	0	0	9	0	12
9	WT9	0	0	0	0	0	0	9	9
10	WT10	0	0	1	0	9	9	3	22
11	WT11	0	0	3	0	3	9	0	15
12	WT12	0	0	3	0	0	9	0	12
13	WT13	0	0	0	0	0	0	9	9

Tabel 8. Hasil Perhitungan Matriks Muda

No.	Masalah/aktivitas <i>non value added</i>	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	CV
1	WT1		0	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	12
2	WT2	0		0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
3	WT3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	WT4	0	3	0		0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
5	WT5	0	0	0	0		0	0	9	0	0	0	0	0	9
6	WT6	0	0	0	0	0		9	0	0	0	0	0	0	9
7	WT7	0	0	0	0	0	0		9	0	0	0	0	0	9
8	WT8	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
9	WT9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	9	0	0	9
10	WT10	0	0	0	0	0	0	0	0	9		9	0	0	18
11	WT11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		0	0	9
12	WT12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
13	WT13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

Tabel 9. Hasil Perhitungan Matriks Korelasi

No	Masalah/aktivitas <i>non value added</i>	Klasifikasi	Key Performance Indicator				PV
			<i>Avaibility</i>	<i>Performance</i>	<i>Quality (Tingkat Kecacatan)</i>	<i>Output Produksi</i>	
1	WT1	<i>Stamping</i>	3	9	1	1	14
2	WT2	<i>Stamping</i>	1	3	9	9	22
3	WT3	<i>Dryng</i>	1	1	9	9	20
4	WT4	<i>Stamping</i>	9	1	1	9	20
5	WT5	<i>Wrapping</i>	0	1	9	3	13
6	WT6	<i>Wrapping</i>	9	9	3	3	24
7	WT7	<i>Wrapping</i>	9	3	3	9	24
8	WT8	<i>Wrapping</i>	9	1	1	9	20
9	WT9	<i>Cartooning</i>	1	1	9	3	14
10	WT10	<i>Cartooning</i>	9	9	0	3	21
11	WT11	<i>Cartooning</i>	9	9	0	9	27

12	WTI2	<i>Printing</i>	3	9	0	0	12
13	WT13	<i>Packaging</i>	0	9	9	0	18

Tabel 10. Hasil Perhitungan Matriks Prioritas

No	Masalah/aktivitas <i>non value added</i>	Klasifikasi	<i>MV</i>	<i>CV</i>	<i>PV</i>	<i>AIV</i>
1	WT1	<i>Stamping</i>	13	12	14	39
2	WT2	<i>Stamping</i>	18	9	22	49
3	WT3	<i>Dryng</i>	12	0	20	32
4	WT4	<i>Stamping</i>	10	6	20	36
5	WT5	<i>Wrapping</i>	9	9	13	31
6	WT6	<i>Wrapping</i>	15	9	24	48
7	WT7	<i>Wrapping</i>	15	9	24	48
8	WT8	<i>Wrapping</i>	12	0	20	32
9	WT9	<i>Cartooning</i>	9	9	14	32
10	WT10	<i>Cartooning</i>	22	18	21	61
11	WT11	<i>Cartooning</i>	15	9	27	51
12	WTI2	<i>Printing</i>	12	0	12	24
13	WT13	<i>Packaging</i>	9	0	18	27

Tabel 11. Hasil Perhitungan Matriks Kepentingan Mutlak

Berdasarkan perhitungan matriks kepentingan mutlak dari gamba Shikumi menunjukkan bahwa terdapat 5 masalah yang memiliki nilai AIV yang paling tinggi. Sehingga kelima masalah ini dijadikan sebagai waste kritis. Masalah tersebut yaitu Adanya cetakan coil yang tidak sesuai standard, Perbaikan saat wrapping terjadi Crash, Perbaikan saat wrapping terjadi leak, Kesalahan analisa dalam *problem solving* saat terjadi kerusakan, Kesalahan analisa dalam problem solving saat terjadi kerusakan, Setting/perbaikan part pada mesin cartooning. Setelah waste kritis sudah ditentukan, maka selanjutnya dilakukan Analisa untuk mencari akar penyebab terjadinya masalah tersebut (*waste*) dengan 5 why's analysis.

C. 5 Why's Analysis

Proses penentuan akar penyebab waste dilakukan melalui gamba walking dan wawancara dengan pihak expert perusahaan dan mengacu pada 5M + 1E (*Machine, Material, Man, Metode, Measurement* dan *Environment*). Berikut merupakan rekapitulasi akar penyebab terjadinya waste dari masing-masing waste kritis.

Kode	Akar Waste
RSW1	Kurangnya perawatan berkala terhadap komponen mesin
RSW2	Kurangnya SOP saat penimbangan material tepung di <i>loadcell</i>

RSW3	Kurangnya pengecekan atau perawatan berkala komponen pada mesin
RSW4	Helper kurang terlatih dalam prosedur kerja
RSW5	Tidak ada alat pendukung untuk mendeteksi suhu center seal
RSW6	Helper kurang terampil dalam memasang atau mengganti plastik film
RSW7	Operator kurang terlatih dalam pengoperasian mesin
RSW8	Kurangnya perawatan berkala terhadap komponen mesin
RSW9	Kurangnya prosedur inspeksi bagian QC incoming saat kedatangan material

Tabel 12. Rekapitulasi Akar Penyebab Terjadinya Waste

Analisis 5 why's ini menunjukkan korelasi pada suatu kejadian yang berdampak pada sebuah permasalahan. Sehingga Analisa tersebut memberikan penyelesaian dalam mengidentifikasi masalah dan menentukan tindakan perbaikan yang tepat.

1. Penyusunan Alternatif Rekomendasi Perbaikan (*Waste Elimination Action*)

Penentuan alternatif rekomendasi perbaikan diusulkan dari pihak *expert* perusahaan dengan melakukan *Focuss group Discussion* (FGD) untuk menghilangkan aktivitas pemborosan (waste kritis) setelah memperoleh Akar penyebab waste kritis. Berdasarkan hasil penyusunan rekomendasi perbaikan dengan perusahaan, didapatkan lima rekomendasi perbaikan atau yang dinamakan *Waste Elimination Action* (WEA) untuk penyusunan lean matrix yang diharapkan akan mengeliminasi aktivitas pemborosan pada aktivitas produksi PT. X.

WEA _m	Usulan Tinndakan Perbaikan
WEA1	Melakukan Pemeliharaan komponen secara Preventif
WEA2	Membuat Prosedur Penimbangan Material Tepung
WEA3	Melakukan Training (Production Talks)
WEA4	Thermocontrol
WEA5	Memberikan Perbedaan Label

Tabel 13. Usulan Tindakan Perbaikan

D. Penyusunan Lean Matrix

Penyusunan lean matrix digunakan untuk menentukan Rank of action priority yang bertujuan untuk menilai *Waste Elimination Action* (WEA) untuk mendapatkan alternatif perbaikan akan digunakan oleh perusahaan.

1. Nilai peluang Akar Terjadinya Waste. Tahap ini ditentukan melalui hasil *Focus Groub discussion* oleh pihak *expert* perusahaan PT. X dengan memberikan pertanyaan seberapa sering terjadinya akar terjadinya waste dengan memberikan penilaian sesuai kesepakatan Bersama.

<i>Root Source of waste</i>	Pertanyaan	Nilai Peluang Akar Terjadinya Waste
RSW1	Seberapa sering terjadinya <i>breakdown</i> yang diakibatkan oleh komponen mesin?	8
RSW2	Seberapa sering cetakan adonan rapuh karena kurangnya keakuratan penimbangan material tepung?	5
RSW3	Seberapa sering <i>breakdown</i> yang terjadi akibat kegagalan komponen mesin?	9
RSW4	Seberapa sering <i>helper</i> mengalami kesulitan saat menjalankan prosedur kerja?	7
RSW5	Seberapa sering kejadian wrapping <i>leak</i> karena terjadinya penurunan suhu di mesin wrapping?	6
RSW6	Seberapa sering <i>helper</i> kesulitan saat melakukan pemasangan plastik film?	6
RSW7	Seberapa sering <i>breakdown</i> yang terjadi akibat kegagalan komponen mesin?	7
RSW8	Seberapa sering <i>breakdown</i> yang terjadi akibat kegagalan komponen mesin?	9
RSW9	Seberapa sering folding box yang kualitas dipakai untuk mesin cartooning?	7

Tabel 14. Nilai Peluang Akar Terjadinya Waste

- Perhitungan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action* (TE_m), Nilai *total effectiveness of waste elimination action* dan nilai peluang akar terjadinya waste digunakan untuk menghitung nilai TE_m . Dimana nilai Degree of effectiveness of action (Emj) berfungsi untuk mengevaluasi efektifitas WEA terhadap akar terjadinya pemborosan. Dengan melakukan diskusi dengan pihak perusahaan untuk menentukan skala penilaian yang tepat. Adapun skala yang digunakan 9 (dampak besar), 3 (dampak tinggi), 1 Dampak kecil, dan 0 tidak memiliki dampak.

<i>Waste Type</i>	<i>Root Source of Waste</i>	WEA1	WEA2	WEA3	WEA4	WEA5
<i>Defect</i>	S1	9				
	S2		3			
<i>Overprocessing</i>	S3	9				
	S4			9		
	S5				9	
	S6			9		

<i>Unness- cessary motion</i>	S7			9		
<i>Overpro- cessing</i>	S8	9				
	S9					9
TE_m		234	15	180	54	63

Tabel 15 Hasil Penilaian *degree of Effectiveness of Action*

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai TE_m pada WEA1:

$$TE_m = \sum \text{Nilai peluang akar terjadinya waste } E_{mj} = (8 \times 9) + (9 \times 9) + (9 \times 9) = 234$$

3. Perhitungan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD_m). Nilai *degree of difficulty performing action* (D_m) merupakan komponen penting untuk menghitung nilai ETD_m. Penilaian ETD_m berfungsi untuk mengetahui tingkat kesulitan dalam menerapkan setiap rekomendasi perbaikan yang diusulkan. Penilaian ini dilakukan melalui diskusi dengan pihak expert perusahaan, dengan skala penilaian 5 (sulit), 4 (sedang) dan 3 (mudah). Setelah nilai D_m sudah ditentukan maka dapat mencari nilai ETD_m.

WEA_m	D_m	ETD_m
WEA1	3	78
WEA2	3	5
WEA3	3	60
WEA4	3	18
WEA5	3	21

Tabel 16. Hasil Penilaian ETD_m

Berikut ini merupakan contoh perhitungan ETD_m pada WEA1:

$$ETD_m = \frac{TE_m}{D_m} = \frac{234}{3} = 78$$

Setelah masing-masing elemen pada lean matrix telah diketahui, maka selanjutnya dilakukan penyusunan bentuk lean matrix. Berikut ini merupakan bentuk dari lean matrix

Tipe Waste	Pemboros an	Akar Penyebab Terjadiny a Pemboros an	Tindakan Eliminasi Waste					Nilai peluang Akar terjadinya waste
			WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 3	WEA 5	
Defect	WT2	RSW1	9					8
		RSW2		3				5
<i>Overproces- sing</i>	WT6	RSW3	9					9
		RSW4			9			7
	WT7	RSW5				9		6

		RSW6			9			6
<i>Unesscesary motion</i>	WT10	RSW7			9			7
<i>Overprocessi ng</i>	WT11	RSW8	9					9
		RSW9					9	7
<i>Total Effectiveness of Waste Elimination action m</i>			234	15	180	54	63	
<i>Degree of Difficulty Ratio Performing Action m</i>			3	3	3	3	3	
<i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i>			78	5	60	18	21	
<i>Rank of Action Priority</i>			1	5	2	4	3	

Tabel 17. Lean Matrix

Berdasarkan penyusunan lean matrix 2 pada Tabel diatas, didapatkan bahwa *WEAI* yaitu melakukan pemeliharaan komponen secara preventif memiliki nilai *rank of action priority* tertinggi dengan nilai *ETDm* sebesar 82.23. Setelah dilakukan diskusi oleh pihak perusahaan, diputuskan bahwa alternatif perbaikan yang ingin diterapkan adalah 3 peringkat teratas yaitu melakukan pemeliharaan komponen secara preventif, melakukan *training (Production Talks)*, dan memberikan perbedaan label untuk *folding box*.

Penerapan pemeliharaan preventif pada mesin stamping, wrapping, dan cartooning diharapkan dapat mengurangi frekuensi breakdown. *Tasklist* yang direkomendasikan mempermudah pengecekan kondisi komponen mesin guna memastikan tidak terdapat abnormalitas. Implementasi program *Training (Production Talks)* ditujukan untuk meningkatkan kinerja helper dan operator dalam menjaga keseimbangan lini produksi, mengurangi aktivitas *non-value added*, serta meningkatkan respons terhadap kerusakan mesin.

Rekomendasi perbaikan lainnya adalah pemberian label khusus oleh departemen QC Incoming pada material *folding box* yang lolos inspeksi visual namun tidak memenuhi standar tekstur. Material tersebut akan dialokasikan untuk proses manual packing agar tidak menimbulkan kerusakan dan scrap berlebih saat digunakan pada mesin cartooning. Usulan ini diharapkan dapat menurunkan frekuensi perbaikan mesin dan meningkatkan kualitas produk akhir.

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan identifikasi aktivitas produksi terdapat 13 aktivitas pemborosan, dan dilakukan Analisa dengan Gemba Shikumi diperoleh 5 waste kritis yaitu adanya cetakan coil yang tidak sesuai standard, perbaikan saat wrapping terjadi crash (nabrak), perbaikan saat wrapping terjadi leak (ngowos), kesalahan Analisa dalam problem solving saat terjadi kerusakan dan setting /perbaikan part pada mesin cartooning. Dari kelima waste kritis tersebut analisis akar penyebab terjadinya waste dengan 5 *why's analysis*, diperoleh 9 akar penyebab utama terjadinya *waste* antara lain kurangnya perawatan berkala terhadap komponen mesin, kurangnya SOP saat penimbangan material tepung di loadcell, kurangnya pengecekan atau perawatan berkala komponen pada mesin, Helper kurang terlatih dalam prosedur kerja, tidak ada alat pendukung untuk mendeteksi suhu center seal, helper kurang terampil dalam memasang atau mengganti plastik film, Operator kurang terlatih dalam pengoperasian mesin, Kurangnya perawatan berkala terhadap komponen mesin, dan Kurangnya prosedur inspeksi bagian QC incoming saat kedatangan material.

Usulan Alternatif rekomendasi perbaikan yaitu melakukan pemeliharaan komponen secara preventif, membuat prosedur penimbangan material tepung, melakukan training (*production talks*) oleh operator dan helper, Thermocontrol, memberikan Perbedaan Label. Pada penyusunan lean matrix diperoleh nilai rank of action priority number tertinggi pada WEA1 yaitu melakukan pemeliharaan komponen mesin secara preventif. Setelah dilakukan diskusi dengan pihak expert perusahaan maka diputuskan rekomendasi perbaikan terpilih adalah 3 peringkat teratas yaitu melakukan pemeliharaan komponen secara preventif, melakukan training (Production Talks), dan memberikan perbedaan label untuk folding box. Alternatif rekomendasi tersebut diharapkan dapat mengeliminasi aktivitas pemborosan yang ada di PT. X.

References

- [1] M. A. Hafizh and R. Prabowo, "Implementasi Lean Six Sigma untuk Meminimasi Waste Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.30656/intech.v9i1.4583.
- [2] A. N. Fatyandri, J. Tan, P. S. S. Rahayu, A. Fahira, and C. A. Reqha, "Analysis Industry Rivalry and Competition: Analisis Persaingan Kompetitif Perusahaan E-Commerce Shopee dengan Menggunakan Metode Porter's Five Forces," *Jurnal Ekonomi dan Bisnis (EK&BI)*, vol. 6, no. 1, pp. 101–110, 2023, doi: 10.37600/ekbi.v6i1.804.
- [3] J. Jufrijal and F. Fitriadi, "Identifikasi Waste Crude Palm Oil dengan Menggunakan Waste Assessment Model," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 8, no. 1, pp. 43–53, 2022.
- [4] A. Khunaifi, R. Primadasa, and S. B. Sutono, "Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 4, no. 2, pp. 87–93, 2022, doi: 10.37631/jri.v4i2.560.
- [5] A. Naziihah, J. Arifin, and B. Nugraha, "Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) di Warehouse Raw Material PT. XYZ," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 30–40, 2022, doi: 10.35194/jmtsi.v6i1.1599.
- [6] A. R. Putri, L. Herlina, and P. F. Ferdinant, "Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) pada Lini Produksi PT. KHI Pipe Industries," *Jurnal Teknik Industri Untirta*, vol. 5, no. 1, pp. 52–58, 2017, doi: 10.36055/jti.v0i0.1808.
- [7] P. Rony and A. Rizal, "Analisis Produktivitas Menggunakan Metode POSPAC dan Performance Prism Sebagai Upaya Peningkatan Kinerja (Studi Kasus: Industri Baja Tulangan di PT. X Surabaya)," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 11–22, 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i1.3362.
- [8] D. F. H. Widodo and S. Sumiati, "Meminimasi Waste pada Distribution Center Area Non Food dengan Pendekatan Lean Warehousing di Perusahaan Retail PT XYZ," *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, vol. 8, no. 2, pp. 1495–1508, 2024, doi: 10.33087/ekonomis.v8i2.1881.
- [9] R. H. Suherman and C. B. Nawangpalupi, "Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Inspeksi di Area Coordinate Measuring Machine," *Journal of Integrated System*, vol. 6, no. 1, pp. 1–20, 2023, doi: 10.28932/jis.v6i1.6159.
- [10] S. K. Dewi, D. M. Utama, and R. N. Rohman, "Minimize Waste on Production Process Using Lean Concept," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1764, no. 1, p. 012201, 2021. [Online]. Available: IEEE Xplore.
- [11] M. L. Pattiapon, N. E. Maitimu, and I. Magdalena, "Penerapan Lean Manufacturing Guna Meminimasi Waste pada Lantai Produksi," *Arika*, vol. 14, no. 1, pp. 23–36, 2020, doi: 10.30598/arika.2020.14.1.23.

- [12] E. Wirawan, F. N. Hana, B. Febriyanto, P. Purwanti, R. E. Saputra, and A. Z. Al-Faritsy, “Optimalisasi Proses Produksi di Balerina Fashion melalui Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan PAM,” *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 147–157, 2024, doi: 10.58169/saintek.v3i2.666.
- [13] Y. Prasetyawan and N. G. Ibrahim, “Warehouse Improvement Evaluation Using Lean Warehousing Approach and Linear Programming,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 847, no. 1, p. 012033, 2020.
- [14] A. Z. Baida and D. Herwanto, “Analisis Faktor-Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Stok Label dengan Metode 5 Why dan Fishbone Diagram dalam Industri Makanan dan Minuman,” *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, vol. 15, no. 1, pp. 110–115, 2025, doi: 10.36040/industri.v15i1.12924.
- [15] P. D. Karningsih, A. T. Pangesti, and M. Suef, “Lean Assessment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 598, no. 1, p. 012082, 2019.