

## **Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi *Waste* Pada Cat Tanki Dengan Metode WRM dan WAQ**

### *Application Of Lean Manufacturing To Reduce Waste In Paint Tanks Using WRM And WAQ Methods*

**<sup>1</sup>Eko Setiawan Edi Prasetyo, <sup>2</sup>Tina Hernawati Suryatman,**

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33, RT.007/RW.003, Babakan, Cikokol, Kec. Tangerang, Kota Tangerang,  
Banten 15118

[edipras9765@gmail.com](mailto:edipras9765@gmail.com), [tinahernawati76@gmail.com](mailto:tinahernawati76@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

*In the fabrication process always maintain and improve the quality and capacity of the company, but in the fabrication process there are several obstacles that affect product delivery to the project. Because the achievement of the productivity of the company PT Prakarsa Langgeng Maju Bersama is less than optimal because there is still a lot of waste (waste) in the fabrication process. The waste contained in the fabrication process is motion waste, inventory waste, defect waste. Based on the data obtained, there are 245 hours of excess work. For this reason, waste is carried out using a Lean Manufacturing approach, namely the WRM Waste Relationship Matrix and WAQ Waste Assessment Questionnaire by 5W + 1H which is used to support waste and also to find out the relationship between the seven wastes so that existing waste can be eliminated. the highest was Motion at 25.4%, followed by Inventory at 18.4%. and Disability by 15.1%. Proposed improvements related to productivity, need SOPs in machine setup, standardize all processes and inventory management, provide control training to the workers concerned, improve coordination between departments, make tools to standardize all processes and Poka yoke, increase work motivation, improved supervision and implementation of Poka Yoke.*

**Keywords:** *Lean Manufacturing, Waste Relationship Matrix, Waste Assesment Quesioner, Fishbone Diagram, Poka Yoke*

#### **Abstrak**

Dalam proses fabrikasi selalu mempertahankan dan meningkatkan kualitas serta kapasitas perusahaan akan tetapi dalam proses fabrikasi terdapat beberapa kendala yang mempengaruhi pengiriman produk ke *project*. Karena Pencapaian produktifitas perusahaan PT Prakarsa Langgeng Maju Bersama kurang optimal disebabkan masih banyaknya pemborosan (*waste*) pada proses fabrikasi. *Waste* yang terdapat pada proses fabrikasi yaitu *waste motion*, *waste inventory*, *waste defect*. Berdasarkan data yang diperoleh terdapat 245 jam kerja yang berlebih. Untuk itu dilakukan identifikasi pemborosan dengan menggunakan *tools* pendekatan *Lean Manufacturing* yaitu WRM *Waste Relationship Matrix* dan WAQ *Waste Assesment Quesioner* dengan didukung oleh 5W+1H digunakan untuk Mengidentifikasi pemborosan dan juga mengetahui hubungan yang terjadi antara ketujuh pemborosan sehingga pemborosan yang ada bisa dihilangkan. diketahui bahwa pemborosan yang paling tinggi adalah *Motion* 25,4% disusul oleh *Inventory* sebesar 18,4%. dan *Defect* sebesar 15,1%. Usulan perbaikan terkait *motion* adalah adanya pembekalan produktivitas, perlu SOP dalam *set up* mesin, melakukan standarisasi semua proses dan *inventory* manajemen memberikan pelatihan dokumentasi kontrol kepada pekerja yang bersangkutan, meningkatkan koordinasi antar departemen, membuat alat bantu jig untuk material kemudian *defect* Melakukan Standarisasi semua proses dan Poka yoke, meningkatkan motivasi bekerja, peningkatan supervisi dan penerapan Poka Yoke.

**Kata Kunci:** *Lean Manufacturing, Waste Relationship Matrix, Waste Assesment Quesioner, Fishbone Diagram, Poka Yoke*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era globalisasi saat ini perkembangan dunia industri manufaktur terus mengalami perkembangan setiap tahunnya, hal ini menyebabkan persaingan dunia usaha terutama disektor perekonomian semakin meningkat, industri manufaktur memegang peranan penting dalam pembangunan nasional karena nilai kapasitas modal tertaman yang besar, kemampuan menyerap tenaga kerja dan kemampuan menciptakan nilai tambah (value added creation) dari setiap input atau bahan dasar yang diolah. berdasarkan laporan UNIDO, Indonesia menempati peringkat ke-4 dunia dari 15 negara yang industri manufakturnya memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Indonesia mampu menyumbangkan hingga mencapai 22 persen setelah Korea Selatan (29 persen), Tiongkok (27 persen), dan Jerman (23 persen). Berdasarkan hal tersebut, banyak perusahaan dalam industry manufaktur menciptakan suatu persaingan antar perusahaan. Persaingan tersebut membuat setiap perusahaan meningkatkan kinerja dan produktivitas untuk dapat bersaing di pasar global. Sebagian besar perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi akan menggunakan lean manufacturing. Lean merupakan upaya yang dilakukan oleh suatu perusahaan untuk mencegah serta menghilangkan pemborosan sehingga bisa meningkatkan nilai tambah produk untuk konsumen. Konsep lean ini akan tergambar jelas di lapangan pada tingkat rasio nilai tambah terhadap pemborosan.

PT Prakarsa Langgeng Maju Bersama adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industry manufaktur pembuatan tanki dan pipping pada proses produksinya PT Prakarsa Langgeng Maju Bersama merupakan perusahaan yang bersifat job order dimana proses pembuatan tanki dilakukan berdasarkan pesanan dari customer. Salah satu produk yang di buat adalah tanki, jenis tanki yang diproduksi pun ada tanki hygienic, yaitu tanki dibuat untuk nantinya memproduksi produk-produk konsumsi. Ada juga tanki chemical dan energy, tanki ini biasanya digunakan untuk penyimpanan bahan kimia. Pada proses pembuatan tanki-tanki tersebut melalui beberapa tahapan yaitu proses cutting, preassembling, assembling, polishing, dan finishing. Masih adanya pemborosan yang terjadi pada setiap proses tersebut, dalam proses pembuatan tanki ini terdapat pekerjaan yang berulang ulang hal ini juga cukup mempengaruhi proses pengiriman dan dalam proses tersebut membuat penggunaan consumable (alat kerja) yang bertambah sehingga membuat perusahaan merugi, hal tersebut mempengaruhi jam kerja manhours berdasarkan tabel penggunaan manhours yang ada pada periode September 2021 sampai dengan Maret 2022 berikut data yang didapatkan :

**Tabel 1** *Manhours Use* September 2021 – Maret 2022

.N O	Project	Periode	MH	MHU	ST
1	PT. Riau Andalan Pulp and Paper	September s/d Maret	1325	1400	N G
2	PT. Bumi Tangerang	September s/d Oktober	872	850	G
3	PT. Unilever	September s/d Maret	1500	1600	N G
4	PT. Sorini	September s/d Maret	1400	1450	N G
5	PT. Cheseng	September s/d November	980	1012	N G
6	PT. Utama Karya	September s/d Maret	1120	1130	N G
Total			7197	7442	245

Berdasarkan tabel diatas terdapat 6 project yang kelebihan manhours dengan total kelebihan manhours sebesar 245 jam. Kelebihan tersebut secara tidak langsung juga mengurangi kecepatan pengiriman, dan menambah biaya produksi

Dari uraian diatas dapat dilakukan penelitian tentang penyebab waste yang terjadi pada proses pembuatan tanki yang menyebabkan pengiriman terhambat.

## 2. METODE PENELITIAN

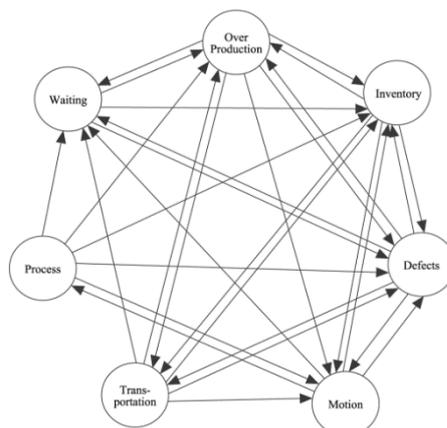
*Lean* merupakan suatu kegiatan atau upaya secara terus menerus (*contious improvement efforts*) dengan tujuan untuk (Gaspersz, 2007) :

Menghilangkan pemborosan (*waste*), Meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan jasa), Memberikan nilai tambah kepada pelanggan (*costumer value*)

*Lean* yang diterapkan pada keseluruhan perusahaan disebut sebagai *lean enterprise*. *Lean* yang diterapkan pada *manufacturing* disebut sebagai *lean manufacturing*, dan *lean* yang diterapkan dalam bidang jasa disebut sebagai *lean service*, *lean* yang diterapkan pada bank disebut sebagai *lean banking*, *lean* dalam bidang retail disebut *lean retailing*, *lean* dalam bidang pemerintahan disebut sebagai *lean government* dan lain-lain.

*Lean manufacturing* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continous inprovement*) dengan cara mengalirkan produk (material, work-in-process, output) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2011).

Hubungan setiap pemborosan satu dengan lainnya sangat kompleks yang dilihat secara langsung maupun tidak langsung sehingga diciptakan kerangka kerja penilaian tingkat pengaruh pemborosan (Rawabdeh, 2005)



**Gambar 1.** Hubungan tipe antar pemborosan

Wilson (2010) menyatakan bahwa *lean* merupakan bagian filosofi pertumbuhan jangka panjang dalam menciptakan *value* bagi pelanggan, masyarakat, ekonomi dengan tujuan pengurangan biaya, peningkatan waktu pengiriman dan peningkatan kualitas dengan mengeliminasi semua *waste*. Strategi dasar yang utama yang mendukung filosofi ini adalah investasi pada sumber daya manusia dan stabilitas proses dari sebuah sistem yang menghasilkan produk berkualitas dari sebuah sistem yang menghasilkan produk berkualitas tinggi.

### 2.1 Langkah – langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan dengan cara melakukan observasi secara langsung ke PT Prakarsa Langgeng Maju Bersama Survei pendahuluan peneliti untuk mengetahui kondisi nyata yang terjadi dalam perusahaan. Dengan melakukan survei pendahuluan, peneliti akan menemukan permasalahan yang dapat diteliti lebih lanjut.

#### 2. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti serta referensi (literatur) seperti konsep *lean manufacturing*, *WAM*, Metode Taguchi, dan sebagainya yang akan digunakan dalam pengolahan data nantinya.

### 3. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Mengidentifikasi pokok permasalahan yang muncul dari hasil survei pada objek penelitian. Setelah mengidentifikasi masalah, maka merumuskan masalah apa yang akan dijadikan fokus pembahasan dalam penelitian ini.

### 5. Mengidentifikasi dan Mengukur Waste

Pada tahap ini penulis akan mengidentifikasi dan mengukur *waste* dengan menggunakan kuesioner sesuai dengan metode *Waste Assessment Model (WAM)* yang dilakukan dengan dua metode, yaitu: *Waste Relationship Matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*. Identifikasi dan pengukuran *waste* dilakukan dengan cara mencari hubungan antar *waste* dengan kuesioner. Kemudian melakukan pembobotan pada hasil kuesioner yang dilanjutkan dengan mencari jenis *waste* dan membuat *WRM*. Setelah itu mencari jenis *waste* dengan *WAQ*, kemudian melakukan pembobotan dengan menggunakan algoritma *WAQ*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini metode yang digunakan adalah waste assessment model untuk mengidentifikasi waste pada lini produksi pipa baja las spiral, dengan menggunakan alat bantu berupa waste relationship matrix dan waste assessment questionnare

**Tabel 2** Hasil Kuisisioner *Waste Relationship Matrix*

Jenis Hubungan	1		2		3		4		5		6		Total
	J	S	J	S	J	S	J	S	J	S	J	S	
O_I	A	4	A	2	A	4	C	0	E	2	A	4	16
O_D	B	2	C	0	B	2	C	0	D	2	B	2	8
O_M	A	4	A	2	A	4	A	2	A	1	A	4	17
O_T	A	4	A	2	A	4	B	1	E	2	B	2	15
O_W	A	4	C	0	B	2	C	0	F	2	B	2	10
I_O	C	1	C	0	A	4	C	0	G	4	A	4	13
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
W_D	B	2	C	0	A	4	A	2	C	1	C	0	9

Hasil kuisisioner waste relationship matrix (WRM) dari tiga responden di dapatkan rata-rata jumlah untuk masing-masing relasinya dan dihitung untuk mendapatkan nilai WRM, sesuai dengan tabel konversi.

**Tabel 3.** Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar Waste

Range	Type of Relationship	Symbol
17 s/d 20	Absolutely Necessary	A
13 s/d 16	Especially Important	E
9 s/d 12	Important	I
5 s/d 8	Ordinary Closeness	O
1 s/d 4	Unimportant	U
0	No relationship	X

Maka akan di dapat waste relationship matrix berupa from to chart sebagai berikut

**Tabel 4.** *Waste Relationship Matrix*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
-----	---	---	---	---	---	---	---

O	A	E	O	A	E	X	I
I	E	A	E	E	E	X	X
D	I	I	A	I	O	X	I
M	X	I	O	A	X	I	I
T	U	U	O	A	A	X	O
P	O	I	O	A	X	A	U
W	O	E	I	X	X	X	A

Dari tabel diatas dikonversi kembali agar setiap huruf menjadi angka dengan nilai A=10, E=8, I=6, O=4, U=2 dan X=0, dan akan di dapat persentase untuk tiap kolom dan baris.

**Tabel 5.** Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Jum	%
O	10	8	4	10	8	0	6	46	18.1
I	8	10	8	8	8	0	0	42	16.5
D	6	6	10	6	4	0	6	38	14.9
M	0	6	4	10	0	6	6	32	12.6
T	2	2	4	10	10	0	4	32	12.6
P	4	6	4	10	0	10	2	36	14.7
W	4	8	6	0	0	0	10	28	11
Jum	34	46	40	54	30	16	34	254	100
%	13.4	18.1	15.7	21.3	11.8	6.3	13.4	100	

Nilai pada tabel 4 akan digunakan berikutnya pada perhitungan waste assessment questionnaire. Kuisiener yang disebarkan berisi 68 pertanyaan yang masing-masing memiliki pengelompokan tersendiri dan dijawab dengan bobot angka 0; 0,5 dan 1.

$$\begin{aligned}
 Pj\text{factor} &= \text{Persentase from waste} \times \text{Persentase to waste} \\
 &= 13.39\% \times 18,11\% \\
 &= 0.024
 \end{aligned}$$

**Tabel 6.** Perhitungan Pj Faktor

Presensi From	Presensi To	Pj Faktor
13.39%	18.11%	2.40%
18.11%	16.54%	0.30%
15.75%	14.96%	2.40%
21.26%	12.60%	3.20%
11.81%	12.60%	1.50%
6.30%	14.17%	0.90%
13.39%	11.02%	1.50%

Sejumlah 68 pertanyaan kemudian dikelompokkan sesuai dengan jenis pertanyaan.

**Tabel 7.** Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (I)	Total (Ni)
1	From Defect	8

2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From Motion</i>	11
4	<i>Overproduction</i>	3
5	<i>From Process</i>	7
6	<i>From Transportation</i>	4
7	<i>From Waiting</i>	8
8	<i>To Defect</i>	4
9	<i>To Motion</i>	9
10	<i>To Transportation</i>	3
11	<i>To Waiting</i>	5
Total $\sum Ni$		68

Perhitungan *waste assessment questionnaire* terbagi menjadi beberapa tahap, sebagai berikut.

**Tabel 8.** Bobot Pertanyaan Berdasarkan WRM

No	Jenis Pertanyaan	Aspek pertanyaan	Bobot Awal Untuk Tiap Jenis Wast						
			O	I	D	M	T	P	W
1	To Motion	Man	10	8	4	10	10	10	0
2	From Motion		0	6	4	10	0	6	6
3	From Defect		6	6	10	6	4	0	6
4	From Motion		0	6	4	10	0	6	6
5	From Motion		0	6	4	10	0	6	6
6	From Defect		6	6	10	6	4	0	6
7	From Proses		4	6	4	10	0	10	2
8	To Waiting	Material	6	0	6	6	4	2	10
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
68	From defect	Method	6	6	10	6	4	0	6

**Tabel 9.** Bobot Pertanyaan Berdasarkan WRM

No	Ni	Hasil Pembobotan (Wj.K)						
		Wo.k	Wi.K	Wd.K	Wm.K	Wt.K	Wp.K	Ww.K
1	9	1.11	0.89	0.44	1.11	1.11	1.111	0
2	11	0	0.55	0.36	0.91	0	0.545	0.55
3	8	0.75	0.75	1.25	0.75	0.5	0	0.75
4	11	0	0.55	0.36	0.91	0	0.545	0.55
5	11	0	0.55	0.36	0.91	0	0.545	0.55
6	8	0.75	0.75	1.25	0.75	0.5	0	0.75
7	7	0.57	0.86	0.57	1.43	0	1.429	0.29
8	5	1.2	0	1.2	1.2	0.8	0.4	2
:	:	:	:	:	:	:	:	:
(Sj)		62	70	66	64	52	36	48
(Fj)		56	68	59	64	48	34	46

Nilai pada tabel 8 didapatkan dari pembagian nilai pada tabel 7 dengan jumlah pertanyaan (Ni), menghitung serta menghitung nilai frekuensi (Fj) yang merupakan bobot yang bukan nol. dan menghitung nilai score waste (Sj) sesuai dengan rumus berikut.

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{jk}}{N_i} \quad (1)$$

Dimana  $S_j$  merupakan *score* dari *waste*,  $j$  adalah jenis *waste*,  $N_i$  adalah jumlah pertanyaan dan  $k$  adalah nomor dari pertanyaan

**Tabel 10.** Hasil Perkalian Bobot Dengan Jawaban Pertanyaan Kuisisioner WAQ

Rata-Rata Jawaban	Hasil Pembobotan (Wj.K)						
	Wo.k	Wi.K	Wd.K	Wm.K	Wt.K	Wp.K	Ww.K
0.35	0.38	0.31	0.15	0.38	0.38	0.38	0.00
0.04	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.02	0.02
0.15	0.12	0.12	0.19	0.12	0.08	0.00	0.12
0.12	0.00	0.06	0.04	0.10	0.00	0.06	0.06
0.17	0.00	0.09	0.06	0.16	0.00	0.09	0.09
0.06	0.04	0.04	0.07	0.04	0.03	0.00	0.04
0.04	0.02	0.03	0.02	0.06	0.00	0.06	0.01
0.21	0.25	0.00	0.25	0.25	0.17	0.08	0.42
:	:	:	:	:	:	:	:
0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.03	0	0.05
$S_j$	65.36	69.17	60.94	57.64	50.29	37.01	9.79
$F_j$	8	8	7	6	6	3	4

Tabel 8 menunjukkan nilai perkalian bobot pada tabel 8 dengan rata-rata hasil kuisisioner WAQ pada tabel 5, dan menghitung nilai  $s_j$  sesuai dengan rumus 2 serta menghitung nilai  $f_j$  yang merupakan bobot yang bukan nol.

$$S_j = \sum_{k=1}^k x_k \frac{W_{jk}}{N_i} \quad (2)$$

Terakhir adalah perhitungan nilai hasil akhir dalam bentuk persentase, sebagai berikut.

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Waste Assessment Questionnaire

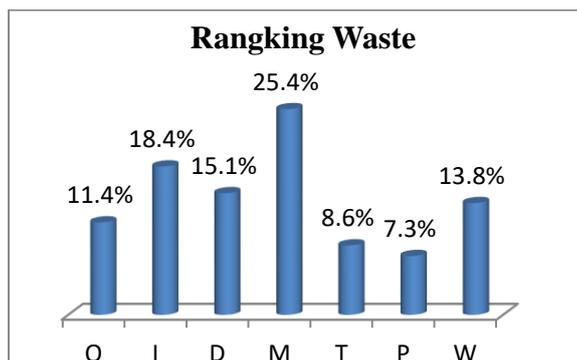
	O	I	D	M	T	P	W
Skor $Y_j$	4.16	4.40	4.55	4.55	4.38	4.36	4.90
$P_j$ Faktor	0.024	0.022	0.024	0.032	0.015	0.09	0.01
Hasil Akhir $Y_j$	0.100	0.097	0.109	0.146	0.066	0.04	0.07
Hasil Akhir $Y_j$ %	15.9%	15.4%	17.3%	23.1%	10.4%	6.2%	11.7%
Rangking	3	4	2	1	6	7	5

Menghitung nilai hasil akhir ( $Y_j$  Final) dengan menghitung faktor indikasi ( $Y_j$ ) untuk setiap waste dengan rumus sebagai berikut.

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{F_j}{F_j} \quad (3)$$

Kemudian menghitung final waste ( $Y_j$  final) dengan persamaan.

$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j \text{ faktor} \quad (4)$$



**Gambar 2** Rangkaian Hasil Perhitungan Waste Assesment

Dari gambar diatas dapat diketahui Motion menempati ranking waste tertinggi dengan 25,4%, kemudian Inventory dengan 18,4%, dan Defect dengan 15,1%

### Analisa Akar Penyebab Waste dan RCA (*Root Cause Analysis*)

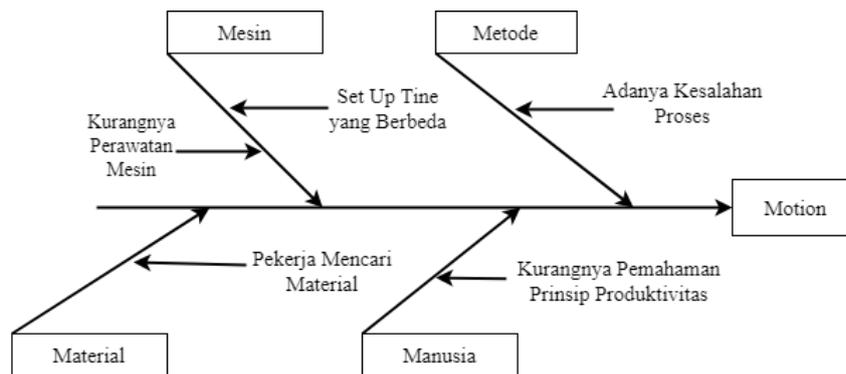
*Root Cause Analysis* dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi titik-titik kelemahan dalam proses, penyebab yang mendasari atau yang terkait system dan tindakan perbaikan.

**Tabel 12** Analisa dengan 5 Why's

<i>Motion</i>	
<i>what</i>	adanya perpindahan material ke area produksi sehingga menyebabkan adanya lecet pada bagian permukaan shell
<i>where</i>	Area Gudang Material dan painting
<i>who</i>	Oprator Process
<i>when</i>	Pada Proses Perpindahan dengan Forklift
<i>why</i>	waste motion merupakan pemborosan dalam proses produksi karena kurang efektif karena terjadi lecet pada permukaan shell
<i>How</i>	Setiap perpindahan material dari gudang material harus di sertai dengan pemahaman akan kualitas dari produk dan diberikan arahan setiap pagi (tool box meeting)
<i>Inventory</i>	
<i>what</i>	teredapat penumpukan material
<i>where</i>	Gudang Material
<i>who</i>	Admin SCM
<i>when</i>	Pada proses pPenyimpanan Material
<i>why</i>	Dalam penyimpanan material pada gudang masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi nomor atau jenis dari material
<i>How</i>	Membuat pelatihan agar tidak terjadi penumpukan mata material serta penempatan jig

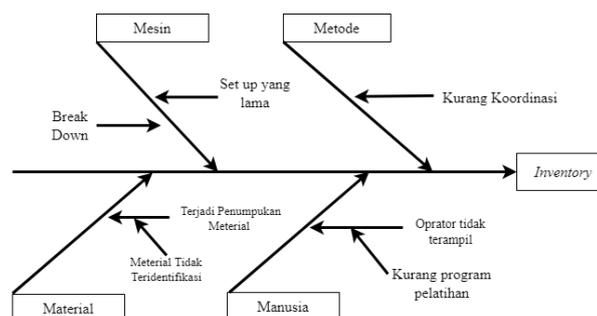
Defect	
<i>what</i>	Terdapat Defect pada permukaan shell dan karat
<i>where</i>	Area Material dan painting
<i>who</i>	Area Proses
<i>when</i>	Setiap Perpindahan material dan masih kenal lu ci
<i>why</i>	dalam proses pemindahan material jadi atau mentah menjadi salah satu penyebab terjadinya waste yang cukup berpengaruh
<i>How</i>	melakukan pelatihan terhadap karyawan supaya tercapai produktifitas

Analisis penyebab waste yang terjadi pada proses produksi dilakukan dengan menggunakan cause and effect diagram. Cause and effect diagram dibuat berdasarkan peringkat pada waste kritis dari WAM dan WAQ, ditambah dengan diskusi berbagai pihak dilantai produksi. Berikut dijabarkan mengenai analisis penyebab terjadinya waste kritis yang terjadi



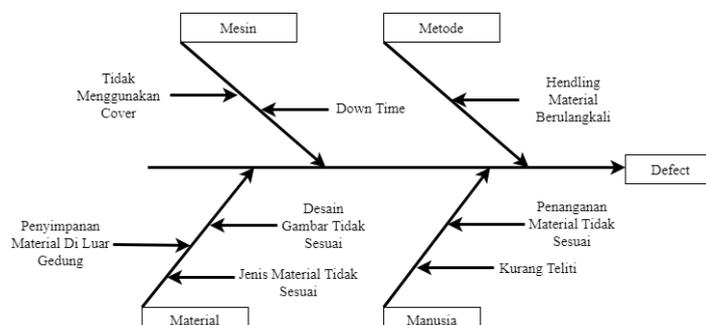
**Gambar 3** Fishbone Diagram Motion

Motion merupakan salah satu penyebab Waste yang sering terjadi, meskipun sering diabaikan sebagai waste dan seolah dianggap sebagai bagian dari proses. Waste motion ini biasanya terkait dengan waktu dan energy. Seperti pekerjaan harus mencari materialnya terlebih dahulu. Proses kerja perlu dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dikerjakan. Pada faktor mesin didapatkan set up time mesin yang berbeda didukung dengan mesin yang kurang dalam perawatannya, hal itu terkait pengerjaan material atau material yang bervariasi jenisnya. Pada faktor manusia penyebab terjadinya karena kurangnya pemahaman produktivitas dan fokus pekerja operator berkurang.



**Gambar 4** Fishbone Diagram *Inventory*

Akar Permasalahan dari inventory adalah banyaknya Material WIP yang menumpuk di area Sanblast maupun assembling, terdapat juga material yang tidak teridentifikasi sehingga menyulitkan pekerja untuk mencari material yang dibutuhkan kesadaran dokumentasi dan pelabelan material WIP masih kurang hal itu menyebabkan material yang sudah dipotong tidak teridentifikasi dengan baik sehingga tidak langsung diproses ke tahapan selanjutnya. Selain itu kurangnya koordinasi antar departemen juga memicu penumpukan material dan WIP di area kerja. Jumlah material yang banyak dan bervariasi juga mempengaruhi cara pengerjaannya mempengaruhi waktu *set up* mesin



**Gambar 5** Fishbone Diagram Defect

Akar penyebab dari permasalahan dari waste berupa defect ini terjadi pada proses preassembling atau proses WIP. Dari faktor manusia adalah penanganan material yang tidak sesuai yang disebabkan oleh kurangnya focus dan konsentrasi pekerja. Dari faktor material yaitu desain gambar yang tidak sesuai dengan material yang dipotong, biasanya ini terjadi pada proses pemotongan manual, dan jenis material yang dibutuhkan tidak sama dengan actual yang di potong, dan penempatan material di luar gedung juga dapat menyebabkan korosi pada material. Untuk faktor metode adalah adanya proses handling material yang berulang-ulang sehingga permukaan material lecet. Pada faktor mesin tidak menggunakan *cover* untuk permukaan mesin rol menyebabkan *defect* permukaan plate. *Down time* yang terjadi pada mesin karena kurangnya maintenance berkala

### Evaluasi Dan Perbaikan

Setelah didapatkan akar permasalahan dari waste yang terjadi dengan menggunakan diagram *fishbone*, selanjutnya akan dilakukan usulan rekomendasi perbaikan yang diharapkan dapat mereduksi maupun mengeliminasi waste yang terjadi. Pada tabel dibawah ini berikut usulan rekomendasi perbaikan terkait permasalahan *waste*

**Tabel 13** Rekomendasi Perbaikan Permasalahan Waste

Waste	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Motion	Manusia	Kurangnya Pemahaman Prinsip Produktifitas	Adanya Pembekalan Produktivitas
		Fokus Kerja Oprator Berkuang	Menciptakan Area Kerja yang nyaman dan penerapan 5S/R
	Metode	Adanya Kesalahan Proses	Melakukan Standarisasi Semua Proses
	Mesin	Set Up Mesin yang berbeda	Perlu SOP dalam Set Up Mesin

<i>Waste</i>	Kategori	Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
		Kurang Perawatan Mesin	Melakukan daily check mesin secara mingguan dan bulanan
	Material	Pekerjaan Mencari Material	Menyediakan Rak dan Penerapan Kanban
<i>Inventory</i>	Manusia	Kesadaran Dokumentasi dan pelebelan material masih kurang	Manejement Memberikan pelatihan dokumentasi kontrol kepada Pekerja yang bersangkutan
	Metode	Kurang Koordinasi	Meningkatkan koordinasi antar departemen
	Mesin	Setup Mesin Lama	membuat alat bantu jig untuk material
		Break Down	Melakukan Perbaikan Secara Berkala Terhadap Mesin
	Material	Penumpukan Raw Material	Penerapan economic order quantity (EOQ) atau Vendor Managed Inventory (VMI)
<i>Defect</i>	Manusia	Penanganan Material Tidak Sesuai	Melakukan Standarisasi Semua Proses dan Pokayoke
		Kurang Teliti	Meningkatkan Motivasi Bekerja
	Metode	Handling Material Berulang-ulang	Perlu SOP dalam Handling Material dan diadakan Pelatihan Mengenai Material
	Mesin	Tidak Menggunakan Cover	Peningkatan Supervisi dan Penerapan Poka Yoke
		Down Time	Melakukan Perbaikan Secara Berkala Terhadap Mesin
	Material	Desain Gambar Tidak Sesuai	Peningkatan Supervisi dan Penerapan Poka Yoke
		Jenis Material Tidak Sesuai	
		Penyimpanan Material Di luar Gedung	Memastikan Bahwa Material Sudah Tertutup dengan Terpal

Untuk melihat perbandingan antara sesudah perbaikan dan sebelum perbaikan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 14** Perbandingan Sebelum Dan Sesudah

	Before	After
Periode	September s/d Maret	April s/d Agustus
Cat	17422 Liter	9779 Liter
Total Unit	153	130
%	78.16%	

Penggunaan consumable pada cat adalah faktor yang terbesar dalam pemborosan setelah melakukan perbandingan dengan sebelum dan sesudah didapatkan persentase 78% lebih efektif metode kerja yang baru dibandingkan metode kerja yang lama.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Ranging waste dapat diketahui bahwa *Motion* memiliki persentase yang tinggi yaitu 25,4% disusul oleh *Inventory* sebesar 18,4%. Dan *Defect* sebesar 15,1% Hal tersebut mengindikasikan bahwa *waste Motion* memiliki pengaruh yang cukup besar menyebabkan terjadinya *waste* yang lain. Berdasarkan hasil identifikasi perpindahan material dari tempat *painting* menggunakan forklift membuat material yang sudah di cat mengalami kecacatan sebelum masuk fabrikasi. Hal ini menunjukkan bahwa *motion* menyebabkan kecacatan produk paling tinggi kemudian hasil dari fabrikasi dikumpulkan pada area *inventory* di area terbuka karena banyaknya produk yang menunggu untuk jadwal pengiriman membuat *Inventory* Berlebih kemudian menyebabkan produk menjadi defect lalu membuat lead time bertambah untuk perusahaan. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk permasalahan waste yang terjadi pada proses produksi tanki adalah : *Motion Inventory, Mesin, Defect*.

Berdasarkan hasil dari *before* dan *after* pemborosan dapat dinyatakan bahwa efisiensi meningkat sebesar 78% hal ini mengindikasikan bahwa perpindahan material sangat berpengaruh terhadap produk.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, R. (2018). Identifikasi waste dengan metode waste assessment model dalam penerapan lean manufacturing untuk perbaikan proses produksi (studi kasus pada proses produksi sarung tangan) . (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).
- Apriliansa, F. S. ((2018).). Penerapan Value Stream Mapping (VSM) Sebagai Upaya Untuk Mengurangi Keterlambatan Process Procurement di. *PT. X. Performa: Media Teknik Ilmiah Teknik Industri*, 17(1),61-70.
- Gaspersz, V. ( (2011). ). *Total Quality Management (untuk Praktisi Bisnis dan Industri)*. . Jakarta: .: Penebar Swadaya.
- Gaspersz, V. (2007.). *Lean Six Sigma for Manufacturing and service*. Jakarta :: PT. Gramedia.
- Kurniawan, T. (2012). Perancangan lean manufacturing dengan metode valsat pada line produksi drum brake type IMV: studi kasus PT. Akebono Brake Astra Indonesia. (*Doctoral dissertation, Universitas Indonesia*).
- Kusnadi, K. N. (2018). Analisa Penerapan Lean Warehouse Dan 5S+ Safety Di Gudang Pt. Nichirin Indonesia. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 2(1), 1-13.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
- Madaniyah, R. N. (2017). Minimasi waste dan lead time pada proses produksi leaf spring dengan pendekatan lean manufacturing. (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*).

- Muflihah, N. (2017). Implementasi Lean Manufacture Dengan Metode VSM Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi Kapal (Studi Kasus PT. PAL Divisi Kaprang). . *Reaktom: Rekayasa Keteknikan dan Optimasi*, 2(1), 16-20.
- Murnawan, H. (2014). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan Pt. X. Heuristic. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 11(01)27-46.
- Nugroho, H. R. (2015). Reduksi Waste Dan Peningkatan Kualitas Pada Proses Produksi Roll Gilingan Tebu Dengan Pendekatan Metodologi Lean Six Sigma (Studi Kasus: PT. Barata Indonesia, Gresik). (*Doctoral dissertation, Institut Technology Sepuluh Nopember*),.
- Prihantoko, S. A. (2015). Minimasi Waste Pada PT. Petrokimia Kayaku Menggunakan Analisis Lean Manufacturing. (*Doctoral dissertation, UAJY*).
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8):800-822.
- Ristyowati, T. M. (2017). Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing. (*Studi Kasus di PT. Sport Glove Indonesia*)., Opsi, 10(1), 85-96.
- Robert Maurer, P. (2004). *One Small Step Can Change Your Life: The Kaizen Way*. New York: Workman Publishing.
- Setyawan, W. &. (2017). Minmasi Waktu Produksi Sepatu Allstar Type Chuck Taylor Low Cut Menggunakan Value Stream Mapping (VSM) dan Penjadwalan. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, Vol 1,26-33.
- Stewart, J. (2011). *The Toyota Kaizen Continuum*. London: Taylor & Francis Group.
- Sudiro, S. (2018). Pengursngan Pemborosan Pada Proses Produksi Dengan Menggunakan WRM, WAQ DAN VALSAT Pada Sistem LEAN MANUFAKTUR (Studi Kasus Pada Produksi Setrika Lisrik). . *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 8(2), 61-68.
- Utama, D. M. (2016). Identifikasi waste pada proses produksi key set clarinet dengan pendekatan lean manufacturing. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 36-46.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement*. Seoul Singapore Sydney Toronto: The McGraw-Hill.
- Zahraee, S. M. (2014). Lean manufacturing implementation through value stream mapping: A case study. . *Jurnal Teknologi*, 68(3),119-124

