



## Peningkatan kualitas dan efisiensi pada proses produksi dunnage menggunakan metode *lean six sigma* (Studi kasus di PT. XYZ)

Asep Ridwan <sup>a,1</sup>, Faula Arina <sup>a</sup>, Ardi Permana <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jenderal Sudirman Km. 03 Kota Cilegon 42435, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: [asep.ridwan@untirta.ac.id](mailto:asep.ridwan@untirta.ac.id)

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat artikel:

Diajukan pada 01 Oktober 2020

Direvisi pada 10 Oktober 2020

Disetujui pada 27 November 2020

Tersedia daring pada 30 November 2020

#### Kata kunci:

Pemborosan, *lean six sigma*, nilai sigma, 5W+1H.

#### Keywords:

Waste, *lean six sigma*, sigma value, 5W+1H.

### ABSTRAK

PT. XYZ merupakan industri manufaktur dalam bidang pembuatan dunnage. Dalam proses produksinya, masih ditemukan pemborosan yang mengakibatkan cacatan pada produk dunnage. Hal ini dapat dilihat pada pengiriman dunnage tahun 2020 memiliki presentase cacat produk sebesar 12%-15% dari jumlah produksi. Penelitian ini bertujuan menentukan pemborosan yang terjadi pada proses produksi dunnage, mengetahui nilai *sigma*, dan meminimalisir cacat dan pemborosan serta mengurangi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Penelitian ini menggunakan metode *lean six sigma*. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi dunnage dengan pemborosan paling dominan yaitu *defect*. Tingkat kemampuan *sigma* yang didapat dalam proses produksi dunnage di PT. XYZ sebesar 3,22 dengan nilai DPMO 46231,89 dalam kategori baik untuk rata-rata Industri Indonesia. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *defect* dengan *fishbone diagram* dan 5 *why*. Usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H, pendekatan 5S, dan pembuatan tanda bantu dan tabel form dalam pendekatan 5S. Dengan rancangan *process activity mapping* (PAM) dan *value stream mapping*, efisiensi proses produksi dunnage bisa meningkat dari 96,85% menjadi 97,75%.

### ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing industry in the field of dunnage manufacturing. In the production process, waste was still found which resulted in defects in dunnage products. This can be seen in 2020 dunnage shipments that have a product defect percentage of 12% -15% of the total production. This research aims to determine the waste that occurs in the dunnage process, knowing the value sigma, minimizing defects and minimizing waste and reducing activities that do not provide added value. This study uses the Lean Six Sigma method. The research begins by identifying the waste that occurs in the dunnage production process with the most dominant waste, namely defects. The level of ability sigma obtained in the dunnage production process at PT. XYZ is 3.22 with a DPMO value of 46231.89. Then an analysis is carried out to identify the cause of the defect with a fishbone diagram and 5 why. Suggestions for improvement are made using the 5W + 1H method, the 5S approach and making auxiliary signs and form tables in the 5S approach. With the process activity mapping (PAM) and value stream mapping design, the efficiency of the dunnage production process can be increased from 96.85% to 97.75%.

Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9618>

## 1. Pendahuluan

Aktivitas industri dalam perindustrian telah memasuki era baru. Setiap industri terutama industri manufaktur dituntut untuk mampu membuat produk hingga menjual produk yang memiliki daya saing kepada pasar. Selain itu, industri juga harus mampu membuat produk yang memiliki kualitas yang baik, serta produksi yang cepat. Dalam mencapai beberapa aspek yang dibutuhkan oleh industri maka harus memiliki lini produksi yang mendukung dalam prosesnya. Untuk mendapat kinerja proses produksi yang optimal dan mendapatkan produk yang memiliki kualitas yang baik maka diperlukan perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi dalam proses produksi.

Kualitas menjadi bagian keputusan terpenting dalam pemilihan produk yang diinginkan oleh konsumen, produk atau jasa yang memiliki kualitas akan membuat loyalitas konsumen meningkat [1]. Selain itu, kualitas dapat diartikan menjadi segala sesuatu yang dapat memuaskan konsumen sesuai dengan



persyaratan dan kebutuhan konsumen. Menurut Montgomery [1], kualitas produk merupakan kecocokan penggunaan produk (*fitness of use*) dalam memenuhi kebutuhannya dan kepuasan pelanggan. Dalam proses penghasilan produk kualitas berperan penting supaya sesuai dengan yang dibutuhkan konsumen.

PT. XYZ merupakan industri manufaktur yang membuat atau memproduksi pallet dan dunnage. Saat ini PT. XYZ memproduksi pallet dan dunnage yang diperuntukkan untuk industri-industri besar dan memproduksi untuk kegiatan ekspor. Dalam mendukung produksinya, PT. XYZ memiliki mesin diantaranya mesin oven, mesin *planner*, mesin *cutting*, dan mesin gerinda. Produk yang paling sering diproduksi pada saat ini ialah produk dunnage. Produk dunnage memiliki dua ukuran yang dibuat yaitu ukuran 9 x 9 x 60 cm dan 4,5 x 9 x 30 cm. Dalam produksi dunnage perusahaan perlu memperhatikan kualitas produk dan proses produksi yang dilaksanakan. Namun, selama pelaksanaannya terdapat beberapa kendala pada produk dunnage dimana terdapat cacat pada produk yang dihasilkan, yaitu retakan pada dunnage dan dunnage yang berjamur. Hal ini berdampak pada dunnage yang tidak tahan lama hingga tidak bisa digunakan. Dari data yang tercatat bahwa produk dunnage paling cacat selama tahun 2020 terdapat pada pengiriman dunnage tanggal 27 Januari 2020 sebanyak 2062 dunnage dengan persentase produk cacat pada tahun 2020 sebesar 12-15% dari jumlah produksi. Banyaknya produk cacat berdampak pada kepercayaan *customer* terhadap perusahaan hingga terjadinya penyusutan harga produk dari yang seharusnya. Dalam proses produksi pada PT. XYZ terdapat kegiatan yang tidak menguntungkan perusahaan atau kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk (*non value added*) serta terdapat pemborosan (*waste*) yang mengakibatkan rendahnya efisiensi pada proses produksi.

*Waste* diartikan sebagai semua bentuk aktivitas pada proses yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses dari *input* hingga menjadi *output* [2]. Umumnya terdapat tujuh macam jenis pemborosan (*waste*) dalam sistem produksi Toyota yaitu *over production*, *waiting*, *transportation*, *inappropriate processing*, *unnecessary inventory*, *unnecessary motions* dan *defect* [3]. Menurut Gasperz [4], *waste* merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Pemborosan (*waste*) yang terjadi di PT. XYZ yaitu terdapatnya kegiatan *non value added* (NVA) selama proses produksi produk dunnage. Pemborosan yang terjadi berupa *defect* yaitu terdapatnya produk yang retak dan rusak, produk yang berjamur, serta produk yang memiliki bentuk tidak sesuai. Oleh karena itu, PT. XYZ membutuhkan perbaikan dan pengoptimalan produksi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk pengendalian kualitas dan minimasi *waste* adalah dengan menggunakan metode *lean six sigma*.

*Lean* merupakan suatu aktivitas yang dilakukan secara terus-menerus atau berkelanjutan yang memiliki tujuan untuk meniadakan pemborosan serta menaikkan nilai tambah suatu produk guna memberikan nilai kepada konsumen. Tujuan *lean* merupakan meningkatkan terus menerus *customer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*) [5]. Definisi *lean* yaitu sebagai pendekatan sistemik dan sistematis dalam meniadakan pemborosan (*waste*) atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah melalui peningkatan yang berkelanjutan dan dilakukan secara terus menerus. Selain penerapan *lean* selanjutnya digunakan penerapan *six sigma* dalam penelitian ini. Menurut Gasperz (2002) memberikan definisi bahwa *six sigma* merupakan visi menuju target 3,4 kegalatan untuk sejuta kesempatan DPMO (*defects per million opportunities*) dalam peningkatan kualitas dalam transaksi produk baik barang atau jasa dengan tujuan akhir yaitu untuk mencapai kesempurnaan (*zero defect*) atau nol kegagalan. Berdasarkan definisi *six sigma* di atas, dapat disimpulkan bahwa *six sigma* dilihat dari sudut pandang statistik adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju proses dengan kemungkinan kecacatan 3,4 dalam sejuta produk [6]. Peningkatan kualitas *six sigma* membutuhkan kontribusi manajemen secara intensif, dimulai dari tingkat atas hingga sampai ke tingkat bawah. Program peningkatan kualitas *six sigma* dapat dilaksanakan dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improvement, control*). DMAIC dalam program peningkatan kualitas *six sigma* adalah suatu siklus sistematis. Tujuan dari siklus DMAIC ini adalah untuk menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah, hingga akhirnya menemukan solusi untuk memperbaiki [7]. Dalam penerapannya *six sigma* memiliki ukuran kegagalan yang menunjukkan kegagalan untuk sejuta kesempatan. Dalam sistem pengukuran *six sigma* menggunakan *defect per million opportunity* (DPMO). Tingkatan *six sigma* sering dikaitkan dengan kapabilitas proses yang dihitung dalam DPMO [6]. *Lean six sigma* merupakan integrasi dari dua metode perbaikan *lean* dan *six sigma*, dimana keduanya saling melengkapi. Metode *lean* mampu mempercepat hasil *six sigma* dan memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode tersebut [8]. *Lean six sigma* merupakan pendekatan sistematis yang menggabungkan metodologi *six sigma*. Berarti prinsip, filosofi, dan alat dari kedua metodologi tersebut digabungkan menjadi satu pendekatan. *Lean manufacturing* berfokus pada penghapusan langkah yang tidak diperlukan, dengan demikian hanya berfokus pada langkah-langkah yang menambah nilai produksi atau *value added* yang mengoptimalkan proses serta pengurangan waktu yang diperlukan untuk keseluruhan proses. *Six sigma* menggunakan alat statistik untuk mengurangi variasi proses yang pada akhirnya dapat menurunkan biaya produksi tanpa mempengaruhi kualitas [9].

Terdapatnya *waste* dalam proses produksi, dan *defect* pada produk, maka *lean six sigma* memiliki peran yang sangat penting dalam meminimasi *waste* dan *defect* yang terdapat pada proses produksi. Penelitian terdahulu mengenai *lean six sigma* telah dilakukan diantaranya pada penelitian [10-13]. Fitriana dan Sihotang [10], pada penelitiannya terdapat permasalahan terhadap produk roti sobek yang cacat. Peneliti melakukan identifikasi terkait penyebab terjadinya *waste* pada produksi roti. Almansur *et al.* [11] melakukan analisis tingkat pemborosan pada industri FMCG di PT. XYZ dengan pendekatan 7 *waste* dan *value added, nonvalueadded activity* serta evaluasi terhadap nilai kapabilitas proses produksi. Anggraini *et al.* [12] meneliti perusahaan yang kurang mampu memproduksi batik dengan kualitas produk secara konsisten. Peneliti menggunakan metode *lean six sigma* dalam penyelesaian permasalahan. Shofa *et al.* [8], dalam penelitiannya terdapat pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi *steel structure*. Pada penelitiannya peneliti menyelesaikan permasalahan dengan metode *lean six sigma* dengan *improve* analisis 5W + 1H, ditemukan *waste* yang terjadi yaitu *defect, waiting, dan transportation*. Barot *et al.* (2020) [13] meneliti proses pengecoran. Dalam proses pengecoran peneliti menemukan tingkat penerimaan *reject* yang tinggi sehingga peneliti menggunakan *lean six sigma* untuk meminimasi *reject* dan *waste* yang terjadi. Dari penelitian terdahulu yang ada, peneliti sebagian besar melakukan metode *lean six sigma* dalam peningkatan dan perbaikan kualitas produk, serta mengurangi pemborosan (*waste*) yang terdapat pada proses produksinya. Berdasarkan penelitian terdahulu dan kondisi proses produksi dunnage di PT. XYZ, maka penelitian ini bertujuan untuk merancang *lean six sigma* untuk meminimasi cacat serta meminimasi *waste* pada produk dunnage. Dengan dilakukannya perbaikan dengan menggunakan *lean six sigma*, maka dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan kualitas produk serta menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi. Selain itu, peningkatan kualitas yang diberikan dapat membuat kepercayaan *customer* terhadap perusahaan meningkat.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan ialah penelitian kuantitatif karena dalam penelitian ini menggunakan *input* data yang kuantitatif (berdasarkan jumlah data angka-angka serta perhitungan secara statistik) dimana apapun yang ditemukan peneliti di lapangan, merupakan fakta dan menggunakan alat penelitian berupa kuisioner. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pemborosan yang terjadi dalam proses produksi dunnage di PT. XYZ. Penelitian ini

dilakukan dalam sistem proses produksi dunnage. Penelitian dimulai dengan observasi lapangan pada proses produksi dunnage di PT. XYZ, kemudian dilanjutkan ke tahap wawancara dan *brainstorming* yang dilakukan bersama ahli yaitu bagian manajer teknis di PT. XYZ. Wawancara dan *brainstorming* yang dilakukan pertama yaitu melakukan pengambilan data untuk kuisisioner 7 *waste*. Pada wawancara tersebut didapat data *waste* yang paling dominan terjadi di perusahaan. Setelah menemukan *waste* yang paling dominan diperusahaan, selanjutnya yaitu melakukan observasi lapangan kembali bersamaan dengan wawancara terkait penyebab terjadinya *waste*, serta mencari data historis yang dibutuhkan.

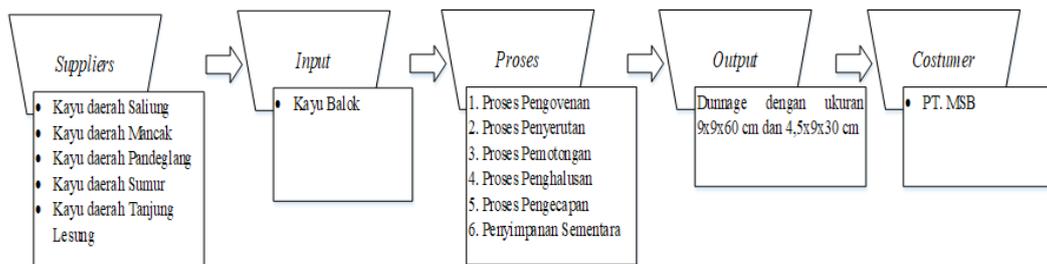
Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini didapatkan dengan proses observasi lapangan, wawancara, *brainstorming*, serta pengisian kuisisioner oleh ahli di perusahaan tersebut. Data tersebut adalah data alur proses dunnage di PT. XYZ, aktivitas proses produksi dunnage, mengetahui *waste* melalui kuisisioner 7 *waste* yang diberikan, dan *brainstorming* terhadap faktor penyebab permasalahan menggunakan *failure mode and effect analysis* serta usulan perbaikan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu DMAIC (*define, measure, analyze, improve, dan control*), namun dalam penelitian ini tahap *control* tidak dilaksanakan, dan diserahkan kepada pihak perusahaan. Dalam tahap *define* dilakukan identifikasi terhadap SIPOC diagram, identifikasi *waste*, *critical to quality* (CTQ), *value stream analysis tools* (VALSAT) dan *process activity mapping* (PAM). Selanjutnya dalam tahap *measure* dilakukan perhitungan uji kecukupan data, membuat peta kendali P, perhitungan nilai *sigma*, dan *current state value stream mapping*. Selanjutnya dalam tahap *analyze* dilakukan analisis terhadap penyebab kegagalan dengan menggunakan *fishbone diagram*, analisis 5Why, dan FMEA. Selanjutnya dalam tahap *improve* setelah mengetahui penyebab kegagalan maka dilakukan perbaikan pada tahap *improve* dengan analisis 5W+1H, usulan perbaikan 5S, dan *process activity mapping* (PAM) usulan serta *value stream mapping* usulan.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Tahap Define

##### 3.1.1. SIPOC diagram

Diagram SIPOC digunakan untuk menggambarkan aliran produk dari produk dunnage dari hulu ke hilir. Dalam diagram terdapat informasi mengenai *supplier*, *input*, *porcess*, *output*, dan *customer*. Gambar 1 berikut ini merupakan diagram SIPOC untuk produk dunnage.



Gambar 1. Diagram SIPOC.

##### 3.1.2. Identifikasi waste

*Waste* dalam penelitian ini berdasarkan dari 7 *waste* yaitu *overproduction*, *defect*, *unnecessary inventory*, *unnecessary motion*, *waiting*, *transportation*, *excess processing*. Identifikasi *waste* ini bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* apasaja yang dominan terjadi pada produksi dunnage. Proses identifikasi *waste* dilakukan dengan pengisian kuisisioner yang diberikan perusahaan kepada satu orang *expert* yaitu Manajer teknis. Adapun hasil dari pengisian kuisisioner oleh *expert* di bidangnya yang ditunjukkan dalam Tabel 1 rekapitulasi kuisisioner 7 *waste* berikut ini.

Tabel 1. Rekapitulasi kuisisioner 7 *waste*.

No	Waste	Score
1	<i>Over production</i>	1
2	<i>Defect</i>	4
3	<i>Unnecessary inventory</i>	2
4	<i>Unnecessary motion</i>	1
5	<i>Waiting</i>	2
6	<i>Transportation</i>	1
7	<i>Excess processing</i>	2

Dari Tabel 1 di atas dapat diketahui bahwa *waste* paling dominan atau yang sering terjadi ialah *waste defect*.

##### 3.1.3. Critical to quality (CTQ)

*Critical to quality* didefinisikan sebagai *input* dari pelanggan. Penentuan CTQ bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik yang berpotensi cacat pada produk akhir yang dihasilkan. Berdasarkan hasil dari perusahaan pada bagian produksi dan Manajer teknis terdiri dari 3 jenis cacat. Tabel 2 berikut ini merupakan karakteristik kualitas untuk *critical to quality* (CTQ) produk dunnage.

**Tabel 2.** *Critical to quality (CTQ).*

No	CTQ
1	Dunnage retak dan pecah
2	Dunnage berjamur
3	Dunnage tidak sesuai

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui CTQ untuk produk dunnage di PT. XYZ. Penentuan CTQ didapat berdasarkan keadaan produk dan kebutuhan pelanggan sebagai tolak ukur kualitas yang memenuhi kebutuhan pelanggan.

### 3.1.4. Value stream analysis tools (VALSAT)

Setelah mendapatkan nilai bobot dari setiap *waste* berdasarkan kuisioner 7, didapatkan *waste* yang dominan ialah *waste defect*. Maka langkah selanjutnya yaitu menentukan *mapping tools* yang digunakan menggunakan *value stream analysis tools (VALSAT)*. Penentuan *mapping tools* dilakukan dengan faktor pengali hubungan antara *waste* dengan *value stream analysis tools*. Tabel 3 berikut ini merupakan hasil pembobotan VALSAT.

**Tabel 3.** *Value stream analysis tools (VALSAT).*

Waste	Weight	Mapping tools						
		Process activity mapping (PAM)	Supply chain response matrix (SCRM)	Prod. variety funnel (PVF)	Quality filter mapping (QFM)	Demand amplification mapping (DAM)	Decision point analysis (DPA)	Physical structure
Over production	1	1 (L)	3 (M)		1 (L)	3 (M)	3 (M)	
Unnecessary inventory	2	6 (M)	18 (H)	6 (M)		18 (H)	6 (M)	2 (L)
Defect	4	4 (L)			36 (H)			
Unnecessary motion	1	9 (H)	1 (L)					
Excessive transportation	2	18 (H)						2 (L)
Inappropriate processing	2	18 (H)		6 (M)	2 (L)		2 (L)	
Waiting	1	9 (H)	9 (H)	1 (L)		3 (M)	3 (M)	
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>65</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>4</b>

Catatan: Nilai korelasi waste dengan *mapping tools* terdiri dari L (*lower*)=1; M (*medium*)=3; dan H (*high*)=9.

Berdasarkan hasil perhitungan *value stream analysis tools* pada Tabel 3, didapat bahwa skor tertinggi *mapping tools* berada pada *process activity mapping (PAM)* dengan nilai 65. Nilai ini diperoleh dari perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \Sigma(\text{weight} \times \text{nilai korelasi waste dengan mapping tools}) &= (1 \times 1) + (2 \times 3) + (4 \times 1) + (1 \times 9) + (2 \times 9) + (2 \times 9) + (1 \times 9) \\ &= 1 + 6 + 4 + 9 + 18 + 18 + 9 = 65. \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa *mapping tools* yang digunakan yaitu *process activity mapping (PAM)* karena memiliki nilai tertinggi diantara *mapping tools* yang lainnya. Pada *process activity mapping (PAM)* akan menggambarkan dan memetakan proses produksi secara detail sehingga mampu menggambarkan keadaan sebenarnya dengan detail. Dengan PAM juga dapat diidentifikasi menggunakan simbol-simbol yang merepresentasikan aktivitas operasi, menunggu, inspeksi dan penyimpanan dan dapat mengidentifikasi presentasi aktivitas yang tergolong *value added*, *necessary non value added*, dan *non value added*.

### 3.1.5. Process activity mapping (PAM)

Setelah menentukan *mapping tools* menggunakan *value stream analysis tools (VALSAT)*, langkah berikutnya adalah membuat *mapping tools* yang dipilih yaitu *process activity mapping (PAM)*. PAM ini digunakan untuk menentuka aliran proses produksi dunnage dan mengidentifikasi setiap kegiatan yang dikategorikan ke dalam kriteria *value added (VA)*, *necessary non value added (NNVA)*, dan *non value added (NVA)*. Tabel 4 berikut merupakan *process activity mapping (PAM)* dalam penelitian ini.

**Tabel 4.** *Process activity mapping (PAM).*

Process	Process activity	Tenaga kerja/ alat/mesin	Jarak (m)	Waktu (menit)	Jumlah operator	Aktivitas					Kategori
						O	T	I	S	D	
Warehouse	Mencari bahan baku	Operator		32,8'	4	O	T	I	S	D	NVA
	Pemilahan bahan baku	Operator		8,18'	4	O	T	I	S	D	NNVA
	Pengisian bahan baku kedalam mobil	Operator		13,51'	4	O	T	I	S	D	NNVA
	Perpindahan material ke proses pengovenan	Mobil	20	15,65'	2	O	T	I	S	D	NNVA
Pengovenan	Set up mesin oven	Operator, oven		1,21'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Bongkar muat kayu ke mesin oven	Mobil, operator		10'	4	O	T	I	S	D	NNVA

Process	Process activity	Tenaga kerja/ alat/mesin	Jarak (m)	Waktu (menit)	Jumlah operator	Aktivitas					Kategori
						O	T	I	S	D	
	Menghidupkan mesin oven	Operator, oven		30'	1	O	T	I	S	D	VA
	Pengecekan suhu	Operator		2,82'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proses oven	Oven		4320'	1	O	T	I	S	D	VA
	Pemilihan kayu dari oven	Operator		27,85'	2	O	T	I	S	D	NNVA
	Perpindahan material ke proses penyerutan	Trolley	12	0,98'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Pembersihan mesin <i>planner</i>	Operator		8,82'	1	O	T	I	S	D	NVA
	Set up mesin <i>planner</i>	Operator, <i>planner</i>		1,61'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Penyerutan	Proes penyerutan	Operator, <i>planner</i>		6,27'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses pemotongan	Operator	2	0,11'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Set up mesin <i>cutting</i>	Operator, <i>cutting</i>		0,29'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Pemotongan	Proses pemotongan	Operator, <i>cutting</i>		0,8'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses penghalusan	Operator	3,5	0,17'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Set up mesin gerinda tangan	Operator, gerinda tangan		2,2'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Penghalusan	Proses penghalusan	Operator, gerinda tangan		0,22'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses pengecapan	Trolley	6	0,68'	2	O	T	I	S	D	NNVA
	Set up alat pengecapan	Operator, tinta, alat cap		1,58'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Pengecapan	Proses pengecapan	Operator, tinta, alat cap		0,02'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan dunnage ke <i>storage</i>	Trolley	4	0,53'	2	O	T	I	S	D	NNVA
Storage	Inspeksi dunnage cacat sebelum dikirim	Operator		12,75'	1	O	T	I	S	D	NNVA

Dari *process activity mapping* (PAM) pada Tabel 4 di atas terdapat 13 *operation*, 5 *transportation*, 4 *inspection*, 1 *storage*, dan 2 *delay*. Selain klasifikasi proses terdapat juga klasifikasi kegiatan yaitu terdapat 2 kegiatan NVA, 6 kegiatan VA, dan 17 kegiatan NNVA.

### 3.2. Tahap Measure

#### 3.2.1. Uji kecukupan data

Pengujian kecukupan digunakan untuk menentukan data yang diperlukan cukup agar bisa dilanjutkan ke tahap pengolahan data. Sebuah data dikatakan cukup jika nilai  $N' < N$ . Dalam penelitian ini digunakan uji kecukupan data atribut. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini sebanyak 41 data berdasarkan tanggal pengiriman dengan jumlah pengiriman sebesar 214141 dan data *defect* sebesar 27135. Tabel 5 berikut ini merupakan uji kecukupan data dari penelitian ini.

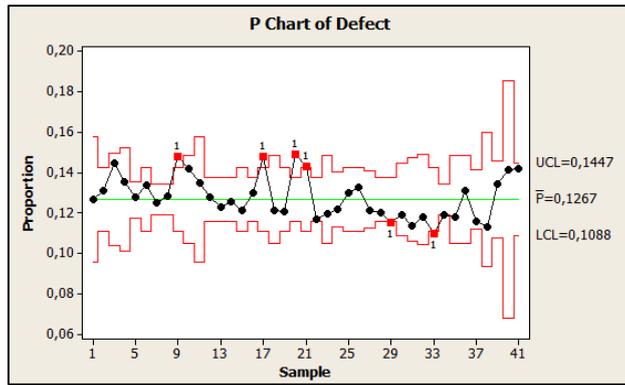
Tabel 5. Uji kecukupan data.

Tingkat kepercayaan	K	Derajat ketelitian	$\sum$ Defect	N	P	N'
95%	2	0.05	214141	27135	0.127	177.05

Dari uji kecukupan pada Tabel 5 di atas didapat bahwa nilai  $N'$  adalah 177. Berdasarkan hasil uji kecukupan dapat disimpulkan bahwa  $N' < N$ ,  $177 < 214141$ , dapat disimpulkan bahwa data cukup.

#### 3.2.2. Peta kendali P

Dalam penelitian ini terdapat peta kendali yang digunakan, yaitu peta kendali atribut. Karena proses pengambilan data hanya terdapat data diterima atau tidak diterima. Dalam penelitian ini proses pengambilan diambil dari jumlah sampel yang tidak sama untuk setiap inspeksinya, serta dalam pengambilan sampel yaitu dilakukan terhadap produk *defective* atau produk yang berpotensi tidak dapat digunakan kembali. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan peta kendali P untuk melihat suatu proses sudah terkendali secara statistik atau tidak. Peta kendali P digunakan untuk pengendalian proses yang memiliki jumlah sampel yang tidak sama besar untuk produk *defective* atau cacat. Gambar 2 berikut ini merupakan peta kendali P dengan menggunakan aplikasi *software* Minitab.



Gambar 2. Peta kendali P.

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata P didapat sebesar 0,1267, nilai UCL sebesar 0,1447, dan nilai LCL sebesar 0,1088. Selain itu, terdapat enam data yang di luar batas kendali yaitu pada data ke-9 (pengiriman tanggal 21/02/2020), data ke-17 (pengiriman tanggal 18/03/2020), data ke-20 (pengiriman tanggal 20/03/2020), data ke-21 (pengiriman tanggal 21/03/2020), data ke-29 (pengiriman tanggal 22/04/2020), serta data ke-33 (pengiriman tanggal 14/05/2020).

3.2.3. Nilai sigma

Dalam tahap *measure*, dilakukan perhitungan nilai DPU (*defect per unit*), DPO (*defect per opportunity*), DPMO (*defect per million opportunity*), dan nilai *sigma*. Dalam tahap *measure* merupakan langkah dalam peningkatan kualitas *six sigma* di PT. XYZ. Tabel 6 berikut ini adalah perhitungan DPU, DPO, DPMO, dan nilai sigma dari data cacat produk dunnage.

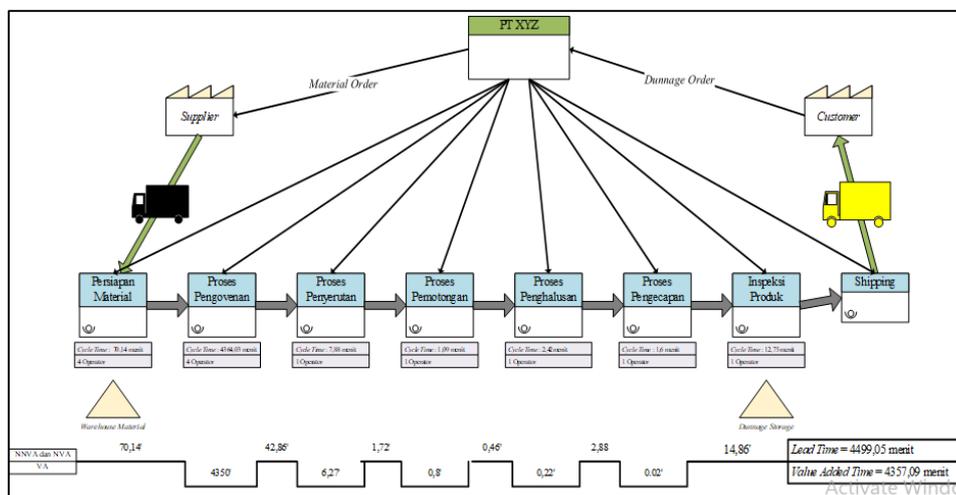
Tabel 6. Perhitungan DPMO dan nilai sigma.

No	Tanggal Pengiriman	Pengiriman	Defect	CTQ	DPU	DPO	DPMO	SIGMA
1	07/01/2020	1040	132	3	0.1269231	0.0423077	42307.692	3.225
2	08/01/2020	4115	540	3	0.1312272	0.0437424	43742.406	3.209
3	08/01/2020	1920	278	3	0.1447917	0.0482639	48263.889	3.162
4	09/01/2020	1520	206	3	0.1355263	0.0451754	45175.439	3.194
...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	09/06/2020	3090	439	3	0.1420712	0.0473571	47357.066	3.171
<b>Total</b>		<b>214141</b>	<b>27135</b>		<b>5.243723</b>	<b>1.747908</b>	<b>1747908</b>	<b>132.109</b>
<b>Rata-rata</b>							<b>42631.89</b>	<b>3.222</b>

Dari Tabel 6 di atas, rata-rata nilai DPMO sebesar 42631,89 dan nilai sigma sebesar 3,222. Ini menunjukkan bahwa tingkat pencapaian *sigma* proses produksi dunnage termasuk ke dalam rata-rata industri Indonesia.

3.2.4. Current state value stream mapping

*Value stream mapping* (VSM) merupakan grafik untuk *current state value stream mapping* dalam proses produksi dunnage di PT. XYZ. Gambar 3 berikut ini merupakan VSM dalam kondisi sekarang atau *current state value stream mapping* produksi Dunnage.



Gambar 3. Current state value stream mapping.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Proses Produksi Dunnage} &= \frac{\text{Total VA}}{\text{Total lead time}} \times 100\% \\
 &= \frac{4357,09}{4499,05} \times 100\% \\
 &= 96,85\%
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

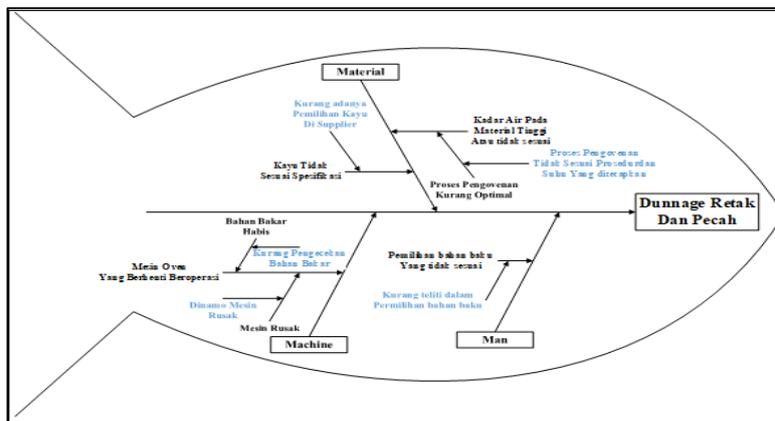
Dari *current state value stream mapping* pada Gambar 3 dijelaskan aliran proses produksi dunnage dari *supplier* hingga *customer*. *Lead time* yang terdapat pada aliran produksi yaitu sebesar 4499,05 menit, sedangkan untuk waktu *value added* sebesar 4357,09 menit. Untuk efisiensi proses produksi dunnage didapat sebesar 96,85%.

3.3. Tahap Analyze

3.3.1. Fishbone diagram

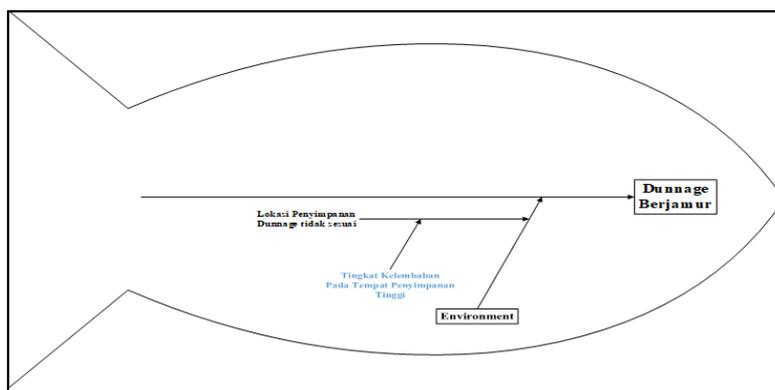
Diagram *fishbone* merupakan salah satu alat dari *seven tools* yang digunakan untuk mencari sebab akibat dari permasalahan dengan mencari akar penyebabnya. Berikut ini merupakan diagram *fishbone* untuk setiap cacat dalam penelitian ini.

- Diagram *fishbone* retak dan pecah  
 Dunnage retak dan pecah merupakan suatu kegagalan pada produk dunnage dimana dalam produk dunnage terdapat retakan pada dunnage serta pecahan, sehingga dunnage tidak bisa digunakan serta menurunkan kualitas dari fungsi dunnage. Gambar 4 berikut ini merupakan diagram *fishbone* pada kegagalan dunnage retak dan pecah.



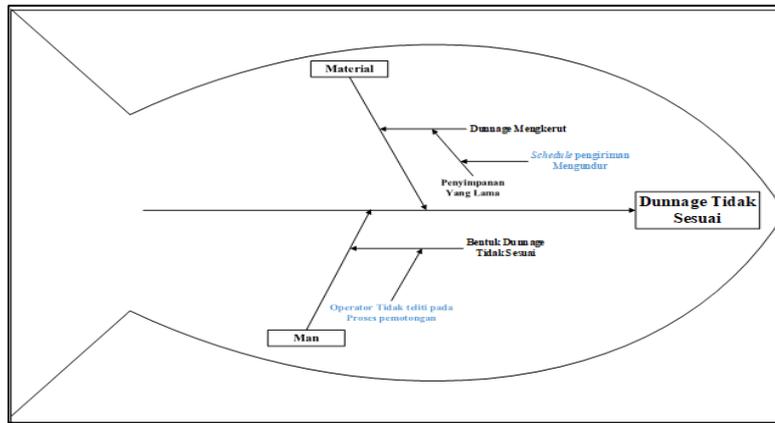
Gambar 4. Diagram *fishbone* dunnage retak dan pecah.

- Diagram *fishbone* berjamur  
 Dunnage berjamur merupakan suatu kegagalan dimana pada produk dunnage ditumbuhi jamur-jamur liar yang bisa bersifat bisa dibersihkan atau permanen. Hal tersebut dapat menurunkan fungsi dunnage. Gambar 5 berikut ini merupakan diagram *fishbone* penyebab terjadinya kegagalan dunnage berjamur.



Gambar 5. Diagram *fishbone* dunnage berjamur.

- Diagram *fishbone* tidak sesuai  
 Dunnage tidak sesuai adalah keadaan dimana dunnage tidak memiliki bentuk sesuai spesifikasi, seperti penyusutan dunnage, sedikit bulat serta ukuran yang tidak sesuai standar. Gambar 6 berikut ini merupakan diagram *fishbone* dari dunnage tidak sesuai.



Gambar 6. Diagram fishbone dunnage tidak sesuai.

3.3.2. Root cause analysis (RCA)

Root cause analysis (RCA) dalam penelitian ini digunakan dalam pemecahan masalah dan mengidentifikasi akar penyebab dari timbulnya masalah. Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam root cause analysis (RCA) adalah 5 why. Tabel 7 berikut ini merupakan Tabel 5 Why dalam penelitian ini.

Tabel 7. Analisis metode 5 Why.

Jenis Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Dunnage retak / pecah	Pada dunnage terdapat bagian yang retak atau pecah	Kadar air yang tidak sesuai pada material	Titik suhu pada inti dunnage tidak sesuai	Mesin oven yang berhenti beroperasi	Kurang adanya pengecekan bahan bakar
		Material kayu dalam produksi tidak sesuai	Kurang adanya pemilihan material kayu dari supplier	Proses pengovenan tidak sesuai suhu yang ditetapkan	Komponen mesin yang rusak
Dunnage berjamur	Pada dunnage ditumbuhi oleh jamur	Dunnage lembab	Lokasi penyimpanan dunnage tidak sesuai	Tingkat kelembaban pada tempat penyimpanan tinggi	
Dunnage tidak sesuai	Pada dunnage tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan	Ukuran dunnage tidak sesuai	Operator kurang teliti pada proses pemotongan dunnage	Penyimpanan dunnage yang lama	Schedule pengiriman mengundur
			Dunnage mengkerut		

3.3.3. Failure mode and effect analysis (FMEA)

Failure modes and effect analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin kegagalan (failure mode). Terdapat tiga parameter yang digunakan dalam FMEA yaitu dampaknya terhadap sistem (severity), peluang terjadinya kegagalan (occurrence), dan kemungkinan terdeteksinya kegagalan (detection). Dalam Tabel 8 berikut ini, didapatkan hasil berupa RPN (risk priority number) yang akan menentukan prioritas dilakukannya perbaikan. Nilai RPN ini dihitung dengan mengalikan severity, occurrence dan detection. Tabel 8 berikut ini merupakan FMEA produksi dunnage di PT. XYZ.

Tabel 8. Failure mode and effect analysis (FMEA) produksi dunnage.

No	Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurance	Degree of Severity	Chance of Detection	RPN	Rank
1	Mesin oven yang berhenti beroperasi	Kurang adanya pengecekan bahan bakar	Dunnage retak / pecah	3	2	2	12	7
2	Mesin oven yang berhenti beroperasi	Komponen mesin yang rusak	Dunnage retak / pecah	4	8	7	224	1
3	Titik suhu pada inti dunnage tidak sesuai	Proses pengovenan tidak sesuai suhu yang ditetapkan	Dunnage retak / pecah	2	7	2	24	5
4	Material kayu dalam produksi tidak sesuai	Kurang adanya pemilihan material kayu dari supplier	Dunnage retak / pecah	1	4	3	12	7

No	Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurance	Degree of Severity	Chance of Detection	RPN	Rank
5	Material kayu dalam produksi tidak sesuai	Kurang telitinya operator dalam pemilihan kayu	Dunnage retak / pecah	3	8	6	144	2
6	Dunnage lembab	Tingkat kelembaban pada tempat penyimpanan tinggi	Dunnage berjamur	4	7	3	84	4
7	Ukuran dunnage tidak sesuai	Operator kurang teliti pada proses pemotongan dunnage	Dunnage tidak sesuai	1	4	4	16	6
8	Dunnage mengkerut	Schedule pengiriman mengundur	Dunnage tidak sesuai	4	6	4	96	3

Dari Tabel 8 di atas didapat nilai RPN dari *mode of failure* yang merupakan penyebab *defect* pada dunnage. Dari nilai RPN di atas dapat diketahui bahwa nilai RPN tertinggi yaitu terdapatnya komponen mesin yang rusak sehingga menyebabkan berhenti beroperasi dengan nilai RPN sebesar 224. Nilai ini diperoleh dari perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= \text{severity} \times \text{occurrence} \times \text{detection} \\ &= 4 \times 8 \times 7 = 224. \end{aligned} \quad (2)$$

### 3.4. Tahap Improve

#### 3.4.1. Usulan perbaikan 5W+1H

Setelah menentukan dan memperoleh akar penyebab terjadinya kegagalan di tahap *analyze*, maka selanjutnya dilakukan usulan perbaikan menggunakan 5W+1H untuk memberikan rekomendasi usulan. Adapun usulan perbaikan analisis 5W+1H seperti pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Usulan perbaikan dengan metode 5W+1H.

Rank RPN	Permasalahan	What Apa yang menjadi target perbaikan	Why Mengapa perbaikan harus dilakukan	Where Di mana perbaikan dilakukan	When Kapan perbaikan dapat dilakukan	Who Siapa yang melaksanakan perbaikan	How Bagaimana cara melakukan perbaikannya
1	Terdapatnya komponen mesin yang rusak	Perawatan mesin agar tidak terjadinya mesin berhenti pada saat proses produksi	Proses produksi dapat terhenti saat proses pengovenan sehingga harus mengukur kembali kadar air pada material serta suhu pada oven yang berpotensi menimbulkan <i>defect</i> pada material serta <i>schedule</i> mengundur	Lantai produksi (stasiun pengovenan)	Sesuai kebutuhan dan sebelum melakukan produksi	Manajer, dan operator	a. Membuat form dan data mengenai <i>maintenance</i> mesin oven meliputi waktu perbaikan, waktu operasional mesin, komponen yang diperbaiki serta waktu <i>breakdown</i> pada mesin oven kemudian disatukan menjadi dokumen. b. Membuat penjadwalan <i>maintenance</i> mesin oven supaya perawatan bisa dilakukan secara berkala dan menyesuaikan dengan jadwal produksi c. Melakukan pelaksanaan perawatan mesin secara intensif sesuai penjadwalan yang telah dibuat
2	Kurang telitinya operator dalam pemilihan kayu	Perlakuan pada saat produksi dapat menyesuaikan dengan pemilihan material yang digunakan, serta memilih kayu yang baik untuk digunakan	Pemilihan material yang kurang baik dapat menimbulkan ketidaksesuaian terhadap proses produksi, perlakuan yang berbeda antara proses produksi dengan material dipilih dapat menimbulkan <i>defect</i> pada produk	Warehouse	Sesuai kebutuhan dan sebelum melakukan proses produksi	Manajer dan operator	a. Dilakukan pemahaman operator serta pihak terkait terhadap jenis material terhadap perlakuan yang seharusnya dilakukan. b. Mengelompokkan material kedalam beberapa kategori (jenis material, dan waktu kedatangan material) c. Memberikan tanda kepada material yang sudah dikelompokkan agar ketika pengambilan material tidak ada kekeliruan
3	Schedule pengiriman mengundur	Pengiriman dunnage sesuai dengan	Schedule pengiriman yang mengundur dapat menyebabkan dunnage yang	Bagian pengiriman	Sebelum melakukan proses produksi	Manajer	a. Melakukan komunikasi terhadap pihak customer secara berkala dan intens mengenai <i>schedule</i> pengiriman.

Rank RPN	Permasalahan	What Apa yang menjadi target perbaikan	Why Mengapa perbaikan harus dilakukan	Where Di mana perbaikan dilakukan	When Kapan perbaikan dapat dilakukan	Who Siapa yang melaksanakan perbaikan	How Bagaimana cara melakukan perbaikannya
		<i>schedule</i> atau tidak terlalu jauh dari <i>schedule</i> yang ditentukan	tersimpan lama menjadi mengkerut dan menyebabkan ukuran <i>dunnage</i> yang tidak sesuai				b. Peramalan terhadap <i>schedule</i> pengiriman selanjutnya, sehingga jadwal produksi tidak terlalu jauh
4	Tingkat kelembaban pada tempat penyimpanan tinggi	Memberikan tempat penyimpanan untuk <i>dunnage</i> dengan tingkat kelembaban yang sesuai	Tempat yang memiliki kelembaban yang tidak sesuai dengan <i>dunnage</i> menyebabkan timbulnya jamur yang menutupi bagian <i>dunnage</i> , sehingga menimbulkan <i>defect</i>	<i>Storage</i>	Proses penyimpanan dan sesuai kebutuhan	Manajer dan operator	a. Mengukur tingkat kelembaban pada ruangan atau tempat penyimpanan utama <i>dunnage</i> b. Menyiapkan dan menentukan tempat penyimpanan lain dengan kelembaban yang sesuai apabila tempat penyimpanan utama tidak memiliki tingkat kelembaban yang sesuai
5	Proses Pengovenan tidak sesuai suhu yang ditetapkan	Proses pengovenan yang sesuai dengan suhu yang ditetapkan	Proses pengovenan yang tidak sesuai dengan suhu yang ditetapkan dapat menyebabkan kadar air tidak sesuai serta suhu inti kayu yang tidak sesuai sehingga kualitas material tidak sesuai, sehingga perlu perbaikan	Lantai produksi (proses pengovenan)	Pada saat proses produksi (proses pengovenan)	Manajer dan operator	a. Memberikan prosedur yang sesuai serta pelatihan kepada operator. b. Melakukan pengovenan dengan prosedur dan suhu yang telah ditetapkan serta melakukan pengecekan secara berkala
6	Operator kurang teliti pada proses pemotongan <i>dunnage</i>	Operator yang melakukan proses pemotongan yang sesuai dengan ukuran yang ditetapkan	Proses pemotongan yang tidak sesuai oleh operator yang kurang teliti menyebabkan <i>dunnage</i> dengan ukuran yang tidak sesuai, sehingga bentuk dan ukuran <i>dunnage</i> tidak sesuai ukuran yang ditetapkan	Lantai produksi (proses pemotongan)	Sebelum melakukan proses produksi dan pada saat proses produksi	Operator	a. Memberikan pelatihan dan instruksi kepada pekerja untuk memotong <i>dunnage</i> dengan ukuran yang ditetapkan agar sesuai b. Operator memastikan keadaan diri sedang dalam kondisi optimal agar teliti dalam proses pemotongan
7	Kurang adanya pengecekan bahan bakar	Bahan bakar yang sesuai atau lebih pada proses pengovenan	Bahan bakar yang tidak sesuai jumlahnya dapat membuat mesin oven berhenti beroperasi, sehingga harus mengukur kembali kadar air pada material serta suhu pada oven yang berpotensi menimbulkan <i>defect</i>	Lantai produksi (proses pengovenan)	Sebelum melakukan proses produksi (proses pengovenan)	Operator	a. Menentukan jumlah yang sesuai untuk melakukan proses satu kali pengovenan sehingga tidak terjadi kekurangan atau sangat berlebihan b. Memastikan bahan bakar telah memadai atau sesuai jumlah yang dibutuhkan sebelum melakukan proses pengovenan
8	Kurang adanya pemilihan	Kayu yang dikirim dari <i>supplier</i> telah	Pemilihan kayu dari <i>supplier</i> yang tidak sesuai berdampak	<i>Supplier</i>	Sebelum melakukan pengiriman	Manajer teknis, dan <i>supplier</i>	a. Menentukan spesifikasi kayu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan <i>dunnage</i>

		<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>
Rank RPN	Permasalahan	Apa yang menjadi target perbaikan	Mengapa perbaikan harus dilakukan	Di mana perbaikan dilakukan	Kapan perbaikan dapat dilakukan	Siapa yang melaksanakan perbaikan	Bagaimana cara melakukan perbaikannya
	material kayu dari <i>supplier</i>	sesuai dengan yang ditetapkan	kepada ketidaksesuaian material dengan proses produksi				b. Melakukan pengecekan kembali oleh <i>supplier</i> terhadap spesifikasi yang dibutuhkan.

3.4.2. 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*)

Setelah dilakukan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H kemudian melakukan usulan perbaikan menggunakan 5S. Usulan 5S terdiri dari 5 tahapan usulan yaitu *seiri, seiton, seiso, seiketsu, dan shitsuke*. Adapun usulan perbaikan menggunakan tahapan 5S seperti berikut ini.

• Tahap *seiri* (pemilahan)

Dalam tahap *seiri* dilakukan aktivitas mengatur segala sesuatu, dan memilah sesuatu dengan prinsip tertentu, membedakan antara yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan serta mengambil langkah tegas untuk membuang yang tidak diperlukan.

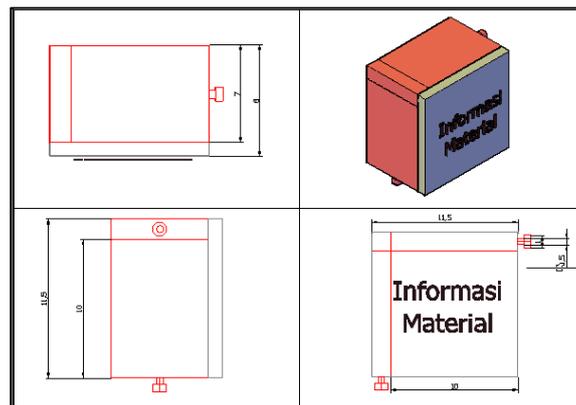
- Mengidentifikasi barang serta peralatan yang tidak dibutuhkan dengan identifikasi terhadap barang-barang dan peralatan dimulai dari yang sering digunakan atau masih digunakan, jarang digunakan, dan tidak digunakan serta barang-barang yang masih terdapat di dalam area kerja.
- Membuang yang tidak diperlukan dengan membuang barang-barang dan peralatan yang tidak digunakan dalam area kerja untuk meningkatkan efisiensi pada area kerja.
- Memanajemen penyimpanan dengan menentukan barang dan peralatan serta memutuskan tingkat kepentingan sehingga mengurangi persediaan barang-barang dan peralatan yang tidak diperlukan, dan memastikan barang dan peralatan berada dalam penyimpanan yang terjangkau.

• Tahap *seiton* (penataan)

Dalam tahap *seiton* melakukan penataan barang yang tepat dengan memperhatikan efisiensi dan mencari cara penyimpanan yang optimal sehingga dapat menghilangkan pencarian. Penataan termasuk mengambil keputusan mengenai berapa banyak yang akan disimpan dan di mana menyimpannya.

- Melakukan analisis kegiatan dan keadaan pada area kerja sehingga kegiatan mencari dapat diminimalisir bahkan dihilangkan jika tempat penyimpanan tertata rapih. Dalam penelitian ini barang yang tidak tertata dengan baik adalah material kayu pembuatan *dunnage*.
- Menentukan lokasi penyimpanan barang dan peralatan untuk meletakkan barang dan peralatan.
- Menentukan bagaimana penyimpanan barang disesuaikan dengan kebutuhan barang serta peralatan yang digunakan. Dalam hal ini penyimpanan peralatan dan mesin disesuaikan dengan urutan alur proses produksi serta ruangan penyimpanan khusus untuk peralatan yang jarang digunakan. Untuk penyimpanan material disesuaikan berdasarkan jenis material serta waktu kedatangan material, dengan memberi tanda atau informasi mengenai material tersebut untuk mempermudah pengambilan material. Untuk penyimpanan produk, penyimpanan disesuaikan dengan produk dan untuk *dunnage* disesuaikan dengan ukuran.

Pada penataan material memerlukan tanda untuk mengetahui informasi terkait material tersebut. Gambar 7 berikut ini merupakan rancangan untuk tanda pada material.



Gambar 7. Usulan tanda untuk penyimpanan material.

Gambar 7 merupakan usulan tanda yang dapat digunakan untuk menandakan material dengan menuliskan informasi yang terdapat pada tanda tersebut serta mempermudah pencarian material.

• Tahap *seiso* (resik/pembersihan)

Dalam tahapan ketiga dari 5S ini yaitu *seiso* melakukan perencanaan untuk membersihkan area kerja supaya terbebas dari sampah, kotoran, serta benda-benda asing yang terdapat pada area kerja.

- Membagi area dan menentukan alokasi pertanggung jawaban terhadap setiap operator dalam area kerja.
- Membersihkan peralatan, mesin, dan lingkungan area kerja setelah menyelesaikan proses produksi, untuk menjaga kebersihan serta merupakan langkah awal dalam perawatan peralatan dan mesin.

- **Tahap seiketsu (pemantapan)**

Dalam tahapan *seiketsu* merupakan tahapan pemeliharaan serta pemantapan keberlangsungan 3S (*seiri, seiton, dan seiso*) sebelumnya pada lingkungan kerja.

- Membuat alat bantu visual seperti poster mengenai 5S untuk selalu mengingatkan kepada pekerja terkait dengan 5S.
- Membuat tanda *standard operational procedure* (SOP) di dalam area kerja dan ditempatkan pada area yang dibutuhkan seperti tanda standar temperatur dan standar kadar air pada proses pengovenan.
- Membuat label inventaris kepada setiap peralatan yang digunakan dalam area kerja.
- Membuat form *maintenance* peralatan sebagai langkah awal dalam perawatan mesin (*preventive maintenance*). Tabel 10 berikut ini merupakan usulan tabel form untuk *maintenance* peralatan.

**Tabel 10.** Usulan tabel form *maintenance* peralatan.

PT XYZ					Bulan : .....				
Jadwal Maintenance									
No	Peralatan	No. Inventaris	Komponen	Periode	Minggu Ke-				Ket:
					1	2	3	4	
1	...	...	...	..... Jam/Periode					....
2									

- **Tahap shitsuke (pembiasaan)**

Dalam tahap *shitsuke* memiliki prinsip yaitu secara rutin dan terus menerus melakukan prosedur 4S yang telah ditetapkan dengan benar dengan penuh disiplin sebagai budaya kerja yang baik. Tahap *shitsuke* juga bermaksud untuk mengubah kebiasaan seseorang untuk dapat mengikuti prosedur yang telah dijalankan.

- Untuk meningkatkan pemahaman pekerja mengenai 5S, maka memberikan sosialisasi kepada pekerja mengenai 5S beserta aturan-aturan yang berhubungan dengan 5S.
- Pembiasaan prosedur 5S yang telah ditetapkan dengan melakukan *briefing* mengenai 5S diawal kegiatan dan evaluasi 5S diakhir kegiatan dalam area kerja.

### 3.4.3. Process activity mapping (PAM) usulan

**Tabel 11.** Usulan perbaikan *process activity mapping* (PAM).

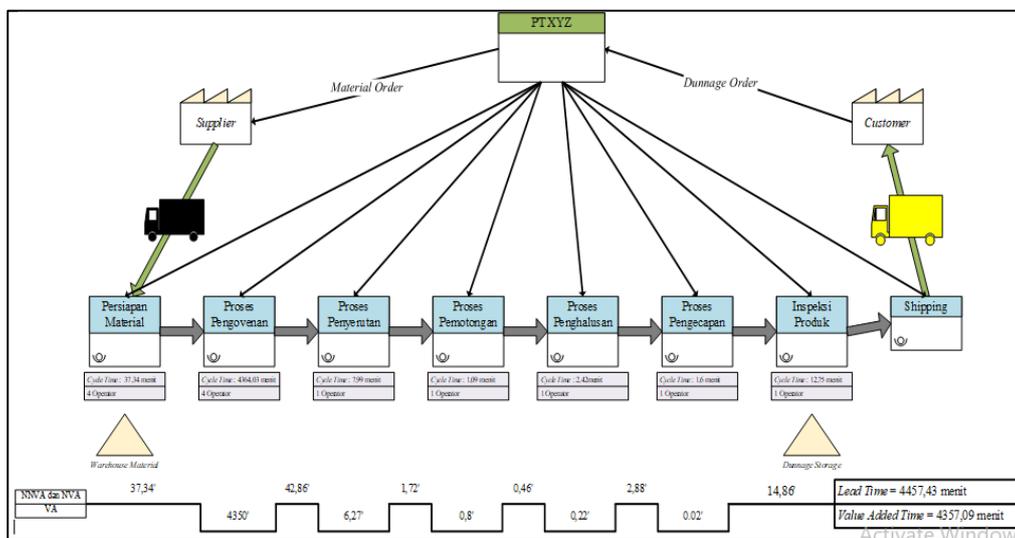
Process	Process activity	Tenaga kerja/ alat/mesin	Jarak (m)	Waktu (menit)	Jumlah operator	Aktivitas					Kategori
						O	T	I	S	D	
Warehouse	Pemilahan bahan baku	Operator		8,18'	4	O	T	I	S	D	NNVA
	Pengisian bahan baku kedalam mobil	Operator		13,51'	4	O	T	I	S	D	NNVA
	Perpindahan material ke proses pengovenan	Mobil	20	15,65'	2	O	T	I	S	D	NNVA
Pengovenan	Set up mesin oven	Operator, oven		1,21'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Bongkar muat kayu ke mesin oven	Mobil, operator		10'	4	O	T	I	S	D	NNVA
	Menghidupkan mesin oven	Operator, oven		30'	1	O	T	I	S	D	VA
	Pengecekan suhu	Operator		2,82'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proses oven	Oven		4320'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses penyerutan	Trolley	12	0,98'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Penyerutan	Set up mesin planner	Operator, planner		1,61'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proes penyerutan	Operator, planner		6,27'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses pemotongan	Operator	2	0,11'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Pemotongan	Set up mesin cutting	Operator, cutting		0,29'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proses pemotongan	Operator, cutting		0,8'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses penghalusan	Operator	3,5	0,17'	1	O	T	I	S	D	NNVA
Penghalusan	Set up mesin gerinda tangan	Operator, gerinda tangan		2,2'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proses penghalusan	Operator, gerinda tangan		0,22'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan material ke proses pengecapan	Trolley	6	0,68'	2	O	T	I	S	D	NNVA

Process	Process activity	Tenaga kerja/ alat/mesin	Jarak (m)	Waktu (menit)	Jumlah operator	Aktivitas					Kategori
						O	T	I	S	D	
Pengecapan	Set up alat pengecapan	Operator, tinta, alat cap		1,58'	1	O	T	I	S	D	NNVA
	Proses pengecapan	Operator, tinta, alat cap		0,02'	1	O	T	I	S	D	VA
	Perpindahan dunnage ke storage	Trolley	4	0,53'	2	O	T	I	S	D	NNVA
Storage	Inspeksi dunnage cacat sebelum dikirim	Operator		12,75'	1	O	T	I	S	D	NNVA

Dari *process activity mapping* (PAM) usulan pada Tabel 11, dilakukan pengurangan terhadap kegiatan NVA sehingga pada usulan ini terdapat 13 *operation*, 5 *transportation*, 3 *inspection*, dan 1 *storage*. Selain klasifikasi proses saat ini terdapat juga 6 kegiatan VA, dan 16 kegiatan NNVA setelah pengurangan kegiatan NVA. Kegiatan NVA berupa *delay* yaitu mencari bahan baku dan pembersihan mesin *planner*, bisa dihilangkan dengan usulan penerapan 5S sehingga tidak ada lagi pencarian bahan baku tetapi sudah tersedia karena mudah mencarinya. Dengan tahap *seiton* atau rapi, maka hal ini bisa mereduksi pencarian barang karena sudah tertata dengan baik di gudang. Sedangkan pembersihan mesin *planner* dengan penerapan 5S pada tahap *seiso* atau resik, maka pembersihan sudah bisa dihilangkan karena kondisi mesin dalam keadaan bersih.

3.4.4. Value stream mapping usulan

Gambar 8 berikut ini merupakan *value stream mapping* usulan yang diberikan dalam penelitian ini.



Gambar 8. Current state value stream mapping.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Proses Produksi Dunnage} &= \frac{\text{Total VA}}{\text{Total lead time}} \times 100\% \\
 &= \frac{4357,09}{4457,43} \times 100\% = 97,74\% .
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Dari *value stream mapping* usulan pada Gambar 8, digambarkan aliran proses produksi dunnage dari *supplier* hingga *customer*. *Lead time* yang terdapat pada aliran produksi yaitu sebesar 4457,43 menit dan waktu *Value Added* sebesar 4357,09 menit. Untuk efisiensi proses produksi dunnage didapat sebesar 97,75%.

3.5. Tahap Control

Dalam penelitian ini peneliti tidak melakukan tahap control. Tahap control diserahkan kepada pihak perusahaan berdasarkan usulan-usulan perbaikan yang diberikan dalam penelitian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *lean six sigma* terdapat pemborosan (*waste*) yang paling dominan yaitu *defect*. Dari *waste* paling dominan didapatkan *critical to quality* (CTQ) yang terjadi pada proses produksi dunnage yaitu dunnage retak atau pecah, dunnage berjamur, dan dunnage tidak sesuai. Nilai *sigma* yang terdapat pada proses produksi dunnage di PT. XYZ ialah sebesar 3,225 dan tergolong ke dalam rata-rata kinerja industri di Indonesia. Beberapa penyebab kegagalan *defect* yang terjadi, pada dunnage retak/pecah disebabkan kurang pengecekan bahan bakar dan komponen mesin yang rusak, proses pengovenan tidak sesuai suhu yang ditetapkan, kurang adanya pemilihan material kayu dari *supplier* dan kurang telitinya operator dalam pemilihan kayu. Pada dunnage berjamur disebabkan tingkat kelembaban pada tempat penyimpanan tinggi. Pada dunnage yang tidak sesuai disebabkan operator kurang teliti pada proses pemotongan dunnage, dan *schedule* pengiriman yang mundur. Berdasarkan FMEA dengan *risk priority number* (RPN) tertinggi yaitu terdapatnya komponen mesin yang rusak dengan nilai RPN 224 dan tertinggi kedua yaitu kurang telitinya operator dalam pemilihan kayu dengan nilai RPN 144. Rancangan perbaikan yang diusulkan dengan pendekatan 5S diantaranya adalah tahap *seiso* memberikan usulan tanda pada penyimpanan material dan pada tahap *seiketsu* memberikan usulan tabel form *maintenance*. Dengan rancangan *process activity mapping* (PAM) dan *value stream mapping*, efisiensi proses produksi dunnage bisa meningkat dari 96,85% menjadi 97,75%.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak PT. XYZ yang telah mengizinkan dan memfasilitasi penelitian ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah membantu dalam proses administrasi dalam tim pengumpul dan pengolahan data dalam penelitian ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada *reviewer* yang memberikan masukan untuk makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Montgomery, D., C. (2009). *Statistical Quality Control: A Modern Introduction 6th Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [2] Dewi, S. K., & Sartono, T. D. (2014). Pendekatan *lean thinking* untuk pengurangan *waste* pada produksi plastik PE. *Prosiding Seminar Nasional IENACO (Industrial Engineering National Conference)*. ISSN 2337-4349. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Hines, P. & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 17 no. 1, pp. 46-64.
- [4] Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries: Strategi Dramatik Reduksi Cacat/Kesalahan, Biaya, Inventori, dan Lead Time dalam Waktu Kurang dari 6 Bulan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Gaspersz, V. & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries: Waste Elimination and Continuous Cost Reduction*. Bogor: Vinchristo Publication.
- [6] Gaspersz, V. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [7] Ridwan, A., Ferdinant, P. F., & Aldiandru, R. (2018). Perancangan perbaikan *lean six sigma* dalam proses produksi baja tulangan dengan integrasi *value stream mapping* dan *design of experiment*. *Journal Industrial Servicess*, vol. 3, no. 2, pp. 48-55.
- [8] Shofa, M. J., Syarifudin, A., & Cahyadi, S. (2019). Usulan perbaikan untuk meminimasi *waste* pada produk *steel structure* dengan metode *lean six sigma*. *Jurnal InTent*, vol. 2, no. 2, pp. 103-112.
- [9] Siegel, R., Anthony, J., Garza-Reyes, J.A., Cherrafi, A., & Lameijer, B. (2019). Integrated green lean approach, and sustainability for SMES: from literature review to a conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, vol. 240, pp. 1-14.
- [10] Fitriana, R., & Sihotang, A. P. (2017). Perbaikan kualitas menggunakan metode *lean six sigma*, 5S, dan standarisasi pada proses produksi roti sobek R Bakery. *Prosiding of Conference: National Conference of Industrial Engineering 2017, Medan-Sumatera Utara-Indonesia*.
- [11] Almansur, A., M. Sukardi, & Machfud. (2017). Improving performance of biscuit production process through lean six sigma at PT XYZ. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship (IJBE)*, vol. 3, no. 2, pp. 77-89.
- [12] Anggraini, W., Kusumanto, I., & Sutaryono, A. (2019). Usulan peningkatan kualitas kain batik semi tulis menggunakan metode *six sigma*. *Jurnal Teknik Industri*, vol. 5, no. 1, 48-55.
- [13] Barot, R. S., Jay, P., Sharma, B., Rathod, B., Solanki, H., & Patel, Y. (2020). Lean six sigma feasibility and implementation aspect in cast iron foundry. *Materials Today: Proceedings*, vol. 28, no. 2, pp. 1084-1091.