

MINIMASI *WASTE* (PEMBOROSAN) PADA PROSES PRODUKSI PUPUK MAJEMUK PT XYZ MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

Abdulla Gimnastiyar¹, Hidayat², Yanuar Pandu Negoro³

Universitas Muhammadiyah Gresik^{1,2,3}

abdullahagim012@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara meminimasi *waste* (pemborosan) pada proses produksi pupuk majemuk di PT XYZ. Metode yang digunakan adalah *lean manufacturing* dengan pendekatan *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC). Pengumpulan data dilakukan pada tahap *define* dan *measure*, sedangkan pengolahan data dilakukan pada tahap *analyze* menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta *Risk Priority Number* (RPN). Pada tahap *improve*, perbaikan dilakukan dengan memilih alternatif terbaik menggunakan konsep *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar penyebab permasalahan terbagi menjadi tiga jenis *defect*, yaitu karung pupuk rusak (bocor), penggunaan bahan tidak sesuai perhitungan resep, dan pupuk menggumpal (*caking*). Penyebab kegagalan produk berasal dari faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), dan material. Nilai RPN tertinggi adalah 224, yang menunjukkan tingkat risiko terbesar di antara *defect* lainnya. Simpulan, perbaikan pada PT XYZ menggunakan metode AHP menunjukkan bahwa kendala pada mesin memiliki nilai prioritas tertinggi sebesar 0,53710 dan berdampak paling besar terhadap pemborosan yang terjadi.

Kata Kunci: *Defect, DMAIC, Lean Manufacturing, Pemborosan*

ABSTRACT

This study aims to minimize waste in the compound fertilizer production process at PT XYZ. The method used is lean manufacturing with the Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) framework. Data collection was carried out during the define and measure phases, while data processing was conducted in the analyze phase using Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and Risk Priority Number (RPN). In the improve phase, corrective actions were determined using the Analytical Hierarchy Process (AHP) to select the best improvement alternative. The results showed that the root causes of the problem were classified into three types of defects: damaged (leaking) fertilizer sacks, incorrect material usage based on recipe calculations, and fertilizer caking. These product failures were caused by factors related to man, machine, method, and material. The highest RPN value was 224, indicating the most significant risk among the defects. In conclusion, improvements at PT XYZ using the AHP method

indicated that machine constraints had the highest priority value of 0.53710, having the greatest impact on waste reduction.

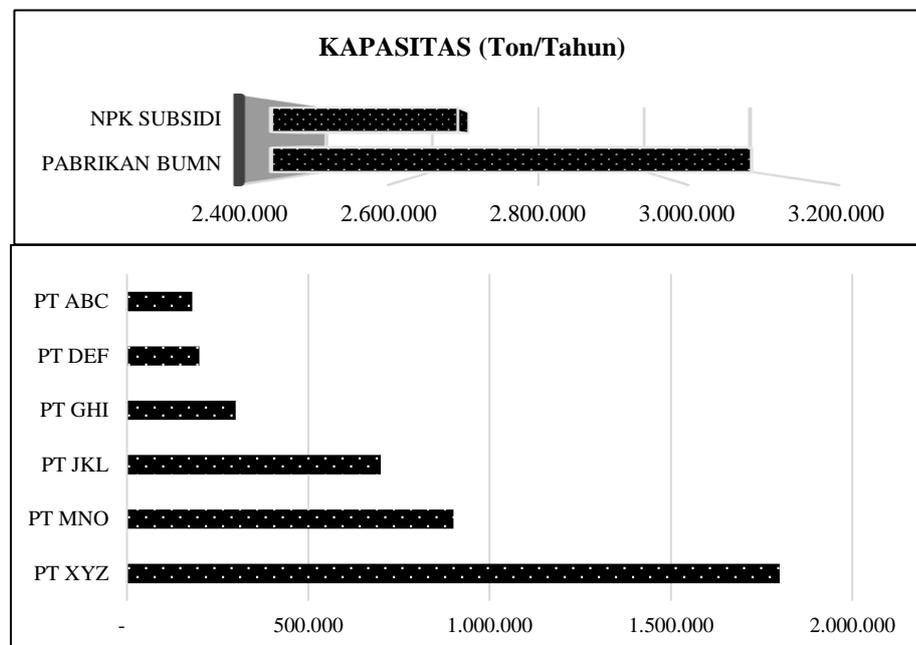
Keywords: Defect, DMAIC, Lean Manufacturing, Waste

PENDAHULUAN

Mayoritas penduduk Indonesia bergantung pada sektor pertanian, mengingat Indonesia adalah negara agraris. Salah satu faktor penting dalam industri pertanian adalah penggunaan pupuk, yang berperan dalam meningkatkan hasil produksi dan kualitas tanaman. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat dan perusahaan terhadap pupuk, produksi pupuk di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan ini terjadi karena para petani dan pelaku industri pertanian berupaya menghasilkan tanaman berkualitas tinggi yang dapat memenuhi standar pasar dan memberikan kepuasan bagi pelanggan.

PT XYZ merupakan salah satu produsen pupuk di Indonesia yang berlokasi di Kota Gresik. Perusahaan ini menghasilkan berbagai jenis pupuk, khususnya pupuk NPK dengan berbagai grade. Salah satu merek dagang pupuk yang diproduksi oleh PT XYZ adalah *Mahkota Fertilizer*. Produk-produk dari PT XYZ tidak hanya didistribusikan ke berbagai perkebunan di Indonesia tetapi juga diekspor ke luar negeri.

Gambar 1 menunjukkan kapasitas produksi pupuk NPK secara nasional pada tahun 2022, yang mencerminkan pertumbuhan industri pupuk di Indonesia dan peningkatan permintaan dari sektor pertanian.



Gambar 1. Kapasitas Produksi Pupuk NPK Nasional tahun 2022

Sebagai perusahaan yang memiliki visi untuk menjadi perusahaan kelas dunia yang dinamis di bidang agrikultur dan industri terkait, PT XYZ berkomitmen untuk terus bertumbuh dengan tetap mempertahankan posisinya sebagai pemimpin pasar global melalui kemitraan dan manajemen yang baik. Untuk mewujudkan visi tersebut, PT XYZ dituntut untuk menghasilkan produk yang inovatif, berkualitas, serta memastikan pengiriman produk tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu mencapai *zero defect* guna meningkatkan efisiensi produksi.

Namun, dalam kenyataannya, proses produksi PT XYZ, khususnya dalam produksi pupuk majemuk NPK, masih sering mengalami pemborosan (*waste*) yang tidak memberikan nilai tambah dan berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini disebabkan oleh tingginya penggunaan material dalam proses manufaktur, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan pemborosan yang signifikan (Utama et al., 2016).

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengurangi pemborosan dalam produksi adalah *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan upaya berkelanjutan untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dalam suatu perusahaan industri serta meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari produk, baik barang maupun jasa, agar dapat memberikan manfaat optimal bagi pelanggan (*customer value*) (Sarman & Soediantono, 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tiarso, Choiri, dan Hamdala (2015), konsep *lean manufacturing* dapat diintegrasikan dengan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC). DMAIC bertujuan untuk mengidentifikasi akar permasalahan serta menciptakan solusi yang efektif sehingga menghasilkan analisis yang lebih menyeluruh dalam mengatasi permasalahan produksi.

Salah satu alat (*tools*) yang umum digunakan dalam *lean manufacturing* untuk mengidentifikasi pemborosan adalah *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan metode visual yang memetakan jalur produksi suatu produk, mencakup aliran material dan informasi dari setiap stasiun kerja (Lestari & Susandi, 2019). Setelah itu, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk menentukan alat analisis yang tepat dalam mengidentifikasi *waste* secara terperinci. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan *Fishbone Diagram*, dan selanjutnya diusulkan perbaikan yang sesuai dengan permasalahan agar lebih mudah diterapkan oleh perusahaan.

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan (*waste*) yang terjadi dalam proses produksi pupuk majemuk NPK di PT XYZ guna meningkatkan efisiensi serta efektivitas produksi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Lean Manufacturing*. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metodologi dalam kerangka kerja *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC).

Pada tahap *Define*, seluruh permasalahan dalam proses produksi diidentifikasi menggunakan diagram *Supplier, Input, Process, Output, and Customer* (SIPOC), yang kemudian dijelaskan secara lebih kompleks melalui *Big Picture Mapping*. Selanjutnya, seluruh aktivitas dalam perusahaan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu *Value-Added Activity* (aktivitas yang memberikan nilai tambah), *Necessary Non-Value Added Activity* (aktivitas yang diperlukan tetapi tidak menambah nilai), dan *Non-Value Added Activity* (aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah). Identifikasi pemborosan (*waste*) kemudian dilakukan menggunakan konsep *Tujuh Waste* (TIMWOOD), yang mencakup *Transport, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing, dan Defect*.

Pada tahap *Measure*, jenis *defect* yang paling berpengaruh diidentifikasi, diikuti dengan pembuatan peta kontrol \bar{X} dan R untuk menghitung kapabilitas proses (Cp/Cpk).

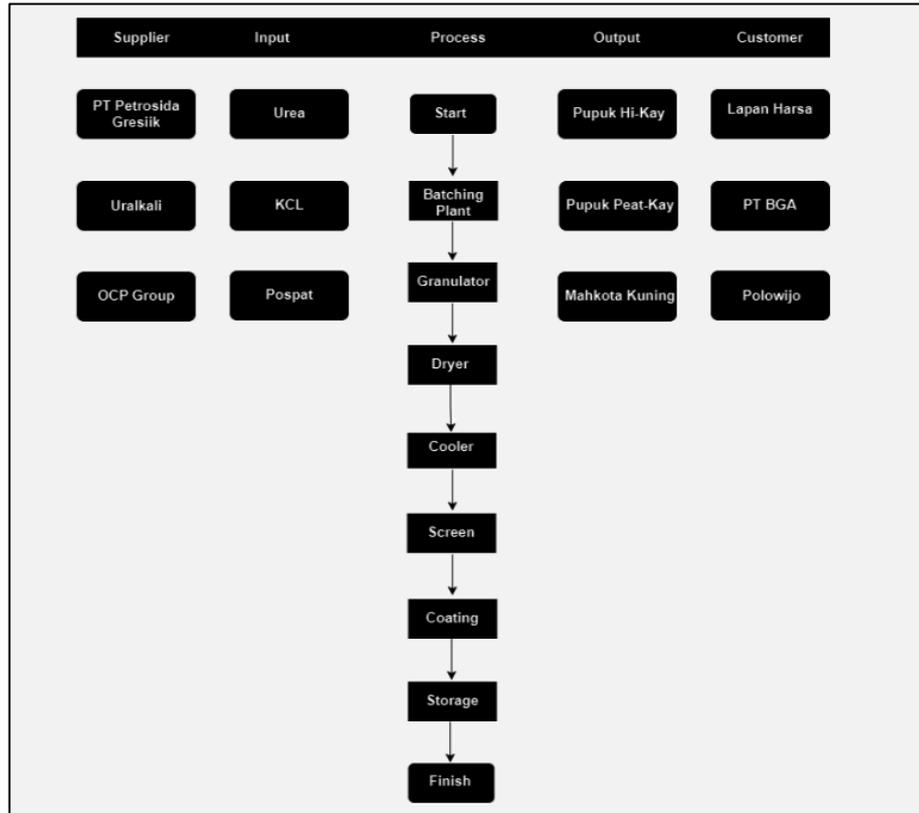
Selanjutnya, tahap *Analyze* bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *defect*. Analisis dilakukan menggunakan diagram *Fishbone, Root Cause Analysis* (RCA), serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dalam FMEA, nilai *Risk Priority Number* (RPN) dihitung untuk menentukan faktor risiko dengan prioritas tertinggi yang perlu diperbaiki.

Pada tahap *Improve*, perbaikan dilakukan dengan memilih alternatif solusi terbaik menggunakan konsep *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Proses AHP dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang diisi oleh para ahli (*experts*) di perusahaan. Hasilnya kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak *Expert Choice* untuk menentukan solusi yang paling optimal dalam mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi produksi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

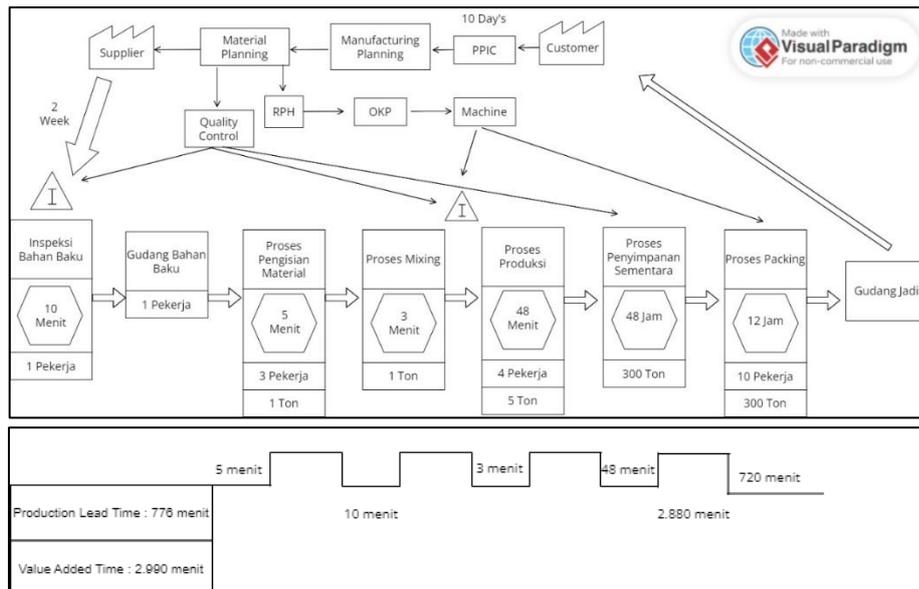
Pengumpulan Data menggunakan tahap *define* dan *measure*

Proses produksi di PT XYZ dapat dipahami dengan lebih jelas melalui diagram SIPOC, yang menyajikan gambaran komprehensif mengenai keterkaitan antara berbagai elemen utama dalam rantai produksi. Diagram ini menggambarkan hubungan yang erat antara pemasok (*Supplier*) yang menyediakan bahan baku atau komponen, masukan (*Input*) yang digunakan dalam proses produksi, tahapan kegiatan utama dalam produksi (*Process*), keluaran (*Output*) berupa produk atau layanan yang dihasilkan, serta pelanggan (*Customer*) sebagai pihak yang menerima hasil akhir. Dengan adanya diagram ini, pemangku kepentingan dapat memperoleh pemahaman yang lebih sistematis terhadap alur produksi, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan strategis dan peningkatan efisiensi operasional. Berikut adalah Gambar 2 yang menampilkan diagram SIPOC dalam proses produksi PT XYZ.



Gambar 2. Diagram SIPOC dalam Proses Produksi PT XYZ

Data aliran informasi dan aliran fisik pada proses produksi pupuk dibuat menggunakan *big picture mapping* untuk memperoleh gambaran dimana *waste* yang terjadi, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan. Hasil pembuatan *big picture mapping* dapat dilihat pada gambar 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa production lead atau lead time dalam sekali proses adalah sebesar 776 menit.



Gambar 3. Big Picture Mapping PT XYZ

Identifikasi VA, NNVA, dan NVA dilakukan melalui wawancara terhadap pihak yang terkait terutama pada bagian *logistic* dan *service* pada kegiatan *Value Added* (VA), *Necessary Non Value Added* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA) yang ada pada aliran proses produksi hingga ke gudang tujuan. Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Klasifikasi VA, NNVA, dan NVA

No	Aktivitas	Waktu	Classification		
			VA	NNVA	NVA
1	Inspeksi Bahan Baku	30 menit	-	V	-
2	Gudang Bahan Baku	-	-	V	-
3	Proses Pengisian Material	5 menit	V	-	-
4	Proses <i>Mixing</i>	3 menit	-	V	-
5	Proses <i>Produksi</i> :	-	-	-	-
6	<i>Granulator</i>	15 menit	V	-	-
7	<i>Dryer</i>	20 menit	-	V	-
8	<i>Cooler</i>	20 menit	-	V	-
9	<i>Screen</i>	15 menit	-	-	V
10	<i>Coating</i>	5 menit	V	-	-
11	Proses Penyimpanan	48 jam	-	-	V
12	Proses <i>Packing</i>	12 jam	-	-	V
13	Gudang Jadi	-	V	-	-

Berdasarkan identifikasi pemborosan sepanjang *value stream* tersebut terdapat lima jenis aktivitas pemborosan yaitu *Inventory*, *Motion*, *Waiting*, *Overprocess*, *Defect*. Identifikasi tujuh jenis pemborosan dari kegiatan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Identifikasi Tujuh Jenis Pemborosan

No	Kegiatan	T	I	M	W	O	O	D
1	<i>Fan impeler</i> kurang menghasilkan angin	-	-	-	v	-	-	-
2	<i>Vibrator</i> tidak mampu bergetar secara maksimal	-	-	v	-	-	-	-
3	<i>Roller</i> aus/macet	-	-	-	v	-	-	-
4	Operator tidak fokus dalam pengoperasian mesin	-	-	v	-	-	-	-
5	Produk material menggunakan bahan dengan kualitas rendah atau tidak sesuai dengan perhitungan resep	-	-	-	-	-	-	v
6	Screen yang digunakan untuk proses pengayakan mengalami soak/berlubang dan motor getar mati	-	-	-	v	-	-	-
7	Perhitungan resep salah selama proses IF	-	-	-	-	-	v	-
8	Atap yang bocor dikarenakan material mengandung sifat korosif tinggi	-	-	-	v	-	-	-
9	Produk mengalami <i>caking</i>	-	-	-	-	-	-	v
10	Pembelian bahan baku yang berlebihan	-	v	-	-	-	-	-
11	Kebocoran karung karna produk terjatuh dari tempat penyimpanan	-	-	-	-	-	-	v

Identifikasi jenis *defect* yang berpengaruh dengan persentase yang paling dominan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil pengaruhnya dapat dilihat pada table 3 dibawah ini:

Tabel 3. Identifikasi Jenis Defect dengan Pengaruh Paling Dominan dalam Proses Produksi

No	Jenis Defect	Jumlah Defect (ton)	Persentase
1	Penggunaan bahan tidak sesuai perhitungan resep	10.600	48%
2	Karung pupuk rusak (bocor)	7.500	34%
3	Pupuk menggumpal (<i>caking</i>)	4.000	18%
TOTAL		11.700	100%

Pada tabel diatas, terlihat bahwa cacat akibat penggunaan bahan tidak sesuai perhitungan resep memiliki dampak paling dominan yang menghasilkan *presentase* sebesar 48% dari keseluruhan jumlah *defect* yang terjadi. Peta kontrol X dan R dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Peta Kontrol X dan R

No	Periode (Tahun 2024)	Jumlah Produksi (Ton)	Jenis Defect			Rata - rata (X)	Range (R)
			X1	X2	X3		
1	Januari	13.000	2.500	2.000	1.500	2.000,00	1.000,00
2	Februari	13.000	2.800	1.800	1.000	1.866,67	1.800,00
3	Maret	13.000	1.000	750	200	650,00	800,00
4	April	13.000	2.400	1.750	900	1.683,33	1.500,00
5	Mei	13.000	1.000	900	200	700,00	800,00
6	Juni	13.000	900	300	200	466,67	700,00
Total Defect						7.366,67	6.600,00
Rata-rata						1.228	1.100,00

Perhitungan kapabilitas proses (Cp/Cpk) menghasilkan Cp sebesar 578 ternyata lebih dari 1, hal ini menunjukkan kapabilitas proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan sangat baik.

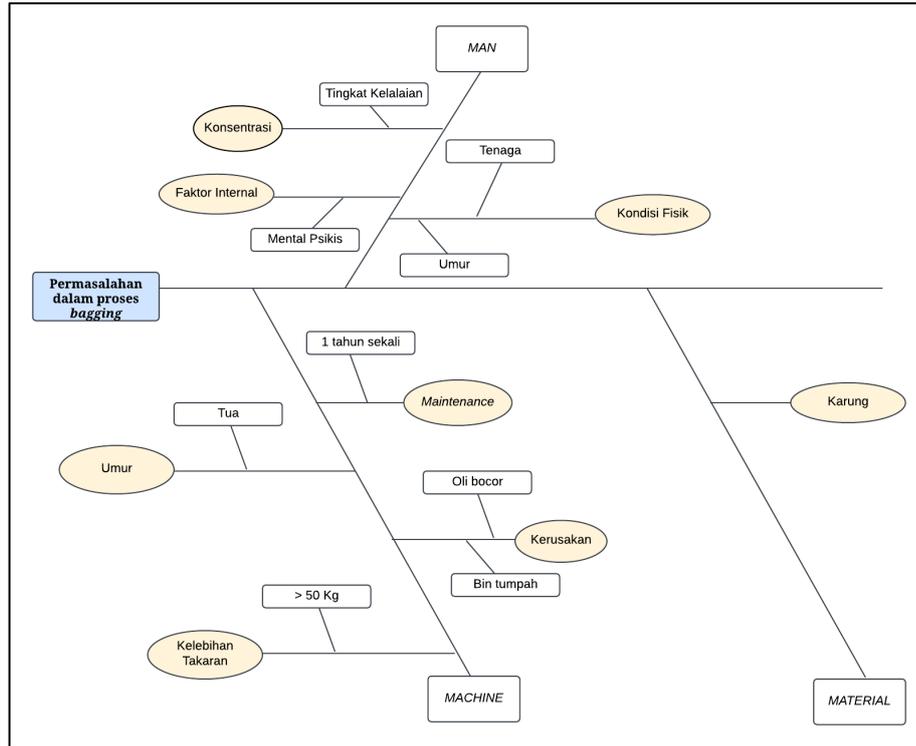
$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{1.100}{1.693} = 0,649$$

$$C_p = \frac{UCL-LCL}{6\sigma} = \frac{2.353-102}{6 \times 0,649} = \frac{2.251}{3,894} = 578$$

$C_p = 578 : C_p > 1,33$: maka kapabilitas proses sangat baik

Pengolahan Data Menggunakan Tahap *Analyze*

Pemfokusan masalah pada permasalahan NPK yang cacat melibatkan banyak pihak sebagai sumber informasinya, diantaranya *supervisor* dan *foreman* yang ada dilapangan. Menurut beberapa data dari para ahli dapat dilihat pada gambar 4 diagram Ishikawa atau diagram *fishbone* dibawah ini:



Gambar 4. Diagram Fishbone Permasalahan dalam Proses *Bagging*

Setelah ditetapkan CTQ dari semua jenis-jenis *defect* pada pupuk NPK maka RCA terbagi menjadi 3 jenis, yaitu RCA terhadap karung pupuk rusak (bocor), penggunaan bahan tidak sesuai perhitungan resep, dan RCA terhadap pupuk menggumpal (*caking*). Pada tabel 5 dibawah berikut ini akan ditunjukkan RCA 5 *Why* dan akar penyebab kritis dari masing-masing CTQ.

Tabel 5. 5 *Why's* dan Akar Penyebab Kritis

Jenis Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Penggunaan Bahan Tidak Sesuai Perhitungan Resep	Material tidak sesuai dengan standar kualitas	Kualitas bahan baku yang buruk	Kurangnya pengawasan	Sistem pengawasan yang tidak memadai	
	Produk pupuk gagal diproduksi dengan baik	Perhitungan resep yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan	Kesalahan dalam menghitung proporsi	Kondisi lingkungan yang tidak sesuai	Kurangnya konsentrasi atau fokus
			Kurangnya pemahaman terhadap resep		Kelelahan fisik atau mental

Jenis Defect	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Karung Pupuk Rusak (Bocor)	Karung pupuk tertusuk paku yang menonjol pada palet	Palet patah atau retak	Kualitas palet kurang kuat	Bahan baku kayu yang digunakan sebagai bahan pembuatan palet kurang kuat	
			Palet sudah rapuh		
	Karung pupuk terkena ujung <i>forklift</i>	Rem pada <i>forklift</i> sudah banyak yang tidak berfungsi	Jarang dilakukan <i>maintenance</i>	Waktu untuk melakukan <i>maintenance</i> jarang	Jumlah <i>forklift</i> yang sedikit, namun digunakan secara <i>overload</i> untuk memenuhi kebutuhan produksi
		<i>Human error</i>	Operator (supir) kurang terampil dalam pemakaian <i>forklift</i>		
Pupuk Menggumpal (Caking)	Butiran pupuk terlalu lembut (kecil)	Proses <i>screening</i> (pengayakan) terhadap butiran pupuk kurang sempurna	Kapasitas <i>screener</i> dipaksa untuk mengayak butiran pupuk		
		Proses <i>granulation</i> (pembentukan butiran pupuk kurang sempurna)	<i>Recycle ratio</i> pada proses <i>granulation</i> kurang dari 3-5		
	Temperatur produk terlalu tinggi (panas) saat proses <i>packaging</i>	Proses <i>cooling</i> kurang sempurna	Jumlah (<i>rate</i>) udara dingin yang masuk pada <i>cooler</i> (sistem pendingin tidak maksimal)		
			<i>Heat exchanger</i> (penukaran panas) untuk menurunkan temperatur dan kelembaban udara tidak berfungsi optimal	Sedikitnya udara yang masuk pada <i>heat exchanger</i>	Terbentuknya <i>ice</i> pada plat di dinding luar <i>tube heat exchanger</i>

Dari hasil penilaian yang telah dilakukan dengan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*, maka nilai RPN (*Risk Priority Number*) dapat dihasilkan dengan cara mengalikan nilai dari *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dimana nilai tersebut dijadikan patokan pemilihan kegagalan yang perlu untuk dilakukan *improvement*. Hasil pengisian nilai SOD dan hasil RPN dari masing-masing jenis *defect* dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Pengisian Nilai SOD dan RPN

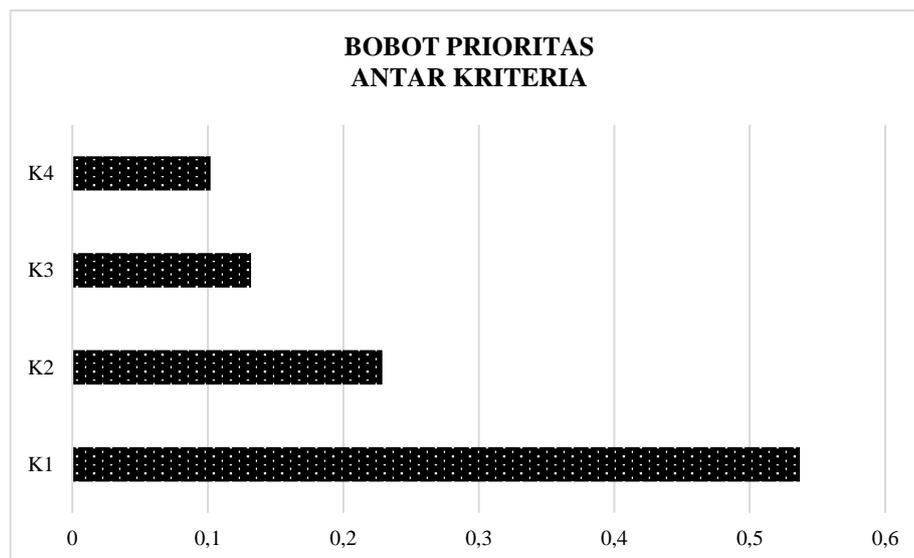
Jenis Defect	Effect	Severity	Cause	Occurance	Control	Detection	RPN
Penggunaan Bahan Tidak Sesuai Perhitungan Resep	Produk pupuk gagal diproduksi dengan baik	6	Kurangnya pengawasan	4	Analisa Lebih Lanjut	5	120
		5	Penyimpanan yang tidak tepat	4	Visual	3	60
		8	Kesalahan dalam menghitung	2	Visual	1	16
		4	Kurangnya pemahaman terhadap resep	5	Visual	2	40
Karung Pupuk Rusak (Bocor)	Biaya yang bertambah untuk <i>re-bag</i> dan area menjadi kotor	4	Bahan baku kayu yang digunakan sebagai bahan pembuatan palet kurang kuat	10	Visual	1	40
		6	Palet sudah rapuh	6	Visual	2	72
		6	Jumlah <i>forklift</i> yang sedikit, namun digunakan secara <i>overload</i> untuk memenuhi kebutuhan produksi	6	Visual	2	72
		5	Operator (<i>supir</i>) kurang terampil dalam pemakaian <i>forklift</i>	2	Visual	2	20
Pupuk Menggumpal (<i>Caking</i>)	Biaya yang bertambah untuk reproses pupuk	6	Kapasitas <i>screener</i> dipaksa untuk mengayak butiran pupuk	9	Visual	2	108

Jenis Defect	Effect	Severity	Cause	Occurance	Control	Detection	RPN
		6	Recycle ratio pada proses granulation kurang dari 3-5	7	Analisa Lebih Lanjut	5	210
		7	Jumlah (rate) udara dingin yang masuk pada cooler (sistem pendingin) tidak maksimal	8	Analisa Lebih Lanjut	4	224
		5	Terbentuknya ice pada plat di dinding luar tube heat exchanger	9	Visual	2	90

Perbaikan Menggunakan Tahap *Improve*

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode yang berguna untuk membuat keputusan yang kompleks dengan cara mengatur masalah dalam suatu hierarki. Kriteria yang digunakan oleh PT XYZ mencakup kendala pada mesin, Tenaga Kerja, fasilitas perusahaan, dan Kesehatan.

Berdasarkan analisis bobot dan prioritas antar kriteria yang sesuai dengan standar perusahaan, hasil perhitungan pada kriteria kendala dalam mesin dengan prioritas 0,53710 adalah yang paling berpengaruh dalam menghasilkan kualitas dan kuantitas produk pada PT XYZ. Kriteria tenaga kerja dengan prioritas 0,22883, kriteria fasilitas perusahaan dengan prioritas 0,13195, dan kriteria Kesehatan dengan prioritas 0,10210 adalah yang terakhir. Berikut merupakan diagram batang mengenai bobot prioritas antar kriteria:



Gambar 5. Diagram Batang Bobot Prioritas Antar Kriteria

Dengan terpilihnya kriteria kendala pada mesin sebagai prioritas pertama dalam pemilihan kualitas dan kuantitas produk serta memastikan bahwa proses produksi tidak terhambat oleh kendala pada mesin, sehingga proses produksi dapat dijalankan dengan lancar.

Berdasarkan analisis bobot prioritas dalam memilih alternatif kualitas dan kuantitas produk yang baik untuk PT XYZ, Pada kriteria kendala pada mesin, responden menganggap kualitas dan kuantitas produk B paling baik dengan nilai prioritas tertinggi sebesar 0,46130. Kualitas dan kuantitas produk C memiliki nilai prioritas 0,42984 dan yang terakhir kualitas dan kuantitas produk A memiliki nilai prioritas 0,10885. Pada kriteria tenaga kerja, responden menganggap kualitas dan kuantitas produk B paling baik dengan nilai prioritas tertinggi sebesar 0,48962. Kualitas dan kuantitas produk C memiliki nilai prioritas 0,39658 dan yang terakhir kualitas dan kuantitas produk A memiliki nilai prioritas 0,11378. Pada kriteria fasilitas perusahaan, responden menganggap kualitas dan kuantitas produk A paling baik dengan nilai prioritas tertinggi sebesar 0,64928. Kemudian kualitas dan kuantitas produk C dengan nilai prioritas 0,20185, dan yang terakhir kualitas dan kuantitas produk B dengan nilai prioritas 0,14885. Pada kriteria Kesehatan, responden menganggap kualitas dan kuantitas produk B paling baik dengan nilai prioritas tertinggi sebesar 0,38134. Selanjutnya, kualitas dan kuantitas produk A dengan nilai prioritas 0,33653, dan yang terakhir kualitas dan kuantitas produk B dengan nilai prioritas 0,28212.

Hasil pengukuran konsistensi jawaban responden dapat disimpulkan bahwa penilaian seluruh responden adalah konsisten karena nilai $CR < 0,1$. Oleh karena itu, tidak perlu dilakukan lagi pengisian nilai-nilai pada matriks berpasangan. Berikut merupakan tabel 7 yang menunjukkan nilai konsistensi rasio (CR) dari penilaian responden.

Tabel 7. Nilai Konsistensi Rasio (CR)

Perbandingan Berpasangan	CR	Keterangan
Antar kriteria	0,04763	Konsisten
Antar alternatif terhadap kriteria kendala dalam mesin	0,00436	Konsisten
Antar alternatif terhadap kriteria tenaga kerja	0,00041	Konsisten
Antar alternatif terhadap kriteria fasilitas perusahaan	0,01161	Konsisten
Antar alternatif terhadap kriteria kesehatan	0,00361	Konsisten

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan konsep *lean manufacturing* dapat dianalisis mengenai permasalahan yang ada pada PT XYZ dengan akar penyebab dari permasalahan yang terbagi menjadi 3 jenis *defect* yaitu

karung pupuk rusak (bocor), penggunaan bahan tidak sesuai perhitungan resep, dan pupuk menggumpal (*caking*). Penyebab kegagalan produk tersebut dikarenakan faktor *man, machine, methode*, maupun *material*. Perhitungan nilai RPN pada masing-masing *defect* dimana nilai RPN sebesar 224 menjadi nilai yang paling besar diantara nilai lain yang diperoleh dari perhitungan *defect* pupuk yang menggumpal (*caking*).

Perbaikan dari permasalahan pada PT XYZ, menggunakan metode AHP dengan kriteria kendala dalam mesin memiliki nilai prioritas 0,53710 berdampak paling besar terhadap pemborosan yang terjadi pada PT XYZ. Di urutan kedua yaitu kriteria tenaga kerja memiliki nilai prioritas 0,22883. Disusul kriteria pelayanan ketiga memiliki nilai prioritas 0,13195, dan kriteria kualitas prioritas keempat memiliki nilai prioritas 0,10210. Kemudian untuk perhitungan, kualitas dan kuantitas produk yang terpilih adalah kualitas dan kuantitas produk B dengan nilai prioritas tertinggi dibandingkan kedua kualitas dan kuantitas produk lainnya dengan nilai prioritas sebesar 0,4082. Kualitas dan kuantitas produk B dipilih dengan beberapa pertimbangan yaitu kendala pada mesin yang selalu ada dibandingkan dengan pemborosan lainnya, tenaga kerja lebih sedikit, fasilitas perusahaan yang cukup memadai, dan perlindungan kesehatan serta keselamatan bagi pekerja yang sudah sesuai dengan standar perusahaan.

Dalam memenuhi produksi pupuk, PT XYZ perlu memperhatikan bobot dari setiap kriteria mengurangi pemborosan karena setiap kriteria memiliki pengaruh yang berbeda-beda. Dengan mempertimbangkan bobot ini, perusahaan dapat meminimalisir pemborosan yang ada pada produksi perusahaan. Hal ini penting untuk menjaga kelancaran proses produksi agar berjalan sesuai jadwal yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan baik. Penulis berharap untuk penelitian mendatang bisa menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mengurangi ketidakpastian dan ketidaktepatan dalam menghubungkan persepsi ke angka numeric.

DAFTAR PUSTAKA

- Lestari, K., & Susandi, D. (2019). Penerapan lean manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 567–575.
- Rekayasa, J., Manajemen, D. A. N., Industri, S., Tiarso, F. E., Choiri, M., & Hamdala, I. (2000). Upaya pengurangan waste di bagian pre-spinning dengan pendekatan lean manufacturing (Studi kasus di PT XYZ). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*, 3(1), 53–64.
- Sarman, S., & Soediantono, D. (2022). Literature review of Lean Six Sigma (LSS) implementation and recommendations for implementation in the defense industries. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 24–34. <https://jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/273>

Utama, D. M., Dewi, S. K., & Mawarti, V. I. (2016). Identifikasi waste pada proses produksi key set clarinet dengan pendekatan lean manufacturing. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 36. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i1.1572>