EISSN: 2528 - 0112

JURNAL VIRTUAL OF MECHANICAL ENGINEERING ARTICLE (V-MAC)

https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/vmac email: vmac.mesin@gmail.com

Analisis Penyebab *Waste* pada Proses Pengantongan Pupuk dengan Metode *Lean Six Sigma* dan 5 Whys di Gudang PT XYZ

Muhammad Ilham Adi Prayoga[1], Rr. Rochmoeljati[2]
[1)] Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia, 22032010156@student.upnjatim.ac.id.
[2)] Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia, rochmoeljati@gmail.com.

Corresponding Author: ilhamadi7214@gmail.com[1]

Abstract: *The fertilizer industry needs to maintain product quality and process efficiency to maintain competitiveness. However, the fertilizer bagging process at PT XYZ's warehouse still contains non-value-added activities and defective products due to incompatibility of equipment, work methods, and operator factors. Over a 6-month period, the total bagging volume reached 211,770 tons, with 16,506 tons of defective products. This study focuses on the fertilizer bagging process, thus providing a more specific study of packaging characteristics in the fertilizer industry. The method used in this study is the integration of Lean Six Sigma and 5 Whys. This study aims to identify waste, analyze root causes, and develop improvements. The results show a Defects Per Million Opportunities (DPMO) value of 19,436, a sigma value of 3.57, and a process capability value of 1.19. The dominant waste identified was defects, waiting, and motion, with the Process Cycle Efficiency (PCE) value increasing from 52.5% to 64.3% after the implementation of proposed improvements in the form of inspection and calibration of scales, check sheet monitoring, installation of guide plates on sewing machines, and management of forklift use.*

Keyword: *Lean Six Sigma, Waste, Bagging Process, Fertilizer, 5 Whys.*

Abstrak: Industri pupuk perlu menjaga kualitas produk dan efisiensi proses untuk mempertahankan daya saing. Namun, proses pengantongan pupuk di gudang PT XYZ masih terdapat aktivitas tidak bernilai tambah serta produk cacat akibat ketidaksesuaian peralatan, metode kerja, dan faktor operator. Selama 6 bulan, total pengantongan mencapai 211.770 ton dengan produk cacat sebesar 16.506 ton. Penelitian ini berfokus pada proses pengantongan pupuk sehingga memberikan kajian yang lebih spesifik terhadap karakteristik pengemasan di industri pupuk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah integrasi *Lean Six Sigma* dan 5 *Whys*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pemborosan, menganalisis akar penyebab, dan menyusun perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) sebesar 19.436, nilai sigma 3,57 dan nilai kapabilitas proses 1,19. Pemborosan dominan yang teridentifikasi adalah *defect, waiting,* dan *motion*, dengan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat dari 52,5% menjadi 64,3% setelah penerapan usulan perbaikan berupa inspeksi dan kalibrasi timbangan, *check sheet monitoring*, pemasangan *guide plate* pada *sewing machine*, serta pengelolaan penggunaan forklift.

Kata Kunci: *Lean Six Sigma*, Pemborosan, Proses Pengantongan, Pupuk, 5 *Whys.*

1. PENDAHULUAN

Pupuk memiliki peran penting dalam mendukung produktivitas sektor pertanian, sehingga ketersediaan dan pemenuhannya menjadi faktor utama dalam menjaga ketahanan pangan [1]. Seiring meningkatnya permintaan pasar domestik maupun ekspor, industri pupuk dituntut untuk menjaga kualitas produk agar tetap mampu bersaing [2]. Oleh karena itu, pengendalian kualitas yang efektif diperlukan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi pemborosan dalam proses produksi [3]. Sebaliknya, pemborosan dan produk cacat yang tidak ditangani dengan baik dapat menurunkan efisiensi operasional serta menyebabkan kerugian bagi perusahaan [4]. Kualitas mencerminkan kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan melalui aspek fungsi, keandalan, kemudahan penggunaan, dan kemudahan perawatan [5]. Oleh karena itu, pengendalian kualitas diperlukan untuk memastikan proses produksi berlangsung sesuai standar sehingga produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan [6].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi pupuk anorganik. Salah satu tahapan penting dalam proses produksinya adalah pengantongan pupuk yang dilakukan di gudang pengantongan sebelum produk didistribusikan. Berdasarkan data selama 6 bulan, sebanyak 16.506 ton atau 7,8% dari total produksi sebesar 211.770 ton mengalami cacat. Hasil observasi juga menunjukkan adanya beberapa jenis *waste*, yaitu *defect* berupa berat produk tidak sesuai standar, kantong sobek, jahitan lepas, dan jahitan tidak rata, waiting akibat keterlambatan pemuatan palet, motion karena penyesuaian posisi karung secara manual dan penanganan karung yang tersangkut pada conveyor, serta *overprocessing* akibat pengemasan ulang produk cacat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pengantongan masih memerlukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi. Untuk mengatasi pemborosan pada proses pengantongan pupuk di Gudang PT XYZ, diperlukan pendekatan yang berfokus pada peningkatan kualitas dan pengurangan *waste*. Penerapan metode *Lean Six Sigma* dinilai efektif untuk mengurangi pemborosan dalam proses produksi [7]. Selain itu, *Lean Six Sigma* juga mampu mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah, aktivitas tidak bernilai tambah, serta karakteristik kualitas yang menjadi prioritas perbaikan (*Critical To Quality*) [8]. Setelah *waste* teridentifikasi, analisis akar penyebab dilakukan menggunakan metode 5 *Whys*. Metode ini dipilih karena mampu menelusuri penyebab utama permasalahan melalui pertanyaan "mengapa" secara berulang hingga diperoleh akar penyebab yang menjadi dasar penyusunan usulan perbaikan[9].

Lean Six Sigma merupakan pendekatan yang mengintegrasikan konsep *lean* dan *six sigma* untuk mengurangi pemborosan, menekan variasi proses, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi melalui perbaikan berkelanjutan [10]. Dalam penerapannya, lean berfokus pada eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, sedangkan six sigma bertujuan mengurangi variasi proses agar tingkat kecacatan dapat diminimalkan. Pemborosan yang menjadi sasaran perbaikan meliputi *defect*, *overproduction, waiting, transportation, inventory, motion,* dan *overprocessing* [11]. *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan metode yang digunakan untuk memetakan aliran material, informasi, dan aktivitas proses secara menyeluruh [12]. Melalui VSM, aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dapat dibedakan sehingga pemborosan lebih mudah diidentifikasi. Selain itu, VSM menjadi dasar dalam merancang perbaikan proses untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi *lead time* [13].

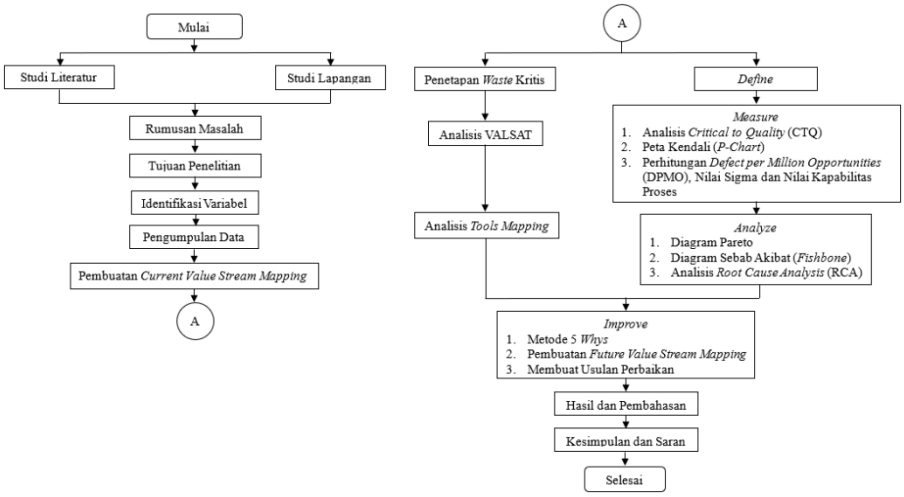
Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan sehingga tindakan perbaikan dapat diarahkan pada sumber masalah [14]. Dalam penerapannya, RCA didukung oleh beberapa alat analisis, seperti diagram pareto, diagram *fishbone*, dan metode 5 *Whys*, untuk menelusuri penyebab masalah secara sistematis [15]. Metode 5 *Whys* merupakan salah satu teknik dalam RCA yang digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah melalui pertanyaan "mengapa" secara berulang [16]. Proses analisis dilakukan hingga diperoleh penyebab yang paling mendasar dan sesuai dengan kondisi aktual sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan [17]. Integrasi Lean Six Sigma

dengan VSM dan 5 Whys dinilai lebih relevan dibandingkan metode perbaikan kualitas lainnya karena mampu mengidentifikasi pemborosan secara menyeluruh dan menganalisis akar penyebab masalah secara sistematis, sehingga usulan perbaikan yang dihasilkan lebih efektif dan tepat sasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan *waste* pada proses pengantongan pupuk di gudang PT XYZ menggunakan metode *Lean Six Sigma*, serta memberikan usulan perbaikan melalui metode 5 *Whys* berdasarkan akar penyebab yang telah diidentifikasi. Kebaruan penelitian terletak pada penerapan integrasi metode *Lean Six Sigma* dan 5 *Whys* untuk mengidentifikasi *waste*, menemukan akar penyebab permasalahan, serta menghasilkan rekomendasi perbaikan yang diharapkan mampu meminimalkan *waste* dan meningkatkan efisiensi proses pengantongan.

2. METODE

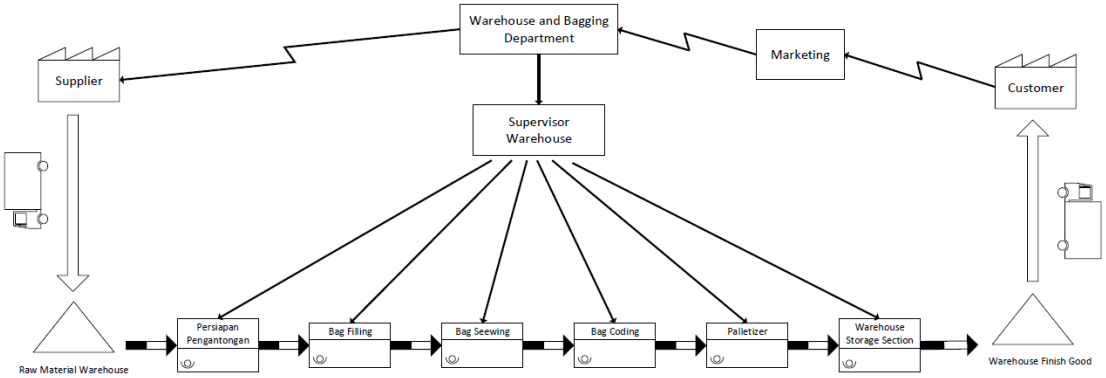
Penelitian dilakukan pada gudang PT XYZ. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara menggunakan kuesioner kepada tiga responden dengan *expert judgement*, dan dokumentasi terkait proses pengantongan pupuk di gudang PT XYZ. Data sekunder yang digunakan meliputi data aliran proses pengantongan, data jenis dan jumlah *defect* pengantongan pupuk, data hasil pengantongan pupuk periode Juli 2025–Desember 2025, serta data tujuh jenis pemborosan yang terdiri atas *defect*, *over production*, *over processing*, *waiting*, *transportation*, *motion*, dan *inventory*.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Current Value Stream Mapping



Gambar 2. *Current State Value Stream Mapping* Proses Pengantongan Pupuk
Sumber : Data Internal Perusahaan, 2026

Berdasarkan Gambar 2, *Current Value Stream Mapping* (CVSM) menggambarkan kondisi aktual aliran proses pengantongan. Aliran proses tersebut digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi dieliminasi atau diminimalkan sehingga peluang pengurangan waste dapat ditentukan sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan.

Penetapan *Waste* Kritis

Untuk mengidentifikasi pemborosan pada proses pengantongan pupuk, dilakukan wawancara menggunakan kuesioner kepada tiga responden yang berperan sebagai *expert judgement*. Hasil penilaian tersebut menghasilkan urutan prioritas pemborosan yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pembobotan *Waste*

No	Pemborosan	Responden			Bobot VALSAT	*Ranking*
		1	2	3		
1	*Defect*	4	4	3	3,67	1
2	*Waiting*	3	3	4	3,33	2
3	*Motion*	3	3	2	2,67	3
4	*Overprocessing*	3	2	2	2,33	4
5	*Transportation*	2	2	2	2	5
6	*Overproduction*	2	2	1	1,67	6
7	*Inventory*	1	1	1	1	7

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan Tabel 1, *waste* yang paling dominan adalah *waste defect* sebesar 3,67, *waste waiting* sebesar 3,33 dan *waste motion* sebesar 2,67. Ketiga *waste* tersebut menjadi prioritas utama dalam penyusunan usulan perbaikan proses.

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah urutan prioritas waste diperoleh, dilakukan pembobotan menggunakan matriks VALSAT dengan mengalikan bobot masing-masing waste terhadap faktor skala *High* (9), *Medium* (3), dan *Low* (1). Matriks pembobotan disajikan pada Tabel 2, sedangkan hasil perhitungan skor VALSAT disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. *Matrix Value Stream Analysis Tools*

No	*Waste*	*Mapping Tools*						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
1	*Transportasion*	H	-	-	-	-	-	L
2	*Waiting*	H	H	L	-	M	M	-
3	*Over Production*	L	M		L	M	M	-
4	*Defect*	L	-		H			-
5	*Inventory*	M	L	M	-	H	M	L
6	*Motion*	H	H		-	-	-	-
7	*Over Processing*	H	-	M	-	-	-	-

Sumber : Hasanah dkk., 2023

Keterangan tabel:
H (*High Correlation and Usefullness*) Aspek pengali = 9
M (*Medium Correlation and Usefullness*) Aspek pengali = 3
L (*Low Correlation and Usefullness*) Aspek pengali = 1
Bobot Waste = Berdasarkan nilai pembobotan waste hasil rekapitulasi kuesioner

$$VALSAT = Bobot\ Waste \times Nilai\ Korelasi\ (H, L, M) \quad (1)$$

Tabel 3. Perhitungan Hasil Skor VALSAT

No	*Waste*	*Mapping Tools*						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
1	*Transportasion*	27	-	-	-	-	-	3
2	*Waiting*	54	54	6	-	18	18	-
3	*Over Production*	2	6	-	2	6	6	-
4	*Defect*	7	-	-	63	-	-	-
5	*Inventory*	3	1	3	-	9	3	1
6	*Motion*	45	45	-	-	-	-	-
7	*Over Processing*	36	-	12	-	-	-	-

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan hasil pembobotan VALSAT pada Tabel 3, *Process Activity Mapping* (PAM) memperoleh skor tertinggi sebesar 174 sehingga dipilih untuk analisis lanjutan. Hal ini karena PAM memiliki korelasi tinggi terhadap lebih banyak jenis *waste* dibandingkan *mapping tools* lainnya.

Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan setiap tahapan pada proses pengantongan pupuk ke dalam kategori aktivitas, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 4. Rekapitulasi Aktivitas Proses Produksi Menggunakan PAM

No	Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Persentase (%)	Waktu Aktivitas	Persentase (%)
1	*Operation*	25	56,8%	1955,0	57,84%
2	*Transportation*	9	20,5%	625,0	18,49%
3	*Inspection*	6	13,6%	178,0	5,27%
4	*Storage*	0	0,0%	0	0,00%
5	*Delay*	4	9,1%	622,0	18,40%
	Total	44	100%	3380,0	100,0%

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan Tabel 4, aktivitas *operation* merupakan aktivitas terbanyak dengan 25 aktivitas (56,8%), diikuti *transportation* sebanyak 9 aktivitas (20,5%), *inspection* 6 aktivitas (13,6%), dan *delay* 4 aktivitas (9,1%), sedangkan aktivitas *storage* tidak teridentifikasi. Proporsi terbesar aktivitas *operation* menunjukkan bahwa sebagian besar proses memberikan nilai tambah, namun keberadaan aktivitas *transportation*, *inspection*, dan *delay* mengindikasikan masih terdapat peluang pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Aktivitas pada proses pengantongan pupuk juga diklasifikasikan menjadi *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA).

Tabel 5. Rekapitulasi Aktivitas Proses Pengantongan Berdasarkan VA, NVA, dan NNVA

Aktivitas	Jumlah	Persentase	Waktu (Detik)	Persentase
Value Added (VA)	21	47,7%	1773,0	52,5%
Necessary Non-Value Added (NNVA)	19	43,2%	985,0	29,1%
Non *Value Added* (NVA)	4	9,1%	622	18,4%
Total	44	100,0%	3380,0	100,0%

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Untuk perhitungan *Process Cycle Efficiency* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$PCE = \frac{Value\ Added}{Total\ Lead\ Time} x100\% \quad (2)$$

$$PCE = \frac{1773}{3380} x100\% = 52{,}5\%$$

Six Sigma

Define

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur pupuk anorganik. Pada proses pengantongan di Gudang PT XYZ masih ditemukan *waste* dan *defect*, seperti ketidaksesuaian berat, jahitan tidak rata, jahitan miring, dan kantong sobek. Penelitian ini menerapkan *Lean Six Sigma* dan metode 5 *Why* untuk mengidentifikasi penyebab *waste* serta menyusun usulan perbaikan proses.

Measure

Perhitungan dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kecacatan pada proses pengantongan pupuk berdasarkan data jumlah produksi, jumlah cacat, dan jenis cacat selama enam periode pengamatan. Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) pada proses pengantongan pupuk dilakukan berdasarkan data jenis cacat yang terakumulasi selama enam bulan pengamatan. Hasilnya disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Identifikasi *Critical To Quality*

No	Jenis Cacat	Frekuensi	Persentase
1	Berat Tidak Sesuai Standar	4952	30%
2	Jahitan Tidak Merata	3212	19,46%
3	Kantong Sobek	6702	40,6%
4	Jahitan Miring	1640	9,94%
	Total	16506	100,0%

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan Tabel 6, kantong sobek merupakan *Critical to Quality* (CTQ) yang paling banyak terjadi dengan persentase 40,6%, diikuti berat tidak sesuai standar sebesar 30%. Tingginya frekuensi cacat kantong sobek menunjukkan bahwa kualitas proses pengantongan masih dipengaruhi oleh kondisi peralatan dan penanganan material. Oleh karena itu, jenis cacat ini menjadi prioritas pada tahap analisis akar penyebab.

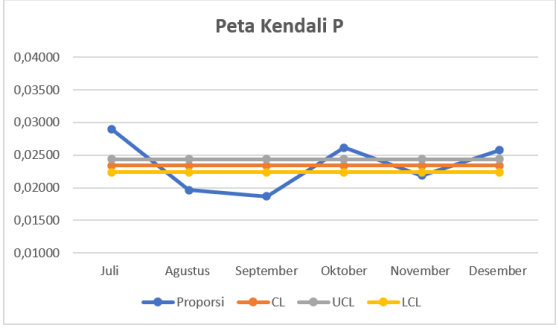
Peta kendali P digunakan untuk mengevaluasi proporsi produk cacat selama enam periode pengamatan pada cacat kantong sobek. Hasil perhitungan nilai p, UCL, CL, dan LCL disajikan pada tabel 6.

Tabel 7. Rekapituasi UCL, CL, dan LCL Selama 6 Periode pada Cacat Kantong Sobek

Periode	Total Produksi (Ton)	Total Cacat (Ton)	Proporsi	CL	UCL	LCL
1	42.376,5	1228	0,02898	0,02338	0,02437	0,02240
2	44.518,5	874	0,01963	0,02338	0,02437	0,02240
3	31.122	582	0,01870	0,02338	0,02437	0,02240
4	29.346	768	0,02617	0,02338	0,02437	0,02240
5	40.944	896	0,02188	0,02338	0,02437	0,02240
6	23.463	604	0,02574	0,02338	0,02437	0,02240

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Hasil perhitungan pada tabel 7 selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk grafik yang disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Kendali P
Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan Gambar 2, proporsi cacat pada seluruh periode pengamatan berada di luar batas kendali. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pengantongan pupuk tidak terkendali secara statistik. Hal ini mengindikasikan adanya penyimpangan proses.

Perhitungan DPMO, nilai sigma, dan kapabilitas proses (Cp) digunakan untuk mengetahui tingkat kecacatan dan kapabilitas proses. Berikut perhitungan periode 1:

$$DPO = \frac{banyaknya\ unit\ cacat}{banyaknya\ unit\ yang\ diproduksi \times CTQ} \quad (3)$$

$$DPO = \frac{3371}{42376{,}5 \times 4} = 0{,}019887$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (4)$$

$$DPMO = 0{,}019887 \times 1.000.000 = 19887$$

Perhitungan Level Sigma:

DPMO = 19.699 (X2), nilai konversi sigma = 3,56 (Y2)

DPMO = 20.182 (X1), nilai konversi sigma = 3,55 (Y1)

DPMO = 19.887 (X), nilai konversi sigma (Y) adalah?

Maka

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} \quad (5)$$

$$= \frac{19.887-20.182}{19.699-20.182} = \frac{y-3{,}55}{3{,}56-3{,}55}$$

$$= \frac{-305}{-483} = \frac{y-3{,}55}{0{,}01}$$

$$0{,}631 = \frac{y-3{,}55}{0{,}01}$$

$$0{,}631 \times 0{,}01 = y - 3{,}55$$

$$y = 3{,}55 + 0{,}00631$$

$$= 3{,}55631 \sim 3{,}56$$

Jadi, perhitungan nilai sigma pada periode ke-1 dengan nilai DPMO sebesar 19.887 didapatkan nilai konversi Six Sigma sebesar 3,56.

Perhitungan Kapabilitas Proses Periode 1:

$$Cp = \frac{Nilai\ sigma}{3} \quad (6)$$

$$Cp = \frac{3{,}56}{3}$$

$$Cp = 1{,}186$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai Cp sebesar 1,186 menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang cukup baik, meskipun masih terdapat peluang untuk peningkatan melalui perbaikan. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan selama 6 periode disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi DPO, DPMO, dan Level Sigma Proses Pengantongan Pupuk Selama 6 Periode

Periode	Total Produksi (Ton)	Total Cacat (Ton)	CTQ	DPO	DPMO	Nilai Sigma	Kapabilitas Proses
1	42.376,50	3371	4	0,019887	19887	3,56	1,186
2	44.518,50	3540		0,019879	19879	3,56	1,186
3	31.122	2320		0,018636	18636	3,58	1,193
4	29.346	2290		0,019509	19509	3,56	1,186
5	40.944	3132		0,019124	19124	3,57	1,19
6	23.463	1853		0,019744	19744	3,56	1,186

Sumber : Pengolahan Data, 2026

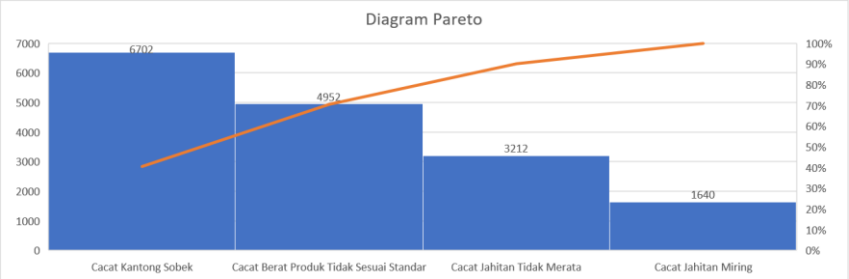
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa proses pengantongan pupuk memiliki rata-rata nilai sigma 3,57 dengan DPMO 19.436, yang mengindikasikan kapabilitas proses berada di atas rata-rata industri Indonesia. Selain itu, nilai Cp sebesar 1,19 menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang cukup, namun masih terdapat peluang untuk meningkatkan kapabilitas proses melalui upaya perbaikan.

Analyze

Tahap Analyze dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat pada proses pengantongan melalui diagram pareto, diagram fishbone, dan *Root Cause Analysis* (RCA).

Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk menentukan prioritas jenis cacat berdasarkan frekuensi cacat. Hasil analisis ditunjukkan pada gambar 3.

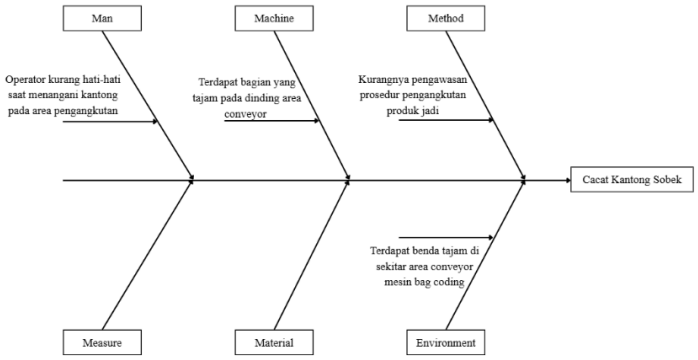


Gambar 3. Diagram Pareto
Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan hasil analisis Pareto, cacat kantong sobek sebesar 6.702 ton (40,6%), berat produk tidak sesuai standar sebesar 4.952 ton (30,0%), jahitan tidak merata sebesar 3.212 ton (19,46%), dan jahitan miring sebesar 1.640 ton (9,94%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kantong sobek standar merupakan cacat yang paling dominan sehingga menjadi prioritas utama dalam upaya perbaikan.

Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab suatu permasalahan berdasarkan aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Pada penelitian ini, analisis difokuskan pada cacat dominan, yaitu cacat kantong sobek, untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya kecacatan.



Gambar 6. Diagram Fishbone Cacat Kantong Sobek
Sumber : Pengolahan Data, 2026

Root Cause Analysis

Hasil analisis RCA menunjukkan bahwa penyebab cacat berasal dari faktor *man, method, material, measurement,* dan *environment*. Cacat berat produk tidak sesuai standar dipengaruhi oleh ketidakakuratan sensor timbangan, kurangnya kalibrasi, serta penggumpalan material pada hopper. Cacat jahitan tidak merata disebabkan oleh kondisi jarum jahit yang aus dan menurunnya ketelitian operator. Cacat kantong sobek dipengaruhi oleh dinding conveyor yang tajam, penanganan produk yang kurang sesuai, serta kondisi palet pengangkutan. Sementara itu, cacat jahitan miring disebabkan oleh posisi kantong yang tidak simetris, tidak adanya alat bantu pada mesin jahit, dan keterampilan operator yang belum merata.

Improve

Tahap *Improve* bertujuan menyusun usulan perbaikan berdasarkan akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi. Analisis akar penyebab dilakukan menggunakan metode 5 *Whys* pada jenis *waste* yang dominan dalam proses pengantongan pupuk.

Tabel 9. Analisis 5 *Whys*

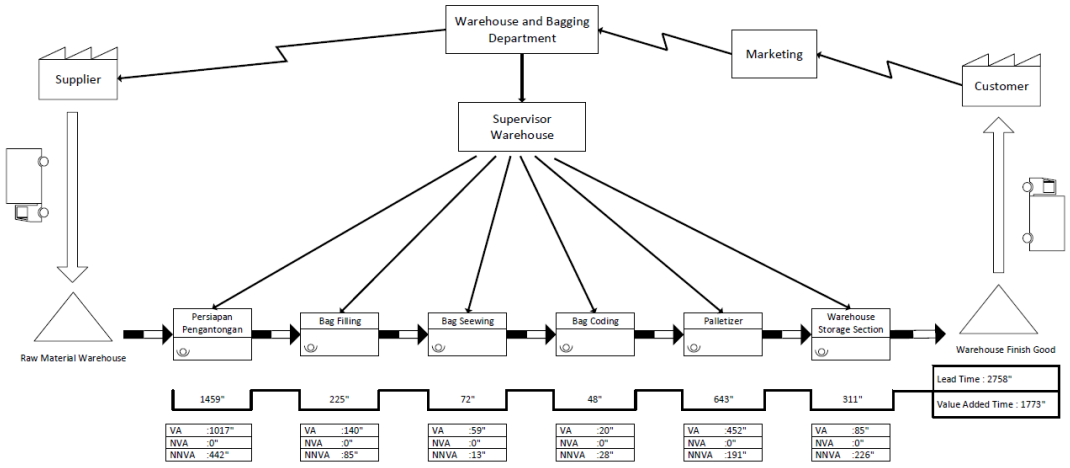
Waste	Permasalahan	*Why* 1	*Why* 2	*Why* 3	*Why* 4	*Why* 5
Defect	Cacat kantong sobek	Kantong tertusuk	Potensi bahaya pada conveyor, pallet, dan forklift	Inspeksi belum rutin	Belum ada checklist inspeksi	Inspeksi harian belum berfokus pada pencegahan kerusakan kantong.
Waiting	Keterlambatan ketersediaan forklift	Forklift tidak tersedia	Forklift digunakan di area lain	Belum ada pengaturan jumlah operasional	Koordinasi belum optimal	Belum ada sistem material handling yang terencana.
Motion	Aktivitas manual berulang oleh operator	Operator sering menangani kantong secara manual	Proses masih bergantung pada aktivitas manual	Belum ada metode kerja baku	Belum dilakukan evaluasi dan standardisasi	Belum tersedia SOP dan alat bantu untuk mengurangi aktivitas manual.

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis pemborosan, pada waste *defect* usulan perbaikan difokuskan pada peningkatan pengendalian kualitas melalui inspeksi dan kalibrasi timbangan, penerapan preventive maintenance, penggantian komponen yang aus, serta penyusunan checklist inspeksi peralatan. Pada *waiting* usulan perbaikan berupa penyediaan stok minimum palet serta pengaturan penggunaan forklift agar tidak terjadi keterlambatan proses. M*otion* dengan usulan perbaikan berupa standardisasi metode kerja dan penggunaan alat bantu untuk mengurangi aktivitas manual yang tidak bernilai tambah. Penerapan usulan tersebut diharapkan mampu mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses pengantongan pupuk.

Future Value Stream Mapping



Gambar 8. *Future State Value Stream Mapping* Proses Pengantongan Pupuk
Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan *future state value stream mapping* diatas, waktu proses pengantongan menunjukkan penurunan dari 3.380 detik menjadi 2.758 detik. Pada kondisi current state,

aktivitas *Value Added* (VA) tercatat sebesar 1.773 detik dan tetap tidak mengalami perubahan pada future state. Sementara itu, aktivitas *Non Value Added* (NVA) yang sebelumnya sebesar 622 detik berhasil dieliminasi menjadi 0 detik pada future state. Adapun aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) tetap konstan sebesar 985 detik baik pada current state maupun *future state*. Sejalan dengan perbaikan tersebut, nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat dari 52,5% menjadi 64,3%, yang menunjukkan bahwa proses pengantongan menjadi lebih efisien setelah implementasi eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

Control

Tahap *control* bertujuan untuk memastikan keberlanjutan perbaikan dalam jangka panjang melalui pemantauan proses. Namun, pada penelitian ini tahap tersebut belum dapat dilaksanakan karena implementasi usulan perbaikan sepenuhnya berada pada kewenangan perusahaan, sehingga aktivitas pengendalian belum dapat dilakukan.

Tabel 10. Analisis Perbandingan *Current State* dan *Future State* Proses Pengantongan Pupuk

Aspek	Detail Aspek	*Current State*	*Future State*
Waktu Proses	*Lead time*	3380 detik	2758 detik
Waktu	*Value Added*	1773 detik	1773 detik
	Non Value Added	622 detik	0 detik
	Necessary Non Value Added	985 detik	985 detik
Nilai PCE	*Process Cycle Efficiency*	52,5%	64,3%

Sumber : Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan tabel 10, apabila usulan perbaikan diterapkan, maka *lead time* proses pengantongan pupuk akan menurun dari 3.380 detik menjadi 2.758 detik atau berkurang sebesar 622 detik. Penurunan ini diperoleh dari eliminasi seluruh aktivitas *Non Value Added* (NVA) yang semula berjumlah 622 detik. Sementara itu, waktu *Value Added* (VA) tetap sebesar 1.773 detik dan *Necessary Non Value Added* (NNVA) tetap sebesar 985 detik. Dampaknya, nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) meningkat dari 52,5% menjadi 64,3%.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan empat jenis cacat, yaitu ketidaksesuaian berat produk, jahitan tidak merata, jahitan miring, dan kantong sobek, dengan cacat dominan berupa kantong sobek. Nilai rata-rata DPMO sebesar 19.436 dengan level sigma 3,57 menunjukkan kapabilitas proses pada tingkat 3–4 sigma, yang relatif baik dan di atas rata-rata industri. Nilai Cp sebesar 1,19 mengindikasikan proses telah mampu, namun masih memerlukan pengendalian untuk menjaga konsistensi kualitas. Usulan perbaikan juga menunjukkan potensi penurunan *lead time* dari 3.380 detik menjadi 2.741 detik serta peningkatan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari 52,5% menjadi 64,3% apabila diimplementasikan.

Rekomendasi perbaikan disusun untuk meminimalkan *waste* pada proses pengantongan pupuk berdasarkan analisis 5 *Whys*. Perbaikan pada *waste defect* mencakup inspeksi dan kalibrasi sensor timbangan, penggantian jarum jahit berkala, serta pemasangan *guide plate* pada mesin jahit. *Waste waiting* dikurangi melalui penyediaan stok minimum palet, pengaturan penggunaan forklift, dan peningkatan komunikasi antar operator. *Waste motion* diminimalkan dengan penggunaan alat bantu operasional.

REFERENSI

[1] D. E. Sitinjak, E. Prasetyo, and H. Setiyawan, “Analisis Risiko Produksi Pupuk Phonska di PT Petrokimia Gresik Jawa Timur Risk Analysis of Phonska Fertilizer Production at PT Petrokimia Gresik East Java,” *Mimb. Agribisnis J. Pemikir. Masy. Ilm. Berwawasan Agribisnis*, vol. 12, no. 1, pp. 1393–1401, 2026.

[2] F. Rozi and D. Andesta, "Analisis Pengendalian Produk Pupuk Domestik Dan Ekspor Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA Pada PT. XYZ," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 6, pp. 2050–2058, 2025.
[3] A. S. Ihsan, M. Jufriyanto, and A. W. Rizqi, "Pengendalian Kualitas Produk Pupuk Phonska dengan Metode Six Sigma dan Failure Mode Analysis," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 2, pp. 921–932, 2024.
[4] M. A. Hafizh and R. Prabowo, "Implementasi Lean Six Sigma untuk Meminimasi Waste Proses Produksi Obat Nyamuk Bakar," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, 2023.
[5] A. R. Putri, "Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Pelanggan di Unit Usaha Retail Kobantitar Mart," *Sci. J. Reflect.*, vol. 8, no. 2, pp. 584–593, 2025.
[6] S. Wardah, S. Suharto, and R. Lestari, "Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Produk Nata De Coco Dengan Metode Statistic Quality Control (SQC)," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 165, 2022, doi: 10.24853/jisi.9.2.165-175.
[7] S. A. Dharma, M. Isnaini, H. Umam, M. Hartati, and F. S. Lubis, "Usulan Penerapan Lean Six Sigma untuk Meminimasi Waste Produksi Kemeja di PT . Swakarya Indah Busana," *MATRIK J. Manaj. dan Tek. Ind.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 10.350587/Matrik.
[8] K. Ubaynakum, R. Kastaman, and T. Pujianto, "Implementasi Pendekatan Lean Six Sigma Guna Mereduksi Waste Pada Produksi Biskuit Di PT XYZ," *Mimb. Agribisnis J. Pemikir. Masy. Ilm. Berwawasan Agribisnis*, vol. 9, no. 1, pp. 95–107, 2023.
[9] Marsella, W. Kosasih, and L. L. Salomon, "Analisis Pemborosan Produksi Kain Panel Melalui Pendekatan Lean Supply Chain," *JMTI J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 106–117, 2025.
[10] A. Setianandha and A. Z. Al-faritsy, "Meminimalisir Waste Pada Proses Produksi Sarung Tangan Golf Menggunakan Lean Six Sigma," *J. Sains Student Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 64–77, 2024.
[11] S. Joes, L. L. Salomon, and F. J. Daywin, "Penerapan Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Kemasan Food Pail Pada Perusahaan Percetakan," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 224–236, 2022.
[12] M. Ilham, M. I. H. Umam, M. Yola, and Anwardi, "Evaluasi Aktivitas Non Value Added Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Dan Process Activity Mapping," *J. HEURISTIC*, vol. 21, no. 1, pp. 1–12, 2024.
[13] M. Shobur, R. Alfatiyah, T. Dahniar, and E. Supriyadi, *Sistem Produksi Lean*. 2021.
[14] M. A. Irawan, "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Kaleng PT XYZ dengan Menggunakan Metode RCA (Root Cause Analysis)," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 260–271, 2024.
[15] A. N. Rouf and K. Muhammad, "Analisis Perbaikan Penulisan List Of Material Program Preservasi Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA)," *JUSTI (Jurnal Sist. Dan Tek. Ind.*, vol. 4, no. 4, pp. 452–459, 2023.
[16] L. C. Anam and D. Nurkertamanda, "Penerapan Lean Manufacturing Di CV. Lumbung Tani Redjeki (LTR) Untuk Meningkatkan Proses Produksi," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 13, no. 3, 2024.
[17] Y. Devega, "Implementation Cause Effect Analysis In Construction Process Block 107 VSE 220073 Multipuepose Vessel Ship To Obtain Opportunities For Improvement (PT . United Sindo Perkasa)," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 3, pp. 1–8, 2023.
[18] S. Z. N. Hasanah, D. S. Oetomo, and A. F. I. Fata, "Logam Kaleng Menggunakan Value Stream Mapping Untuk Mengurangi," *J. JUIT*, vol. 2, no. 3, pp. 1–14, 2023.