

Analysis of Production Quality Improvement through the Integration of Six Sigma and Value Stream Mapping (VSM) at CV XYZ

[Analisis Peningkatan Kualitas Produksi Mengintegrasikan Metode Six Sigma Dan Value Stream Mapping (VSM) Pada CV XYZ]

Moch Faizal Hidayat¹⁾, Wiwik Sulistiyowati ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.ac.id

Abstract. *CV XYZ is a company engaged in the production of factory machine descaling products and is still experiencing product defect rates that exceed the company's quality standard of 5% per month. Based on production data from October to December 2025, the average defect rate reached 7.20%, with leaking jerry cans identified as the highest defect type at 37%. This study analyzes product defect levels and identifies waste in the production process by integrating the Six Sigma method with the DMAIC approach and Value Stream Mapping (VSM). The results show that the DPMO value ranges from 22,754 to 24,867 with a sigma level between 3.46 and 3.50, indicating that the production process is still at an average industry level and requires improvement. VSM analysis reveals that value-added activities account for 56% of the total process time, while non-value-added and necessary non-value-added activities remain relatively high. Improvement recommendations focus on stabilizing the sealing process, implementing leak testing, standardizing operating procedures, and reducing non-value-added activities. The integration of Six Sigma and VSM effectively identifies root causes and provides practical improvement strategies to enhance product quality and production efficiency.*

Keywords - *Six Sigma, Value Stream Mapping, product quality, defects.*

Abstrak. *CV XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi pembersih kerak mesin pabrik dan masih menghadapi permasalahan tingkat kecacatan produk yang melebihi standar perusahaan sebesar 5% per bulan. Berdasarkan data periode Oktober hingga Desember 2025, rata-rata kecacatan mencapai 7,20% dengan jenis defect tertinggi yaitu jerigen bocor sebesar 37%. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kecacatan produk serta mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi menggunakan integrasi metode Six Sigma dengan pendekatan DMAIC dan Value Stream Mapping (VSM). Hasil perhitungan menunjukkan nilai DPMO berada pada rentang 22.754–24.867 dengan level sigma sekitar 3,46–3,50 yang menandakan proses masih berada pada kategori rata-rata industri dan memerlukan perbaikan. Analisis VSM menunjukkan aktivitas value added sebesar 56%, sedangkan non value added dan necessary non value added masih cukup tinggi. Usulan perbaikan difokuskan pada pengendalian proses sealing, penambahan uji kebocoran, standarisasi SOP, serta pengurangan aktivitas tidak bernilai tambah. Penerapan integrasi Six Sigma dan VSM terbukti mampu mengidentifikasi akar penyebab masalah dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas serta efisiensi proses produksi.*

Kata Kunci - *Six Sigma, Value Stream Mapping, kualitas produk, kecacatan*

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, perkembangan teknologi memegang peranan yang sangat penting terutama dalam bidang industri [1]. CV XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri khususnya produk pembersih mesin pabrik yang berlokasi di Jl. Simo Kalangan I No. 50, Simomulyo, Sukomanunggal, Surabaya, Jawa Timur. Perusahaan ini berdiri dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan produk pembersih kerak mesin pabrik di wilayah Surabaya dan sekitarnya. Waktu pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama 3 (tiga) bulan, yaitu mulai dari Oktober 2025 sampai Desember 2025. Selama periode tersebut, kegiatan penelitian meliputi observasi langsung di lapangan, wawancara dengan pihak perusahaan, pengumpulan data produksi, serta analisis data menggunakan metode Six Sigma dan VSM untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah dan merumuskan strategi peningkatan proses produksi [2].

Dalam proses produksinya, perusahaan masih sering menghadapi permasalahan berupa kecacatan produk yang berdampak pada penurunan kualitas dan meningkatnya biaya produksi. Kecacatan tersebut dapat terjadi pada berbagai tahap proses, mulai dari pencampuran bahan baku dan pengisian ke kemasan [3]. Berdasarkan data produksi

selama periode Oktober hingga Desember, CV XYZ telah memproduksi pembersih mesin pabrik sebanyak 16.076 liter. Jenis kecacatan produk terdiri dari kualitas bahan baku, kemasan bocor, dan endapan pada produk. Pada bulan Oktober, jumlah produksi tercatat sebesar 6.182 liter dengan total produk cacat sebanyak 422 liter, sehingga persentase kecacatan mencapai 6,83%. Bulan November menunjukkan jumlah produksi sebesar 4.477 liter dengan total kecacatan sebanyak 334 liter, yang menghasilkan persentase kecacatan tertinggi selama periode penelitian yaitu sebesar 7,46%. Selanjutnya pada bulan Desember, dari total produksi 5.417 liter, terdapat 402 liter produk cacat dengan persentase kecacatan sebesar 7,42%. Secara keseluruhan, rata-rata persentase kecacatan produk selama tiga bulan penelitian adalah sebesar 7,20% per bulan, nilai ini melebihi standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 5% per bulan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses produksi pembersih mesin pabrik di CV XYZ masih belum berada dalam batas pengendalian kualitas yang diharapkan, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan produk dan merumuskan usulan perbaikan yang tepat. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian kualitas proses produksi masih belum optimal, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan produk dan menentukan usulan perbaikan yang tepat dan berkelanjutan.

Six Sigma adalah sebuah konsep statistik yang digunakan untuk mengukur proses yang berkaitan dengan cacat [4]. Sasaran utama Six Sigma, pendekatan yang terorganisasi dan metodis untuk memecahkan masalah adalah meningkatkan kualitas guna menciptakan barang tanpa cacat dan memenuhi permintaan konsumen [5]. Konsep penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Six Sigma sering digunakan untuk memperbaiki produk yang sebelumnya dianggap cacat, serta untuk meningkatkan proses secara berkelanjutan di industri manufaktur dan jasa [6]. Pada tahap selanjutnya yaitu *measure* dengan melakukan beberapa hal yang dilakukan untuk menentukan cacat yang merupakan CTQ dengan menggunakan diagram pareto, atau membuat peta kendali dengan menentukan batas-batas kendali pada peta tersebut yang akan digunakan dalam menganalisa pada tahap kedua ini. Kemudian akan dilanjutkan dengan proses mengukur nilai total DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) serta tingkat six sigma yang ada [7]. *Value Stream Mapping* (VSM) adalah alat Lean yang digunakan untuk memetakan aliran nilai pada suatu proses, mulai dari masuknya material hingga produk sampai ke pelanggan. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi pemborosan (*Waste*), memperbaiki aliran proses, dan meningkatkan efisiensi. alat Lean yang digunakan untuk memetakan aliran nilai pada suatu proses, mulai dari masuknya material hingga produk sampai ke pelanggan. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi pemborosan (*Waste*), memperbaiki aliran proses, dan meningkatkan efisiensi sehingga memberikan gambaran lengkap tentang proses produksi atau layanan dari awal hingga akhir. Alat ini membantu menentukan rasio antara aktivitas yang bernilai tambah (VA) dan yang tidak bernilai tambah (NVA), serta mengukur persentase waktu yang benar-benar menciptakan nilai bagi pelanggan. Selain itu, VSM memungkinkan identifikasi bottleneck dan akar masalah melalui analisis cycle time, takt time, lead time, serta waiting time. VSM mendukung peningkatan kecepatan dan kelancaran aliran proses dengan mengurangi waktu tunggu, perpindahan, dan aktivitas yang tidak penting. Sebagai dasar merancang VSM *Future State* Setelah mengetahui kondisi saat ini (*current state*) [8].

Menurut Hasan (2021) penelitian terdahulu menjelaskan bahwa metode Six Sigma dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) mampu menurunkan jumlah produk cacat. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan Six Sigma efektif dalam mengurangi variasi proses serta meningkatkan mutu produk di sektor manufaktur [9]. Menurut Parwati (2021) metode *Value Stream Mapping* (VSM) diterapkan untuk memperbaiki aliran proses produksi industri kecil. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan VSM mampu mengurangi aktivitas tidak bernilai tambah dan meningkatkan rasio aktivitas bernilai tambah [10]. Penelitian ini mengintegrasikan bahwa metode Six Sigma dan *Value Stream Mapping* (VSM) cocok di CV Perigi Anugrah Lestari. Karena metode Six Sigma bertujuan untuk memperoleh analisis yang lebih komprehensif, yaitu tidak hanya mengidentifikasi dan mengukur tingkat kecacatan produk, dan metode *Value Stream Mapping* (VSM) menganalisis aliran proses produksi secara menyeluruh untuk menemukan aktivitas pemborosan yang berkontribusi terhadap terjadinya *defect*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi perbaikan yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam upaya menurunkan tingkat kecacatan serta meningkatkan kualitas dan efisiensi proses produksi.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

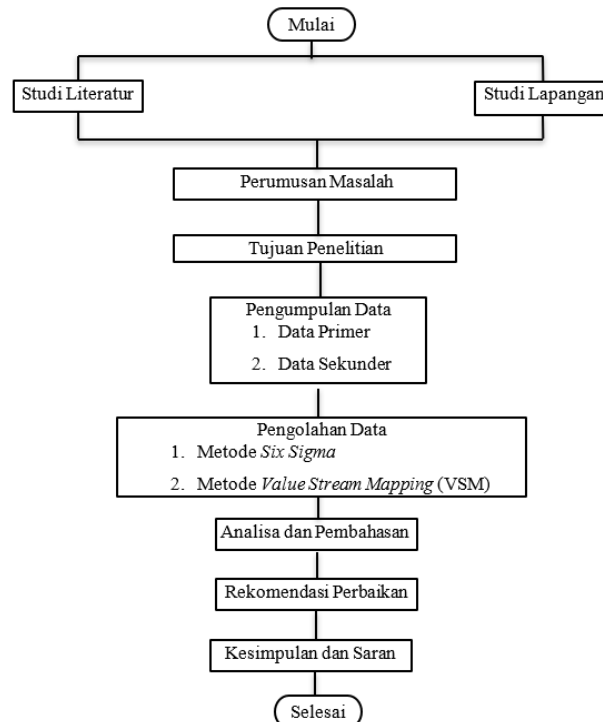
CV XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri khususnya produk pembersih mesin pabrik yang berlokasi di Jl. Simo Kalangan I No. 50, Simomulyo, Sukomanunggal, Surabaya, Jawa Timur. Waktu pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama 3 (tiga) bulan, yaitu mulai dari Oktober 2025 sampai Desember 2025.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini melalui dua data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama melalui kegiatan observasi dan wawancara owner di CV

XYZ. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data jumlah produksi dan jumlah produk cacat produk pembersih mesin pabrik pada periode Oktober hingga Desember 2025.

C. Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian:

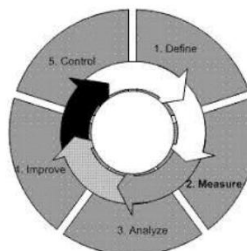
1. Six Sigma

Six Sigma adalah konsep statistik yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu proses, khususnya terkait dengan cacat atau kerusakan. Pada dasarnya, Six Sigma menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara tingkat cacat produk dan jumlah produk yang dihasilkan. Siklus DMAIC merupakan metode utama untuk melakukan perbaikan berkelanjutan guna mencapai sasaran Six Sigma. DMAIC diterapkan secara sistematis dengan didasarkan pada pengetahuan ilmiah dan data faktual.

Gambar 2. Nilai *Level Sigma*

<i>Level Sigma</i>	<i>Defect Per Million Opportunity (DPMO)</i>	<i>Kategori</i>
6	3,4	World Class
5	233	
4	6.210	Rata – rata Industri (USA)
3	66.807	
2	308.538	Tidak Kompetitif
1	691.642	Sangat Tidak Kompetitif

Pada Gambar 2 dapat diamati bahwa semakin tinggi tingkat Sigma yang dicapai, semakin baik pula kinerja produksi suatu industri. Nilai 6 Sigma memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan 4 Sigma maupun 3 Sigma. Six Sigma adalah alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas, yang berbasis pada disiplin statistik yang tinggi dan komprehensif, dengan tujuan mengeliminasi sumber utama dari suatu permasalahan melalui pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).



Gambar 3. Alur Proses DMAIC

Berikut adalah penjabaran terkait tahapan siklus DMAIC serta langkah yang dapat ditempuh di setiap tahapannya [11]:

a. Define

Define merupakan langkah awal dalam program perbaikan kualitas Six Sigma. Tahap *Define* bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan permasalahan kualitas yang terjadi pada proses produksi pembersih kerak mesin pabrik di CV Perigi Anugrah Lestari. Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan adalah tingginya tingkat kecacatan produk yang masih melebihi standar perusahaan sebesar 5% setiap bulan. Pada tahap *define* ini juga dilakukan identifikasi CTQ kunci menggunakan diagram pareto untuk mengidentifikasi potensi masalah

b. Measure

Measure merupakan langkah kedua dalam program perbaikan kualitas Six Sigma. Pada tahap *Measure*, dilakukan pengukuran kinerja proses produksi pembersih kerak mesin pabrik untuk mengetahui kondisi awal tingkat kecacatan produk. Data yang digunakan berupa jumlah produksi dan jumlah produk cacat pada periode hingga Desember 2025, yang kemudian dihitung persentase kecacatannya. Pada tahap ini, Six Sigma melalui fase *Measure* dengan pendekatan DMAIC digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan produk, sedangkan *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk mengidentifikasi aliran proses dan potensi pemborosan. Hasil pengukuran tersebut menjadi dasar untuk menganalisis hubungan antara kecacatan produk dan ketidakefisienan proses pada tahap selanjutnya.

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{Banyaknya produk yang diproduksi} \times \text{CTQ Potensial}} \times 1000000 \quad (1)$$

c. Analyze

Analyze merupakan langkah ketiga dalam program perbaikan kualitas Six Sigma. Tahapan ini meliputi penentuan penyebab kemungkinan masalah dan identifikasi akar masalah.

d. Improve

Improve adalah langkah untuk menerapkan perbaikan dengan tujuan menurunkan jumlah *defect*. Langkah-langkahnya mencakup pengenalan penyebab potensial *defect* dalam proses, penemuan korelasi antara variabel penyebab *defect*.

e. Control

Control merupakan tahap terakhir dalam upaya peningkatan Six Sigma. Tahapan ini meliputi validasi terhadap hasil pengukuran, penentuan kapabilitas proses yang telah dicapai saat ini, serta penerapan rencana-rencana pengendalian kualitas.

A. Peta Kendali Control

Peta kendali digunakan untuk memonitor perubahan dalam suatu proses dari waktu ke waktu. Peta kendali memiliki tiga bagian utama. Pertama, garis pusat menandai posisi tengah, menunjukkan rata-rata dari data yang diamati. Kedua, UCL (*Upper Control Limit*) adalah garis atas yang menunjukkan batas kendali atas, memberikan indikasi jika nilai melewati batas atas kendali. Ketiga, LCL (*Lower Control Limit*) adalah garis bawah yang menunjukkan batas kendali bawah, memberikan indikasi jika nilai turun di bawah batas kendali. Dengan menggunakan peta kendali, perubahan dalam proses dapat dipantau dengan lebih efektif untuk memastikan bahwa proses tetap berada dalam kendali yang diinginkan [12]. Pada diagram peta kendali akan disusun menggunakan langkah. 1) Proses pengambilan sampel dan analisis produksi akan dilakukan terhadap populasi yang telah ditetapkan 4 | Page untuk jangka waktu tertentu, 2) Saat mengevaluasi karakteristik tertentu, perhitungan rata-rata akan dilakukan menggunakan rumus yang ditetapkan. Adapun langkah-langkah dalam penyusunan peta kendali sebagai berikut:

1. Menentukan Rata – Rata Produk Cacat :

$$CL = \frac{np}{n} \quad (2)$$

Sumber : [12]

Keterangan :

np : Total produk cacat atau rusak.

n : Total produksi.

2. Menentukan garis tengah atau *center line* (CL)

$$CL = P = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (3)$$

Sumber : [13]

Keterangan :

P = Prosentase rata – rata kerusakan produk

$\sum np$ = Total jumlah produk *defect*

$\sum n$ = Total jumlah total inspeksi produk

3. Dalam pengawasan proses, nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) akan ditentukan untuk menetapkan batas kendali atas dan bawah.

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1-\bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Sumber : [13]

Keterangan:

$\bar{p}$ = Rata-rata ketidaksesuaian produk

n = Jumlah produksi

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1-\bar{p})}{n}} \quad (5)$$

Sumber : [13]

Keterangan:

$\bar{p}$ = Rata-rata ketidaksesuaian produk

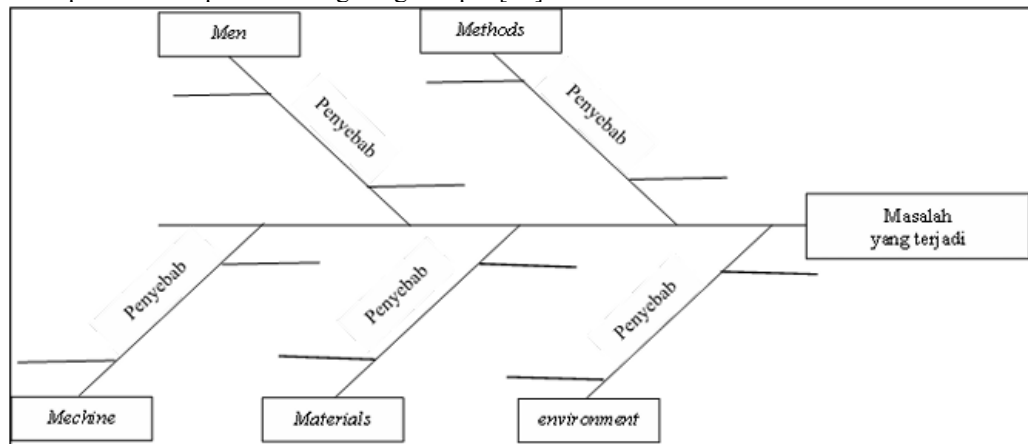
n = Jumlah produksi

B. Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi masalah atau penyebab yang paling signifikan, sehingga dapat menetapkan prioritas dalam menyelesaikan masalah. Dengan fokus pada faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap masalah, diagram ini membantu tim dalam mengarahkan upaya perbaikan pada area yang paling penting. Ini memungkinkan pemilihan solusi yang paling efektif dan efisien untuk mengatasi akar penyebab masalah yang paling dominan. Dengan menggunakan pendekatan ini, waktu dan sumber daya dapat dialokasikan secara optimal untuk menangani masalah yang memiliki dampak terbesar pada kualitas atau kinerja keseluruhan. Dengan demikian, diagram Pareto berperan penting dalam memandu strategi perbaikan dan memastikan bahwa upaya perbaikan difokuskan pada masalah yang paling krusial dan berdampak signifikan [14].

C. Fishbone Diagram

Fishbone diagram adalah alat visual yang digunakan dalam analisis akar permasalahan untuk menemukan dan mengklasifikasikan berbagai penyebab yang berkontribusi terhadap suatu masalah atau efek tertentu. Diagram ini memungkinkan peneliti atau tim untuk melakukan identifikasi penyebab secara sistematis dan menyeluruh, sehingga solusi perbaikan dapat dirancang dengan tepat [15].



Gambar 4. Konsep *Fishbone Diagram*

2. Value Stream Mapping (VSM)

VSM adalah langkah awal untuk mengidentifikasi inefisiensi, meminimalkan pemborosan, dan menemukan penyebab mendasar dari inefisiensi. VSM membantu memahami aliran informasi dan proses operasional organisasi, serta memberikan solusi untuk masalah secara menyeluruh, bukan hanya memperbaiki proses terisolasi, sehingga menghasilkan perbaikan di seluruh spektrum operasional [16]. Analisis dilakukan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan proses produksi dalam kondisi awal (*Current State Mapping*) [17].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Define

Pada tahap *define* aktivitas yang dilakukan adalah pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara kepada owner dan kepala pengendalian kualitas serta kepala bagian produksi. Berdasarkan hasil wawancara dapat diketahui *Critical to Quality* (CTQ), data produk *reject* dan jenis *Waste* yang terdapat sepanjang proses produksi. Tabel 1 merupakan *Critical to Quality* (CTQ) produksi pembersih kerak mesin pabrik.

Tabel 1. Nilai CTQ (*Critical to Quality*)

No.	CTQ	Keterangan	Dampak
1.	Kualitas bahan baku	Proses pencampuran bahan tidak sesuai ketentuan	produk tidak memenuhi standar kualitas
2.	Jerigen Bocor	Tutup botol tidak terpasang sempurna pada proses filling dan sealing	Produk bocor dan berpotensi ditolak konsumen
3	Endapan pada Produk	Proses pengadukan kurang homogen sehingga masih terdapat partikel yang tidak larut sempurna	Produk terlihat keruh dan dianggap berkualitas rendah oleh konsumen

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa ketidak sempurnaan dalam proses pencampuran bahan baku mengakibatkan masalah produk tidak memenuhi standar kualitas, serta jerigen bocor mengakibatkan masalah konsumen menolak, serta endapan produk mengakibatkan konsumen menganggap berkualitas rendah. Tabel 2 berikut adalah data kecacatan produk pembersih mesin pabrik.

Tabel 2. Tabel Kecacatan Produk Pembersih Mesin Pabrik 2025

No.	Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Reject			Total	Presentase	% Max
			Kualitas Bahan Baku	Jerigen Bocor	Endapan Pada produk			
1	Oktober	6182	140	160	122	422	6,83%	5%
2	November	4477	110	120	104	334	7,46%	5%
3	Desmber	5417	130	150	122	402	7,42%	5%
Total		16076	380	430	348	1158	21,71%	5%

Sumber: Data *Reject* Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik, 2025

Berdasarkan pada tabel 2 diketahui jumlah produksi selama 3 bulan sebesar 16.076 liter, pada bulan Oktober sampai dengan Desember diperoleh total produk *reject* sebesar 1158 liter atau setara dengan 21,71%. Kategori produk *reject* terbagi menjadi 3 yaitu: Kualitas bahan baku, Jerigen bocor, dan Endapan pada produk.

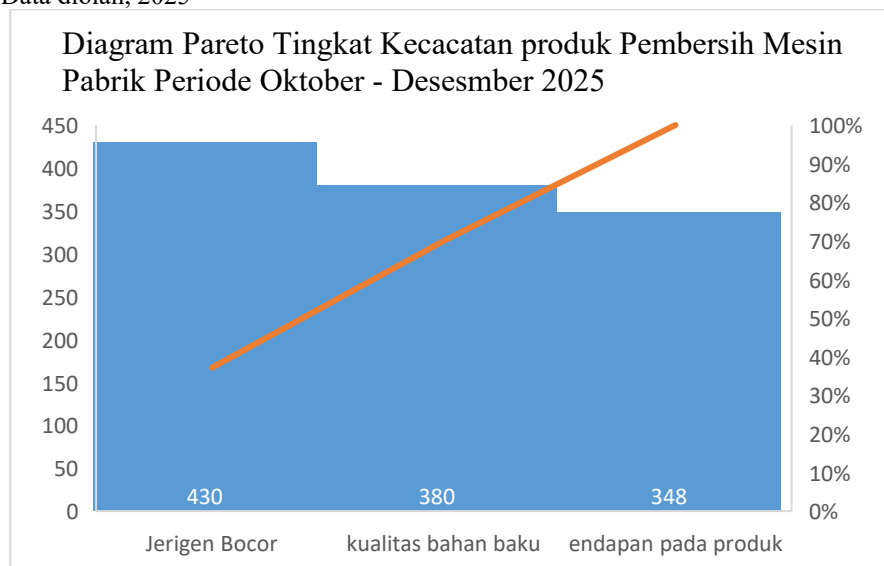
Hasil pengumpulan data yang lain terkait jenis *Waste* yang terdapat di proses produksi. Berdasarkan hasil wawancara jenis *Waste* yang terdapat di proses produksi pembuatan pembersih kerak mesin. Tabel 3 merupakan jenis *Waste* yang terdapat pada proses produksi pembersih kerak mesin pabrik.

Berdasarkan data kecacatan produk pembersih mesin pabrik yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data terkait presentasi tingkat kecacatan produk berdasarkan CTQ pada bulan Oktober sampai Desember 2025. Tabel 3 merupakan data jenis Kecacatan Produk Pembersih Mesin Pabrik.

Tabel 3. Data jenis Kecacatan Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

Defect Procentage			
Defect Type	Total	Procentage	Cummulative
Jerigen Bocor	430	37%	37%
Kualitas Bahan Baku	380	33%	70%
Endapan Pada Produk	348	30%	100%
Total	1158	100%	

Sumber: Data diolah, 2025



Gambar 5. Diagram Pareto Tingkat Kecacatan Produk

Berdasarkan data pada Tabel 3 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa tingkat kecacatan produk presentase untuk jenis *defect* yang tertinggi yaitu jerigen bocor sebesar 430 liter, endapan produk sebesar 380 liter, dan kualitas bahan baku sebesar 348 liter. Penyebab besarnya *defect* pada jerigen bocor dikarenakan oleh beberapa faktor antara lain jerigen bocor disebabkan oleh kombinasi faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Faktor dominan berasal dari ketidaktepatan pemasangan tutup, kualitas material kemasan yang kurang baik, serta tidak adanya metode pemeriksaan kebocoran setelah proses pengemasan.

Tabel 4. Hasil Identifikasi 7 Waste

No	Jenis 7 Waste	Waste yang ditemukan	Sumber Penemuan
1	<i>Waiting</i>	Menyiapkan peralatan yang belum ada, Menunggu proses selanjutnya	Wawancara dengan owner
2	Transportasi	Karena setiap berpindah tempat butuh waktu yang dimana itu prosesnya memakan waktu setiap tempat dan <i>delay</i>	Wawancara dengan owner
3	<i>Motion</i>	Penyiapan alat dan bahan belum tertata secara ergonomis dan melakukan pengecekan ulang	Wawancara dengan owner
4	<i>Over Processing</i>	Kualitas larutan belum maksimal sehingga perlu di lakukan ulang	Wawancara dengan owner
5	<i>Defect</i>	Kecacatan produk yang perlu dilakukan tahapan ulang untuk menyempurnakan takaran sampai sesuai dengan standar	Wawancara dengan <i>quality control</i>
6	<i>Over Production</i>	Tidak ditemukan	-
7	<i>Inventory</i>	Tidak ditemukan	-

Berdasarkan identifikasi 7 waste yang terjadi melalui wawancara dengan narasumber, ditemukan pemborosan yang terjadi dalam proses produksi. Terdapat waste yang terjadi seperti *waiting* akibat peralatan yang belum ada, Menunggu proses selanjutnya, berikutnya Transportasi akibat karena setiap berpindah tempat butuh waktu yang dimana itu prosesnya memakan waktu setiap tempat dan *delay*, berikutnya *Motion* akibat Penyiapan alat dan bahan belum tertata secara ergonomis dan melakukan pengecekan ulang, berikutnya *Waste over processing* terjadi kualitas larutan belum maksimal sehingga perlu di lakukan ulang. berikutnya *defect* terjadi akibat hasil produksi terdapat kecacatan produk yang perlu dilakukan tahapan ulang untuk menyempurnakan takaran sampai sesuai dengan standar.

B. Tahap Measure

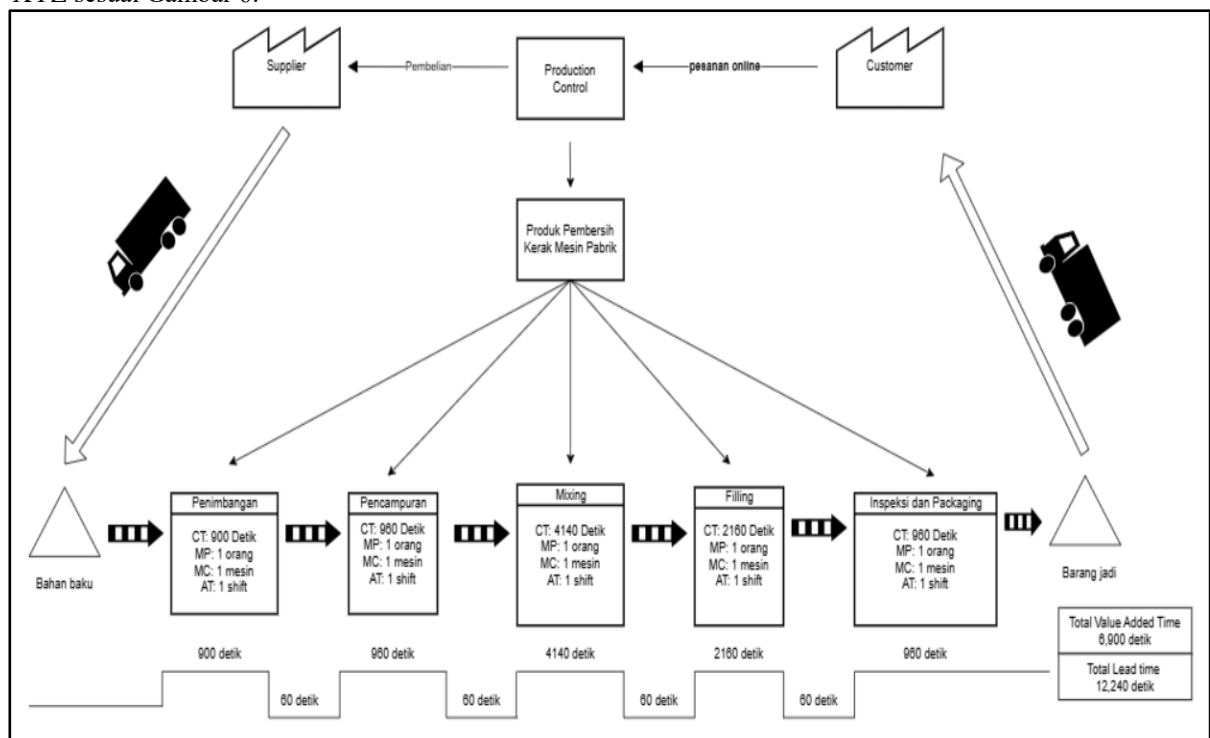
Pada tahap *measure* dilakukan pengukuran terhadap proses produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik yang merupakan objek penelitian di CV Perigi Anugrsh Lestari. Tahap ini terdiri dari *Value Stream Mapping* (VSM), *Current State Mapping*, *Activity Mapping Process*, Pengukuran *Waste*, Perhitungan DPMO dan *Level Sigma*.

1. Value Stream Mapping (VSM)

VSM adalah langkah awal untuk mengidentifikasi inefisiensi, meminimalkan pemborosan, dan menemukan penyebab mendasar dari inefisiensi. VSM membantu memahami aliran informasi dan proses operasional organisasi, serta memberikan solusi untuk masalah secara menyeluruh, bukan hanya memperbaiki proses terisolasi, sehingga menghasilkan perbaikan di seluruh spektrum operasional.

(1) Current State Mapping

Pemetaan kondisi saat ini (*current state mapping*) merupakan gambaran awal secara visual yang digunakan untuk menunjukkan keseluruhan proses yang sedang berjalan. Pemetaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta menganalisis secara sistematis aliran proses produksi suatu produk yang sedang beroperasi. Berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, dilakukan pemetaan terhadap seluruh tahapan proses produksi yang berlangsung di CV XYZ sesuai Gambar 6.



Gambar 6. Current State Mapping

Gambar 6 aliran proses produksi terdapat jumlah *value added time* sebesar 6.900 detik sebelum dilakukan perbaikan sehingga setiap prosesnya memiliki waktu yang relatif tinggi menyesuaikan dengan kondisi asli dari CV XYZ saat ini. Dengan total *lead time* yang dihasilkan pada keseluruhan produksi CV ini sebanyak 12.240 detik atau 3,40 jam/unit.

(2) Activity Mapping Process

Dalam setiap proses produksi terdapat tiga jenis aktivitas, yaitu *value added* (VA), *necessary non value added* (NNVA), dan *non value added* (NVA). Aktivitas *value added* merupakan kegiatan yang secara langsung memberikan nilai tambah terhadap produk. Sementara itu, aktivitas *necessary non value added* adalah kegiatan yang tidak menambah nilai produk, namun tetap diperlukan dalam proses produksi, seperti persiapan bahan dan peralatan, pembersihan area kerja, serta waktu menunggu tertentu. Adapun aktivitas *non value added* merupakan kegiatan yang sama sekali tidak memberikan nilai tambah dan cenderung menyebabkan pemborosan, seperti waktu tunggu atau penundaan yang dapat mengakibatkan keterlambatan dalam proses produksi. Klasifikasi aktivitas berdasarkan VA, NNVA, dan NVA disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi *Process Activity Mapping*

No	Tahap Proses	Waktu (detik)	Waktu (menit)	VA/NVA/NNVA	Simbol
					O T I S D

1	Menyiapkan alat pengaduk, wadah dan timbangan	600	10	NVA		✓
2	Penimbangan bahan baku	300	5	VA	✓	
3	Transport ke area pencampuran	60	1	NNVA	✓	
4	Pencampuran bahan baku	900	15	VA	✓	
5	menunggu proses selanjutnya	600	10	NVA		✓
6	Transport ke area mixing	60	1	NNVA	✓	
7	Pengadukan (<i>mixing</i>)	2.700	45	VA	✓	
8	Inspeksi kualitas larutan	600	10	NNVA		✓
9	<i>Delay</i> pengadukan ulang	1020	17	NVA		✓
10	Melakukan pengecekan ulang	780	13	NNVA		✓
11	Menunggu proses selanjutnya	600	10	NVA		✓
12	Transport ke area filling	60	1	NNVA	✓	
13	Filling (pengisian jerigen)	1.200	20	VA	✓	
14	Sealing atau penutupan jerigen	900	15	VA	✓	
15	Transport ke inspeksi akhir	60	1	NNVA	✓	
16	Inspeksi akhir dan packaging	900	15	VA	✓	
17	Pengiriman	900	15	NNVA	✓	

Sumber: Data diolah, 2026

Keterangan:

O = Operasi

T = Transportasi

I = Inspeksi

S = *Storage*

D = *Delay*

Berdasarkan tabel 5 dalam produksi CV XYZ terdapat 17 aktifitas, dalam aktivitas tersebut terdapat 6 *operation* dengan waktu yang dihasilkan 6900 detik dengan presentase sebesar 56%, *transportation* memiliki 5 aktifitas dengan waktu yang dihasilkan 2820 detik dengan presentase sebesar 9%, *inspection* memiliki 2 aktifitas dengan waktu yang dihasilkan 1380 detik dengan presentase sebesar 11%, *delay* memiliki 4 aktifitas dengan waktu yang dihasilkan 2820 detik dengan presentase sebesar 23%.

Tabel 6. Hasil VA, NVA, NNVA

No.	Kategori	Jumlah Aktivitas	Waktu (Detik)	Presentase
1	VA	6	6900	56%
2	NVA	5	2820	23%
3	NNVA	6	2520	21%

Berdasarkan hasil Tabel 6 pada proses analisis hasil VA, NVA dan NNVA, diketahui presentase proses produksi sebesar 56%, dengan 6 aktivitas, untuk kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah memiliki presentase 23% dengan 5 aktivitas dan aktivitas yang tidak ada nilai tambah tapi diperlukan dalam proses produksi sebesar 21% dengan 6 aktivitas.

(3) Pengukuran *Waste*

Kuesioner yang disebarakan kepada Owner, Kepala Produksi dan *Quality Control*. Kuesioner tersebut berisi mengenai jenis-jenis *waste* yang terjadi dalam setiap proses [18].

Tabel 7. Responden Identifikasi *Waste*

No.	Nama Responden	Jabatan
1	Agus Purwanto	Owner
2	Johan Felix	Kepala Produksi
3	Galoeh	<i>Quality Control</i>

Untuk kuesioner identifikasi *Waste* secara lengkap dapat dilihat pada tabel 6. Tabel 7 berikut ini merupakan rekap hasil kuesioner untuk mengetahui tingkat Kepentingan *Waste* Pada Proses Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

Tabel 8. Tingkat Kepentingan *Waste* Pada Proses Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

No Responden	Tipe <i>Waste</i>				
	<i>Waiting</i>	<i>Transportasi</i>	<i>Motion</i>	<i>Over Processing</i>	<i>Defect</i>
1	3	4	2	4	5
2	4	3	3	4	5
3	4	3	2	4	4
Total	11	10	7	12	14
Mean	33	30	21	36	42

Keterangan.

1 = sangat tidak penting

2 = tidak penting

3 = cukup penting

4 = penting

5 = sangat penting

Berdasarkan tabel 8 dapat diketahui bahwa *Waste defect* yang sangat penting dan diprioritaskan untuk dilakukan *improve* karena mempengaruhi kualitas produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik. Selanjutnya adalah hasil kuesioner digunakan untuk mengetahui tingkat keseringan *Waste* terjadi pada proses produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik, tabel 9 merupakan rekap hasil kuesioner untuk mengetahui tingkat keseringan *Waste* tersebut terjadi.

Tabel 9. Tingkat Keseringan *Waste* Pada Proses Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

No Responden	Tipe <i>Waste</i>				
	<i>Waiting</i>	<i>Transportasi</i>	<i>Motion</i>	<i>Over Processing</i>	<i>Defect</i>
1	2	3	3	5	5
2	3	3	3	4	5
3	4	3	2	4	5
Total	9	9	8	13	15
Mean	27	27	24	39	45

Sehingga dari hasil kuesioner tingkat kepentingan dan tingkat keseringan dapat diketahui tipe *Waste* terbobot yang diprioritaskan untuk dilakukan *improve* atau perbaikan. Tabel 10 merupakan rekap pembobotan tipe *Waste* untuk dilakukan *improve* atau perbaikan

Tabel 10. Rekap Tipe *Waste* Pada Proses Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

Tipe <i>Waste</i>	Bobot (B)	Frekuensi (F)	B x F
<i>Waiting</i>	33	27	891
<i>Transportasi</i>	30	27	810
<i>Motion</i>	21	24	504
<i>Over Processing</i>	36	39	1404
<i>Defect</i>	42	45	1890

Berdasarkan tabel 10 maka dapat diketahui urutan *Waste* yang akan dilakukan *improve* atau perbaikan untuk meningkatkan kualitas proses produk pembersih kerak mesin pabrik untuk meningkatkan kepuasan konsumen. Tabel 11 merupakan urutan proses produk pembersih kerak mesin pabrik.

Tabel 11 Urutan Tipe *Waste* Pada Proses Produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik

Tipe <i>Waste</i>	Bobot (B)	Frekuensi (F)	B x F	Prioritas
<i>Defect</i>	42	45	1890	1
<i>Over Processing</i>	36	39	1404	2
<i>Waiting</i>	33	27	891	3
<i>Transportasi</i>	30	27	810	4
<i>Motion</i>	21	24	504	5

Berdasarkan tabel 11 penilaian *waste*, dapat diketahui bahwa *Defect* merupakan jenis *waste* dengan tingkat prioritas tertinggi, ditunjukkan oleh nilai $B \times F$ sebesar 1.890. Hal ini mengindikasikan bahwa kecacatan produk memiliki dampak yang besar dan frekuensi kejadian yang tinggi dalam proses produksi. Selanjutnya, *Over Processing* menempati prioritas kedua dengan nilai 1.404, yang menunjukkan masih terdapat aktivitas berlebih yang tidak memberikan nilai tambah secara optimal. *Waiting* berada pada urutan ketiga dengan nilai 891, diikuti oleh *Transportasi* dengan nilai 810, yang mencerminkan adanya ketidakefisienan waktu tunggu dan perpindahan material. Sementara itu, *Motion* memiliki nilai terendah sebesar 504 sehingga menjadi prioritas terakhir dalam upaya perbaikan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbaikan proses sebaiknya difokuskan terlebih dahulu pada pengurangan *defect* guna meningkatkan efisiensi dan kinerja proses produksi.

(4) Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Pada Tabel 12 berikut, dapat dilihat perhitungan nilai DPMO dan *level sigma* untuk proses *assembling* dari bulan Oktober hingga Desember 2025.

Tabel 12. Perhitungan DPMO dan Level Sigma.

Bulan	Unit Produksi	Defect	CTQ	DPMO	Level Sigma
Oktober	6.182	422	3	22754,233	3,50
November	4.477	334	3	24867,843	3,46
Desember	5.417	402	3	24736,939	3,46

Berdasarkan Tabel 12, menunjukkan bahwa nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) untuk proses pengemasan dari Oktober hingga Desember menunjukkan rentang antara 22754,233 hingga 24867,843, dengan *level sigma* konsisten di sekitar 3,46 hingga 3,50 atau berada pada kategori rata – rata industri (USA). Secara keseluruhan, nilai *level sigma* yang berada di bawah 4 menunjukkan bahwa proses produksi masih memiliki variasi yang cukup tinggi dan memerlukan upaya perbaikan berkelanjutan, khususnya pada CTQ yang telah ditetapkan, agar kinerja proses dapat ditingkatkan menuju *level sigma* yang lebih tinggi sesuai prinsip Six Sigma.

Langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat *level sigma*. Pengukuran dilakukan pada data kecacatan dari proses pengemasan selama 3 bulan, dengan total unit produksi sebanyak 16076 liter dan kecacatan yang ditemukan sebanyak 1158 liter. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah kecacatan per bulan (np) dan proporsi kecacatan yang terjadi, dengan menggunakan persamaan yang telah ditentukan. Tabel 13 merupakan Proporsi Hasil Perhitungan Produk Pembersih Mesin Pabrik.

(1) Presentasi masalah atau cacat

$$\text{Oktober} = P = \frac{X}{N} = \frac{422}{6182} = 0,068$$

$$\text{November} = P = \frac{X}{N} = \frac{334}{4477} = 0,075$$

$$\text{Desember} = P = \frac{X}{N} = \frac{402}{5417} = 0,074$$

- (2) Perhitungan garis pusat *Central Line* (CL)

$$CL = P = \frac{\sum X}{\sum N} = \frac{1158}{16076} = 0,0720$$

- (3) Perhitungan Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1-\bar{p})}{n}} = 0,0720 + 3 \sqrt{\frac{0,0720 \cdot (1-0,0720)}{16076}} = 0,0782$$

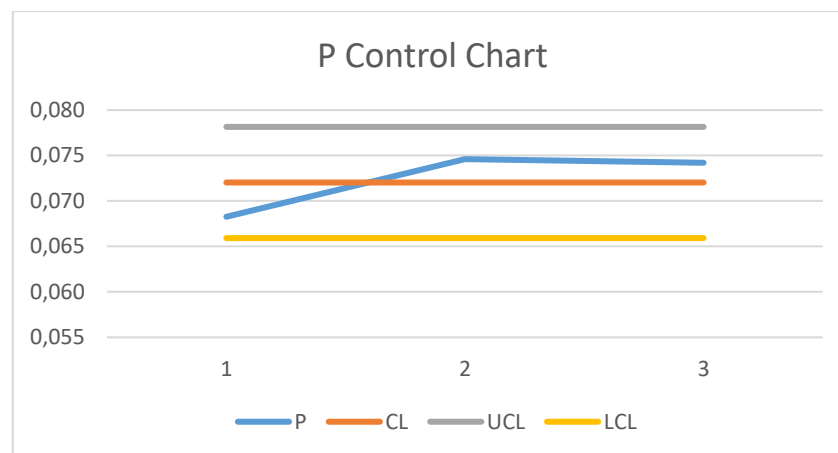
- (4) Perhitungan Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1-\bar{p})}{n}} = 0,0720 - 3 \sqrt{\frac{0,0720 \cdot (1-0,0720)}{16076}} = 0,0659$$

Tabel 13. Proporsi Hasil Perhitungan Produk Pembersih Mesin Pabrik

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	P	CL	UCL	LCL
Oktober	6.182	422	0,068	0,0720	0,0782	0,0659
November	4.477	334	0,075	0,0720	0,0782	0,0659
Desember	5.417	402	0,074	0,0720	0,0782	0,0659
Total	16.076	1.158				

Berdasarkan Tabel 13 di atas, selama periode dari bulan Oktober hingga bulan Desember, jumlah produksi total mencapai 16.076 liter dengan total kecacatan sebanyak 1.158 liter. Proporsi rata-rata kecacatan (P) untuk masing-masing bulan berkisar antara 0,068 hingga 0,075, dengan nilai CL (garis pusat) yang konsisten di sekitar 0,0720. Nilai UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*) menunjukkan batas kontrol yang relatif stabil antara 0,0782 dan 0,0659. Berdasarkan pengolahan data, kemudian dibuat peta kendali P, dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini:

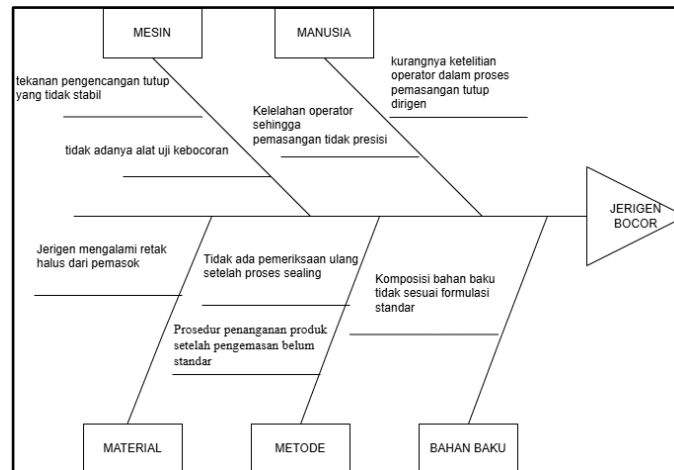


Gambar 7. Peta Kendali P Chart

Pada Gambar 7 dapat dilihat pada data grafik bahwa nilai pada peta kendali P dalam batas kendali dan tidak ada data yang melebihi batas kendali.

C. Tahap Analyze

Pada tahap ini didapatkan jenis *defect* yang paling dominan adalah jerigen bocor dengan persentase 37% dari total kecacatan. Oleh karena itu, analisis difokuskan pada identifikasi akar penyebab kebocoran menggunakan *fishbone diagram*.



Gambar 8. Fishbone Diagram

Gambar 8 di atas menunjukkan penyebab terjadinya jerigen bocor berdasarkan lima faktor utama, yaitu mesin, manusia, material, metode, dan bahan baku. Dari mesin masalah terjadi karena tekanan pengencangan tutup tidak stabil dan tidak adanya alat uji kebocoran. Dari faktor manusia, kebocoran disebabkan oleh kelelahan operator serta kurangnya ketelitian saat pemasangan tutup. Pada aspek material, ditemukan jerigen mengalami retak halus dari pemasok. Sementara itu, dari sisi metode, tidak dilakukan pemeriksaan ulang setelah proses sealing dan prosedur penanganan produk belum standar. Selain itu, komposisi bahan baku yang tidak sesuai formulasi juga menjadi faktor pendukung terjadinya kebocoran. Secara umum, kebocoran jerigen dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan dalam proses produksi.

D. Tahap Improve

Pada tahapan ini, dilakukan upaya untuk memberikan usulan perbaikan guna mengurangi kegagalan dalam proses perakitan produk Pembersih Kerak Mesin Pabrik di CV XYZ setelah mengidentifikasi faktor penyebab masalah melalui analisis menggunakan metode Six Sigma. Dengan mengetahui persentase kecacatan tertinggi, langkah selanjutnya adalah menggunakan analisis akar penyebab dengan metode fishbone untuk menentukan faktor yang paling mempengaruhi kecacatan tersebut.

Selanjutnya analisa mengenai masing-masing faktor penyebab dengan memberikan solusi serta melakukan tindakan perbaikan pada langkah selanjutnya yang dapat dijelaskan pada tabel 14 dibawah ini.

Tabel 14. Checklist Kebocoran

No.	Faktor	Penyebab	Pemecahan
1	Mesin	Tekanan Pengencangan tutup yang tidak stabil	Melakukan pengecekan rutin alat pengencang tutup dan menetapkan standar tekanan pengencangan yang konsisten
		tidak adanya alat uji kebocoran	Menyediakan alat uji kebocoran sederhana (uji rendam air atau pressure test) setelah proses sealing
2	Manusia	Kelelahan operator sehingga pemasangan tidak presisi	Mengatur pembagian waktu kerja dan jadwal istirahat agar operator tidak mengalami kelelahan
		kurangnya ketelitian operator dalam proses pemasangan tutup dirigen	Memberikan pelatihan ulang (training) serta pemasangan instruksi kerja visual (SOP) di area kerja
3	Bahan Baku	komposisi bahan baku tidak sesuai formulasi standar	Menetapkan standar formulasi baku, penggunaan alat ukur yang terkalibrasi, serta pengawasan saat proses pencampuran
4	Metode	tidak ada pemeriksaan ulang setelah proses sealing	Menambahkan tahap inspeksi ulang (double check) setelah sealing sebelum produk masuk ke gudang
		prosedur penanganan produk setelah pengemasan belum standar	Menyusun dan menerapkan SOP penanganan produk pasca pengemasan
5	Material	jerigen mengalami retak halus dari pemasok	Melakukan inspeksi material masuk (<i>incoming inspection</i>) dan evaluasi pemasok secara berkala

Berdasarkan tabel 14 permasalahan kebocoran produk dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu mesin, manusia, bahan baku, metode, dan material. Dari sisi mesin, tekanan alat pengencang tutup yang tidak stabil serta tidak adanya

uji kebocoran setelah proses sealing menjadi penyebab utama sehingga perlu dilakukan pengecekan rutin dan penyediaan alat uji sederhana. Faktor manusia menunjukkan adanya kelelahan dan kurangnya ketelitian operator, sehingga diperlukan pengaturan waktu kerja, pelatihan ulang, dan penerapan SOP visual. Pada bahan baku, komposisi yang tidak sesuai standar perlu dikendalikan melalui standarisasi formulasi dan penggunaan alat ukur terkalibrasi. Dari aspek metode, ketiadaan pemeriksaan ulang serta prosedur penanganan pasca pengemasan yang belum optimal memerlukan sistem double check dan penyusunan SOP yang jelas. Selain itu, retak halus pada jerigen dari pemasok menunjukkan pentingnya inspeksi material masuk dan evaluasi pemasok secara berkala.

E. Tahap Control

Tahap *Control* dilakukan untuk memastikan bahwa usulan perbaikan yang telah diterapkan pada tahap *Improve* dapat berjalan secara konsisten dan berkelanjutan. Pada tahap ini, pengendalian kualitas dilakukan dengan menetapkan standar operasional prosedur (SOP) pada setiap proses kritis, khususnya pada proses pencampuran bahan baku, pengemasan, dan sealing. Selain itu, dilakukan pemantauan secara berkala terhadap tingkat kecacatan produk menggunakan peta kendali P (*P-chart*) untuk memastikan bahwa proses produksi berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan. Proses inspeksi ulang setelah sealing serta pemeriksaan material masuk juga diterapkan secara rutin guna mencegah produk cacat lolos ke tahap berikutnya. Dengan adanya penerapan SOP, pengawasan berkala, dan penggunaan alat pengendalian kualitas, diharapkan tingkat kecacatan produk dapat ditekan hingga berada di bawah standar maksimum perusahaan sebesar 5% per bulan serta menjaga stabilitas kualitas produk pembersih mesin pabrik di CV Perigi Anugrah Lestari.

F. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis Six Sigma dan *Value Stream Mapping* (VSM), permasalahan utama pada proses produksi pembersih kerak mesin pabrik di CV XYZ berasal dari tingginya *defect* dan *over processing* yang berdampak langsung pada tingkat kecacatan produk. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan difokuskan pada pengendalian variasi proses dan pengurangan aktivitas tidak bernilai tambah. Upaya perbaikan yang disarankan meliputi penerapan standar operasional prosedur (SOP) yang lebih ketat pada proses pencampuran bahan baku dan pengemasan, termasuk penetapan standar formulasi, waktu pengadukan, serta tekanan pengencangan tutup jerigen. Standardisasi ini bertujuan untuk meminimalkan variasi proses yang menjadi penyebab utama terjadinya *defect* seperti endapan produk dan kemasan bocor. Selain itu, disarankan penambahan tahapan inspeksi ulang dan penggunaan alat uji kebocoran sederhana setelah proses *sealing* guna mencegah produk cacat lolos ke tahap berikutnya. Perbaikan tata letak area kerja dan penataan peralatan secara ergonomis juga diperlukan untuk mengurangi *waste waiting*, *motion*, dan transportasi yang teridentifikasi melalui VSM. Untuk mendukung keberlanjutan perbaikan, perusahaan perlu meningkatkan kompetensi operator melalui pelatihan kualitas serta menerapkan pengendalian proses secara berkala menggunakan peta kendali P dan inspeksi material masuk. Rekomendasi ini sejalan dengan penelitian oleh Saidha (2025) yang menyatakan bahwa mengidentifikasi 7 jenis waste termasuk *defect* dan *over processing*, menggunakan DMAIC dan VSM [19].

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, jenis kecacatan yang paling dominan adalah jerigen bocor dengan persentase tertinggi dibandingkan jenis cacat lainnya. Analisis menggunakan pendekatan Six Sigma menunjukkan bahwa penyebab utama *defect* berasal dari ketidaktepatan proses sealing, tidak adanya pengujian kebocoran, serta kurangnya pengendalian kualitas setelah pengemasan. Perbaikan yang diusulkan berupa stabilisasi tekanan mesin, penambahan alat uji kebocoran, standarisasi prosedur kerja, dan peningkatan pengawasan terbukti mampu menurunkan potensi cacat serta meningkatkan kapabilitas proses produksi. Dengan demikian, penerapan integrasi Six Sigma dan *Value Stream Mapping* efektif dalam mengidentifikasi akar masalah dan meningkatkan kualitas produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan CV XYZ yang telah menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Septian, S. Sumaryo, and N. Prihatiningrum, "Perancangan Prototipe Sistem Pencuci Motor Otomatis," *Jurnal Engineering*, vol. 9, no. 5, pp. 2216–2224, 2022.
- [2] B. T. Mardiansyah, A. Z. Muttaqin, and D. Susanto, "Analisis Six Sigma untuk Mengurangi Cacat Produk dan Peningkatan Kualitas di Pabrik Gula XYZ," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, pp. 3387–3396, Jul. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.47838.
- [3] Z. Safitri, I. W. E. V. P. Sitorus, and I. Noviyanti, "Analisis SWOT terhadap Pengembangan Strategi Bisnis Pada Warung Makan Asyik Desa Balunijuk," *Jurnal Manuhara : Pusat Penelitian Ilmu Manajemen dan Bisnis*, vol. 2, no. 3, pp. 140–153, Jun. 2024, doi: 10.61132/manuhara.v2i3.967.
- [4] S. M. Fitria and Novita, "Six Sigma Sebagai Strategi Bisnis Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk," *Jati: Jurnal Akuntansi Terapan Indonesia*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.18196/jati.030121.
- [5] Z. A. Arief and A. Z. Al Faritsy, "Peningkatan Kualitas Produk dengan Menggunakan Metode Six Sigma Di PT Rubber Pan Java," *Jumantara Jurnal Manajemen dan Teknologi Rekayasa*, vol. 4, no. 2, pp. 71–80, Jul. 2025, doi: 10.28989/jumantara.v4i2.2840.
- [6] A. Pratama and A. Chirzun, "Analisis Pengendalian Kualitas Dalam Meningkatkan Pelayanan Asuransi Kredit Usaha Rakyat Menggunakan Six Sigma," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 2, no. 3, pp. 191–199, 2023.
- [7] Suhadak and T. Sukmono, "Improving Product Quality With Production Quality Control," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 41–50, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1306.
- [8] S. Arunizal, D. H. Wardhani, and J. Windarta, "Penerapan Value Stream Mapping (VSM) untuk Menurunkan Lead Time Process dan Meningkatkan Kinerja Aktivitas Pengadaan di Site Tambang," *JPII*, vol. 2, no. 3, pp. 141–150, 2024, doi: 10.14710/jpii.2024.23282.
- [9] F. Hasan and K. Muhammad, "PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK DI PT. PADMA SOODE INDONESIA PADA DIVISI PLASTIC INJECTION DENGAN PENDEKATAN SIX SIGMA," *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, vol. 3, no. 1, pp. 194–203, 2022.
- [10] I. W. A. Arsa, C. I. Parwati, and I. Sodikin, "Pendekatan Lean Manufacturing dengan Value Stream Mapping dan Kaizen Pada Proses Produksi Tas Kulit," *Jurnal Nusantara*, vol. 6, no. 1, pp. 74–81, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe>
- [11] E. Sukirno, J. Prasetyo, R. Rosma, and M. H. S. R. Sari, "IMPLEMENTASI METODE SIX SIGMA DMAIC UNTUK MENGURANGI DEFECT PIPE EXHAUST XE 611," *JAPTI: Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 75–83, 2021, [Online]. Available: www.jurnal.univetbantara.ac.id/index.php/japti
- [12] S. F. Utami, F. A. Muhamad, M. Ismi, and H. Nurul, "The analysis of arabica coffee quality in matano coffee using the six sigma DMAIC method," *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 212–226, Nov. 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i2.570.
- [13] Supardi and A. Dharmanto, "ANALISIS STATISTICAL QUALITY CONTROL PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KULINER AYAM GEPREK DI BFC KOTA BEKASI," *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, vol. 6, no. 2, pp. 199–210, Dec. 2020, doi: 10.34203/jimfe.v6i2.2622.
- [14] E. M. Budiarti and B. A. Pambudi, "Pengembangan Diagram Ishikawa Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Sekolah," *JDMP (Jurnal Dinamika Manajemen Pendidikan)*, vol. 6, no. 2, pp. 149–160, Oct. 2022, doi: 10.26740/jdmp.v6n2.p149-160.
- [15] S. H. Sakdiyah, N. Eltiviva, and A. Afandi, "Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making," *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, vol. 1, no. 6, pp. 566–576, Aug. 2022, doi: 10.54408/jabter.v1i6.103.
- [16] S. Hidayat, M. Sayuti, F. Sulastris, and A. Nindiani, "Penggunaan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) dan Failure Mode Effect & Analysis (FMEA) untuk Mengurangi Risiko Kegagalan di PT. SAI," *Journal of Research and Technology*, vol. 11, no. 1, pp. 35–52, 2025.
- [17] E. Ansyah, S. Kustiwan, and Supriyati, "Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi Cycle Time dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 5, no. 3, pp. 2153–2162, Jul. 2025, doi: 10.54082/jupin.1693.
- [18] A. R. Andriansyah and W. Sulistyowati, "Clarisa Product Quality Control Using Methods Lean Six Sigma and Fmeca Method (Failure Mode And Effect Cricitality Analysis) (Case Study: Pt. Maspion Iii)," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1272.
- [19] A. Saida and O. Oktavianty, "PENERAPAN LEAN SIX SIGMA UNTUK MENGURANGI PEMBOROSAN DALAM PROSES PRODUKSI ROTI IMPLEMENTATION OF LEAN SIX SIGMA TO MINIMIZE WASTE IN BREAD PRODUCTION PROCESSES," *JURNAL REKAYASA SISTEM DAN MANAJEMEN INDUSTRI*, vol. 2, no. 4, pp. 363–373, 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.