



Six Sigma Sebagai Usaha Meminimasi Cacat Produk Galon Air Minum Dalam Kemasan

William Christian Loesi Pangalinan ^{1*}, Dutho Suh Utomo ², La Ode Ahmad Safar ³

^{1,2,3} Prodi Teknik Industri, Universitas Mulawarman

*Korespondensi Penulis, E-mail: williamchristian147@gmail.com

Abstract

PT XYZ is one of the Bottled Drinking Water (AMDK) producers that offers gallon packaging as one of its products. During the gallon production process, several types of product defects occur. This study aims to control the quality of gallon products by reducing the causes of gallon product defects. The Six Sigma method is employed in this study, utilizing the four DMAI phases: define, measure, analyze, and improve. During the five production periods, there were 22,980 defective products out of a total of 503,272 products. The DPO value calculation resulted in a value of 0.0152, corresponding to a DPMO value of 15,220 per million opportunities. The sigma value obtained for this gallon production is 3.664, which is still relatively high compared to the desired target of 3.4 per million opportunities. Based on the conducted research, it was found that there are three types of defects occurring. Among these three defects, cracked gallons have the highest percentage. By identifying the root causes using fishbone diagrams and FMEA analysis, it was determined that the primary cause of cracked gallons is the lack of an appropriate raw material selection method, leading to defective gallons. The recommended improvement based on the 40 Inventive Principle TRIZ is the establishment of a Standard Operating Procedure (SOP) for raw material selection before it is incorporated into the gallon production process.

Keywords: Quality Control, Defect, Six Sigma, FMEA, TRIZ, Gallons.

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu produsen Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang salah satu produknya adalah kemasan galon. Selama proses produksi galon terjadi beberapa jenis kecacatan produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan kualitas produk galon dengan mengurangi penyebab cacat produk galon. Pada penelitian ini digunakan metode *six sigma* dengan melakukan empat tahap, yaitu DMAI (*define, measure, analyze, dan improve*). Pada produksi tersebut terdapat jumlah produk cacat sebanyak 22.980 produk dari total 503.272 produk selama lima periode, hasil perhitungan nilai DPO didapatkan senilai 0,0152 sehingga nilai DPMO 15.220 dalam satu juta kesempatan, nilai sigma yang didapatkan pada produksi galon ini adalah 3,664 dan masih cukup besar karena target yang diinginkan yaitu nilai sigma sebesar 3,4 dalam satu juta kesempatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa terdapat 3 jenis cacat yang terjadi. Dari 3 jenis cacat tersebut diketahui jenis cacat yang memiliki persentase terbesar, yaitu cacat galon pecah. Berdasarkan identifikasi penyebab dengan menggunakan diagram *fishbone* dan analisis FMEA, diketahui faktor penyebab terbesar dari cacat galon pecah adalah belum adanya metode pemilihan bahan baku yang tepat sehingga menyebabkan galon menjadi cacat. Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasar kepada 40 *Inventive Principle* TRIZ adalah pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait pemilihan bahan baku sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi galon.

Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Cacat, Six Sigma, FMEA, TRIZ, Galon



1. Pendahuluan

Perkembangan dunia industri semakin maju dengan perkembangan zaman dari hari ke hari. Perusahaan dan produsen bersaing untuk menghasilkan produk berkualitas untuk meningkatkan kepuasan dan loyalitas konsumen. Perusahaan yang mengutamakan kualitas, produktivitas, dan efisiensi serta melibatkan karyawannya dalam menyelesaikan permasalahannya akan lebih mudah bersaing di dunia industri. Konsumen dapat menilai perusahaan berdasarkan kualitas produk yang dihasilkannya.

Menurut [1], pengendalian kualitas produk adalah upaya yang dilakukan oleh perusahaan untuk meminimalkan produk cacat atau *reject*, meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, serta sesuai dengan standar yang diinginkan. Kualitas yang telah sesuai dengan standar diupayakan untuk terus stabil dan dilakukan perbaikan untuk produk yang belum sesuai dengan standar.

Air minum merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia, karena pentingnya air minum dalam menjaga kesehatan. Air minum dalam kemasan saat ini merupakan sebuah produk yang mulai banyak diminati konsumen. Kondisi inilah yang menuntut perusahaan agar dapat mempertahankan citra dengan menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Kualitas produk merupakan faktor penentu minat konsumen terhadap suatu produk, maka dari itu agar kualitas produk yang dihasilkan maksimal diperlukan suatu metode pengendalian mutu dalam peningkatan kualitas [3].

Salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah PT XYZ yang memiliki merek dagang "X". PT XYZ merupakan produsen Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang berlokasi di Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Setiap harinya perusahaan ini memproduksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dengan kemasan gelas (cup) 220 mililiter, kemasan botol 600 mililiter, serta kemasan air galon 21 liter. Jangkauan pemasaran produk "X" meliputi Balikpapan, Sangatta, dan Samarinda. Dalam proses produksi "X", dilakukan berbagai upaya untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Standar tersebut meliputi kualitas air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI), standar mutu air baku, serta Standar Operasional Prosedur (SOP) perusahaan.

Produksi dari PT XYZ saat ini belum mampu untuk menanggulangi cacat produk pada galon yang mereka produksi. Berdasarkan hasil observasi, masih banyak produk galon yang *reject* karena kualitas yang tidak baik. Dengan meningkatkan pengendalian kualitas kemasan, maka perusahaan dapat mengurangi jumlah produk galon yang *reject*. Perbaikan pengendalian kualitas dalam penerapannya berkaitan dengan pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) karena seseorang tidak dapat memperbaiki sesuatu yang tidak dapat diukur.

Six Sigma adalah upaya seluruh organisasi untuk mencapai nol cacat dan mengurangi variasi dalam industri manufaktur atau proses. Metodologi ini dapat membantu perusahaan meninjau ulang proses mereka, meningkatkan efisiensi, dan memberikan kualitas yang konsisten. Dengan meninjau secara teratur dan menyempurnakan proses yang ada, metodologi *Six Sigma* dapat memperbaikinya [6].

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis berupaya untuk meneliti dan menyelesaikan masalah tersebut menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*). Metode ini diharapkan mampu meminimalisir banyaknya produk kemasan galon *reject* yang ada di PT XYZ dengan melakukan identifikasi masalah, melakukan pengukuran, analisa akar permasalahan, memberikan usulan perbaikan serta rencana pengendalian kualitas terhadap produk air minum dalam kemasan galon.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa kualitas adalah metode *six sigma*. *Six sigma* merupakan metode perbaikan prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengurangi penyimpangan proses sembari mengurangi *defect* (produk ataupun layanan yang tidak sesuai standar) dengan pemakaian proses statistik serta alat pemecahan permasalahan [7].



Konsep *Six Sigma* dikerjakan berdasarkan *Define, Measure, Improve, dan Control* (DMAIC). Kelebihan metode *Six Sigma* adalah fokus *output* yang terukur pada tingkat suatu organisasi. Metode tersebut dapat membantu dalam menganalisa penyebab kecacatan produk dan memberikan usulan perbaikan pengendalian mutu (Prasetyani, 2021).

Pada tahap perbaikan (*improve*) digunakan metode *TRIZ*. *TRIZ* atau yang dikenal dengan *Theory of Inventive Problem Solving* adalah metodologi sistematis berbasis pengetahuan manusia yang berorientasi pada pemecahan masalah inventif. *TRIZ* merupakan alat dalam penyelesaian masalah yang berhasil merangkum solusi dan keberhasilan masa lalu untuk menunjukkan kepada peneliti selanjutnya bagaimana memecahkan masalah dengan sistematis [8].

2. Kajian Pustaka

2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah upaya untuk mempertahankan kualitas dari produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ada atau upaya untuk memeriksa syarat dalam standar kualitas menjadi representatif dari produk yang dihasilkan [4].

Pengendalian kualitas bertujuan untuk meminimalisir kesalahan sekaligus menambah mutu, meningkatkan kerja tim yang baik, menambah motivasi kerja karyawan, meningkatkan kemampuan *problem solving*, dan meningkatkan komunikasi [5].

2.2 Six Sigma

Six Sigma adalah metode untuk perbaikan prosedur yang memiliki tujuan untuk mengurangi penyimpangan proses sekaligus mengurangi produk cacat yang tidak sesuai dengan standar dengan menggunakan proses statistik sebagai *problem solving* [7].

2.2.1 Define, Measure, Analyze, Improve, and Control (DMAIC)

Six Sigma dikerjakan berdasar pada *DMAIC (Define, Measure, Improve, dan Control)* untuk melakukan identifikasi terhadap beberapa faktor yang vital.

1. Define

Pada tahap *define* peneliti akan melakukan suatu identifikasi dan mencoba untuk memahami atau mendefinisikan suatu permasalahan yang sedang dihadapi dalam sebuah proses.

2. Measure

Pada tahap *measure* peneliti akan melakukan pengukuran serta identifikasi dari suatu sumber yang memiliki ketidaksesuaian yang terjadi di dalam suatu proses produksi.

3. Analyze

Pada tahap *analyze* peneliti akan memeriksa proses, fakta, serta data yang telah diukur untuk mendapatkan pemahaman terkait mengapa suatu permasalahan dapat terjadi serta mencari letak kesempatan untuk melakukan suatu perbaikan.

4. Improve

Pada tahap *improve* peneliti akan menerapkan suatu rencana untuk melakukan peningkatan kualitas *Six Sigma* sekaligus mengidentifikasi penyebab masalah kualitas serta memonitor efektivitas dari rencana yang akan dilakukan.

5. Control

Pada tahap *control* peneliti akan berupaya melakukan pengawasan yang bertujuan untuk mengembangkan *monitoring* dalam penerapan usulan perbaikan.

2.3 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) adalah metode yang digunakan dengan tujuan mengidentifikasi dan mencegah kegagalan produk agar *output* yang dihasilkan mampu menjadi representatif standar perusahaan serta berguna pula untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan pengaruhnya terhadap proses [2].



Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan memberi skor terhadap masing-masing moda kegagalan berdasarkan kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) [11].

2.3.1 Severity (Keparahan)

Severity adalah penilaian terhadap keparahan dari efek yang ditimbulkan dengan kata lain setiap kegagalan yang terjadi akan dinilai seberapa besar tingkat keparahannya dengan skala 1 sampai 10.

2.3.2 Occurrence (Kejadian)

Occurrence adalah penilaian terhadap frekuensi kemungkinan penyebab yang akan terjadi di masa depan dan menghasilkan bentuk kegagalan selama penggunaan produk dengan skala 1 sampai 10.

2.3.3 Detection (Deteksi)

Detection adalah penilaian terhadap kapabilitas untuk mengendalikan kegagalan yang dapat terjadi dengan skala 1 sampai 10. *Risk Priority Number* (RPN) merepresentasikan tingkat keseriusan dari penyebab yang ditimbulkan. Semakin tinggi nilai *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan semakin serius penyebab yang ditimbulkan. Berikut merupakan persamaan untuk mengukur nilai RPN dari sebuah penyebab potensial.

$$RPN = S \times O \times D$$

Pers. 1

Keterangan:

RPN : *Risk Priority Number*
S : *Severity*
O : *Occurrence*
D : *Detection*

2.4 TRIZ (*Theoria Rechenia Izobretateleskih Zadatchi*)

TRIZ adalah salah satu alat *problem solving* yang berhasil merangkum solusi dan keberhasilan masa lalu untuk menunjukkan kepada peneliti selanjutnya bagaimana cara untuk *problem solve* dengan sistematis [8].

Ada dua tahapan dalam melakukan pemecahan masalah menggunakan TRIZ, yaitu sebagai berikut [10].

1. Mengidentifikasi masalah dengan mencari segala kemungkinan yang terjadi faktor penyebab masalah yang terjadi,
2. Mengklasifikasi masalah dengan menentukan faktor yang akan ditingkatkan dan faktor yang dipengaruhi dari peningkatan tersebut ke dalam *The 30 Technical Parameter*.
3. Setelah menentukan faktor yang ditingkatkan dan faktor yang dipengaruhi dari peningkatan tersebut, akan muncul beberapa opsi solusi pada *40 Inventive Principles* sebagai penyelesaian dari permasalahan yang ada.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan, serta tahap penutup. Tahap persiapan terdiri dari studi pendahuluan, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan studi lapangan. Tahap pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari wawancara (untuk mengetahui jenis cacat produk galon, gambaran umum perusahaan, kriteria *Critical To Quality* (CTQ), nama *supplier*, input proses produksi, output proses produksi, dan *customer* perusahaan), observasi (mengetahui kegiatan proses produksi galon), dan kuesioner (nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*). Data sekunder terdiri dari data jumlah produksi galon Januari 2022 sampai Mei 2022 serta data jumlah cacat produk galon Januari 2022 sampai Mei 2022.



Tahap pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode Six Sigma dengan pendekatan DMAI (*Define, Measure, Analyze, Improve*). Tahap pembahasan dan analisa dan pembahasan akan dilakukan analisis terhadap identifikasi jenis cacat, faktor penyebab terjadinya produk cacat, dan rekomendasi usulan perbaikan. Tahap penutup akan dilakukan penarikan kesimpulan akhir dari analisa data berdasarkan tujuan penelitian yang ada

4. Pengolahan Data

Hasil dari pengumpulan data didapatkan data produk galon dan produk cacat pada Januari 2022 sampai Mei 2022 pada PT XYZ seperti pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Produksi dan Produk Cacat Galon PT XYZ

No	Tanggal	Jumlah Produksi	Produk Cacat
1	1 Januari 2022	3.310	187
2	2 Januari 2022	3.499	192
3	3 Januari 2022	3.463	180
4	4 Januari 2022	3.342	174
5	5 Januari 2022	3.224	142
6	6 Januari 2022	3.444	186
7	7 Januari 2022	3.442	191
8	8 Januari 2022	3.504	137
...
151	31 Mei 2022	3.444	107
Total		503.272	22.980

4.1 Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan tahap permulaan pada pelaksanaan metode Six Sigma. Tahapan ini mempunyai tujuan untuk mendefinisikan masalah yang terjadi dan menyebabkan produk cacat pada galon. Pada tahap ini dilakukan identifikasi CTQ dan identifikasi *check sheet* untuk mengidentifikasi jenis-jenis cacat seperti pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. CTQ Air Minum Dalam Kemasan Galon

No	<i>Critical To Quality</i>	Deskripsi
1	Kode produksi tidak terlihat	Huruf dan angka pada kode produksi galon tidak tercetak dengan jelas dan tajam
2	<i>Labelling</i> tidak simetris	Label tidak terpasang dengan baik secara horizontal maupun vertikal pada galon
3	Galon pecah	Produk galon pecah (bagian atas, bagian samping, dan bagian bawah)

Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala bagian *quality control* diperoleh tiga jenis cacat yang teridentifikasi, yaitu cacat kode produksi tidak terlihat, cacat *labelling* tidak simetris, dan cacat galon pecah. Setelah itu, untuk mengetahui frekuensi dari setiap jenis cacat, dibuatlah *check sheet* seperti pada Tabel 3 di bawah ini.



Tabel 3. Check Sheet Air Minum Dalam Kemasan Galon Periode Januari – Mei 2022

Periode	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Jenis Cacat		
			Galon Pecah	Labelling Tidak Simetris	Kode Produksi Tidak Terlihat
Januari	102.694	4.911	2.373	1.391	905
Februari	92.917	4.443	2.140	1.300	817
Maret	102.577	4.708	2.317	1.406	1.004
April	100.919	4.368	2.314	1.412	992
Mei	104.165	4.550	2.346	1.385	878
Jumlah	503.272	22.980	11.490	6.894	4.596
Rata-Rata	100.654	4.596	2.298	1.379	919

Berdasarkan tabel *check sheet* periode Januari 2022 sampai Mei 2022 dengan jumlah cacat 22.980 galon dari total 503.272 galon teridentifikasi 11.490 galon dengan cacat galon pecah, 6.894 galon dengan cacat *labelling* tidak simetris, dan 4.596 galon dengan cacat kode produksi tidak terlihat.

4.2 Tahap Measure

Pada tahap *measure* dilakukan perhitungan uji kecukupan data, peta kendali, nilai *Defect Per Opportunities* (DPO), nilai *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), perhitungan nilai tingkat atau kapabilitas sigma, dan diagram pareto. Uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan $k = 3$ dan derajat ketelitian dalam pengamatan sebesar 10%.

1. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{\frac{3}{0,1} \sqrt{(151 \times 1.679.789.668 - 253.282.705.984)}}{503.272} \right]^2$$

$$N' = 129,887$$

Didapatkan nilai N' sebesar 129,887. Maka, $N \leq N'$ atau $129,887 \leq 151$ sehingga data yang dikumpulkan telah mencukupi.

2. Pembuatan Peta Kendali P

a. Proporsi Cacat (p)

Perhitungan proporsi cacat didapatkan dengan membagi jumlah dari produk galon cacat (np) dengan jumlah produksi galon (n) pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut.

$$p = \frac{187}{3.310}$$

$$p = 0,0565$$

b. Garis Tengah (GT) atau *Center Line* (CL)

Perhitungan garis tengah diperoleh dengan menghitung rasio antara jumlah total produk cacat dan jumlah total produksi pada tanggal 1 Januari 2022 sebagai berikut.



$$CL = \frac{22.980}{503.272}$$

$$CL = 0,046$$

- c. Batas Kendali Atas (BKA) atau *Upper Center Line* (UCL)
Upper Center Line (UCL) diperoleh dengan $n = 3.310$ dan $CL = 0,0457$ pada tanggal 1 Januari 2022 dengan persamaan berikut.

$$UCL = 0,0457 + 3 \sqrt{\frac{0,0457(1-0,0457)}{3.310}}$$

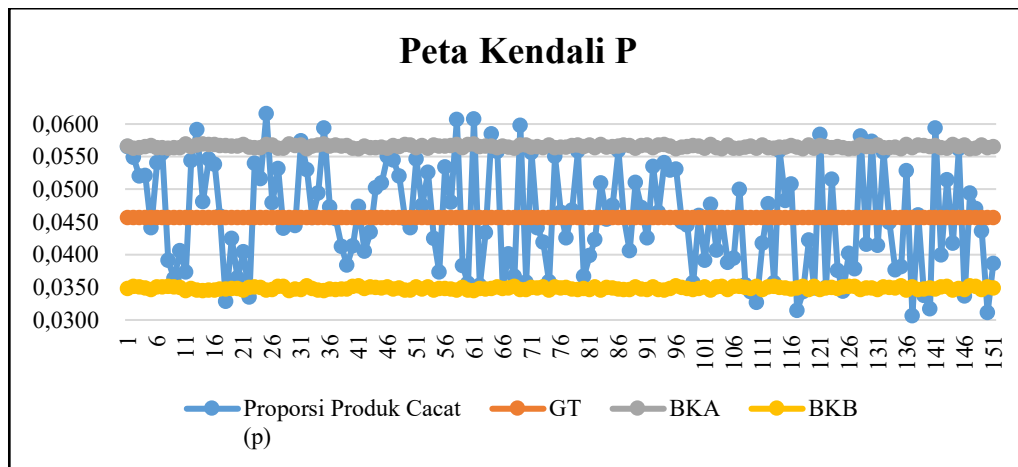
$$UCL = 0,0565$$

- d. Batas Kendali Bawah (BKB) atau *Lower Center Line* (LCL)
Lower Center Line (LCL) diperoleh dengan $n = 3.310$ dan $CL = 0,0457$ pada tanggal 1 Januari 2022 dengan persamaan berikut.

$$LCL = 0,0457 - 3 \sqrt{\frac{0,0457(1-0,0457)}{3.310}}$$

$$LCL = 0,0348$$

- e. Peta Kendali P
 Setelah melakukan kalkulasi dari proporsi cacat, CL, UCL, dan LCL dibuatlah bentuk visualisasi dari kalkulasi tersebut berupa peta kendali sebagai berikut.



Gambar 1. Peta Kendali P Keseluruhan Produk Galon

3. *Defect per Opportunity* (DPO)

$$DPO = \frac{22.980}{503.272 \times 3}$$

$$DPO = 0,0152$$

4. *Defect per Million Opportunity* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,0152 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 15.220$$

5. Nilai Sigma

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}(1-(DPMO/1.000.000))+1,5$$

$$\text{Nilai Sigma} = \text{NORMSINV}(1-(15.220/1.000.000))+1,5$$

$$\text{Nilai Sigma} = 3,664$$

6. Diagram Pareto

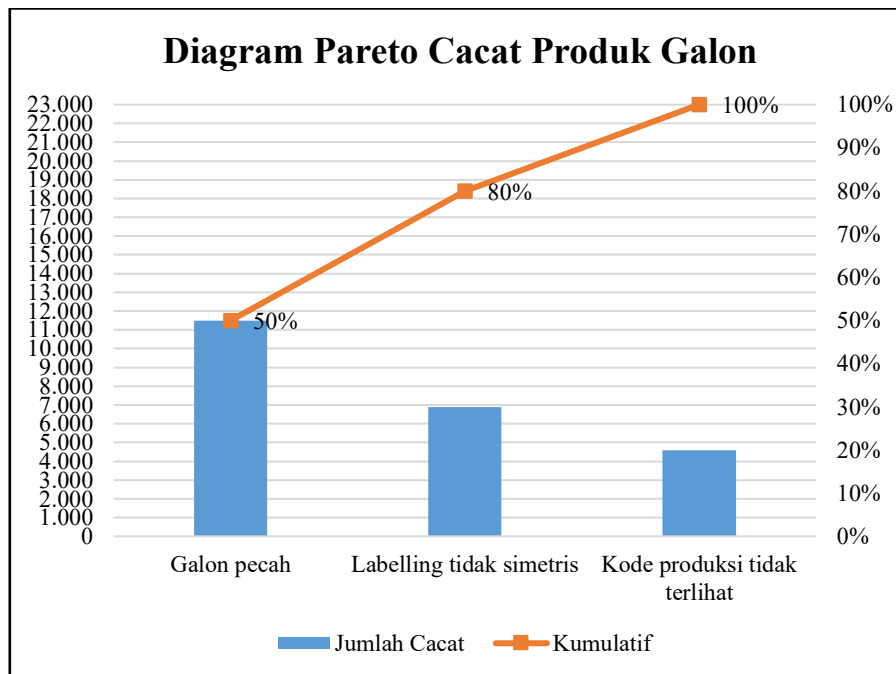
Diagram pareto digunakan untuk mengetahui persentase kumulatif dari jenis cacat yang telah teridentifikasi seperti pada Tabel 4 berikut ini.



Tabel 4. Tabel Kumulatif Jenis Cacat pada Galon

No	Jenis Cacat	Frekuensi Cacat	Frekuensi Kumulatif Cacat	Persentase Frekuensi Cacat
1	Galon pecah	11.490	11.490	50%
2	Labelling tidak simetris	6.894	18.384	30%
3	Kode produksi tidak terlihat	4.596	22.980	20%
Total		22.980		

Pada Tabel 4 terlampir angka frekuensi dan persentase kumulatif produk cacat dari galon PT XYZ yang selanjutnya akan dibuat diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang paling sering timbul pada produk galon PT XYZ.

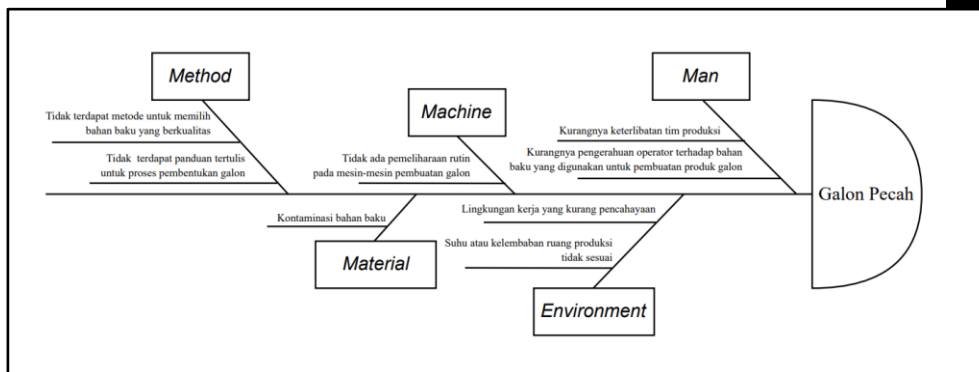


Gambar 2. Diagram Pareto Jenis Cacat Produk Galon

Dari visualisasi diagram pareto Gambar 2 dapat diketahui bahwa jenis cacat dengan persentase tertinggi terdapat pada cacat galon pecah dengan persentase frekuensi kumulatif sebesar 50% dari total keseluruhan persentase jenis cacat lainnya.

4.3 Tahap Analyze

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dengan mengukur nilai RPN dari masing-masing penyebab dari jenis cacat dengan menggunakan diagram *fishbone* kemudian dianalisis akar penyebab permasalahan terbesar dengan menggunakan metode FMEA.



Gambar 3. Diagram *Fishbone* Cacat Galon Pecah

Setelah mengidentifikasi penyebab cacat menggunakan diagram *fishbone*, analisis dilanjutkan menggunakan metode FMEA.

Tabel 5. *Failure Mode and Effects Analysis*

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Galon Pecah	Kurangnya keterlibatan tim produksi	2	2	1	4
	Kurangnya pengetahuan operator terhadap bahan baku yang digunakan untuk pembuatan produk galon	3	2	1	6
	Tidak ada pemeliharaan rutin pada mesin-mesin pembuatan galon	2	2	4	16
	Belum adanya metode pemilihan bahan baku yang tepat	4	6	6	144
	Tidak terdapat panduan tertulis untuk proses pembentukan galon	3	2	4	24
	Bahan baku terkontaminasi	2	4	6	48
	Lingkungan kerja yang kurang pencahayaan	3	3	2	18
Suhu atau kelembaban produksi yang tidak sesuai	1	2	3	6	

Hasil dari pengukuran RPN menggunakan metode FMEA didapatkan penyebab terbesar pada jenis cacat galon pecah ialah metode belum adanya metode pemilihan bahan baku yang tepat dengan nilai RPN sebesar 144.

4.4 Tahap Improve

Pada tahap ini akan dilakukan usulan perbaikan demi mengoptimalkan proses produksi dan meminimasi cacat produk yang dihasilkan pada proses produksi galon PT. XYZ. Pemberian usulan perbaikan akan dilakukan menggunakan metode TRIZ pada masing-masing penyebab yang memerlukan prioritas perbaikan dari jenis cacat yang didapatkan melalui observasi dan pengamatan langsung pada proses produksi galon PT. XYZ. *Improving parameter* yang ditentukan adalah *manufacturing precision* atau akurasi pembuatan. Jika akurasi pembuatan ditingkatkan, operator dituntut untuk maksimal dalam melakukan proses pembuatan galon. Hal tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko terjadinya cacat pada produk galon.

Worsening parameter yang timbul dari *improving parameter* yang dipilih adalah *stress or pressure* atau tekanan. Karena jika akurasi pembuatan galon ditingkatkan, hal tersebut akan berpengaruh terhadap kinerja dari operator yang dituntut untuk lebih



maksimal dalam melakukan terhadap metode maupun kendali bahan baku yang akan masuk ke dalam proses produksi. Hal tersebut didukung dengan keadaan dimana perusahaan harus memenuhi permintaan konsumen sesuai *demand* oleh konsumen. Setelah dilakukan penelitian, peneliti menemukan beberapa alternatif penyelesaian yang bersumber dari 40 inventive principles, yaitu prinsip nomor 3 dan 35 yang akan ditampilkan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Tabel Kontradiksi

Technical Contradictions	Matrix Coordinates	Suggested Principle	Principle Name
Manufacturing Precision (Akurasi Pembuatan)	(29) Manufacturing Precision > < (11) Stress or Pressure	3 35	Local quality Parameter changes

Berdasarkan pemilihan solusi ideal dengan metode TRIZ didapat usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk galon yang sesuai dengan kondisi perusahaan, yaitu dengan melakukan *inventive principle* nomor 35 (*parameter changes*), dibandingkan dengan *inventive principle* nomor 3 (*local quality*) yang bentuk implementasinya berupa perubahan struktur objek dari yang seragam menjadi tidak seragam. *Parameter changes* ini dapat dilakukan dengan menaikkan tingkat presisi terhadap kontrol kualitas bahan baku sebelum proses produksi, lakukan inspeksi, dan pengujian menyeluruh pada setiap bahan baku untuk memastikan kualitas dari bahan baku. Pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait pemilihan bahan baku sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi galon. Beberapa aspek dalam metode pemilihan bahan baku yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan pelatihan terhadap karyawan
 Karyawan perlu difasilitasi pelatihan agar dapat mengerti cara untuk menginspeksi bahan baku biji plastik HDPE sebagai usaha untuk meminimasi galon pecah, seperti mempelajari teknologi terbaru yang relevan dengan proses produksi untuk meningkatkan keakuratan inspeksi bahan baku dan pelatihan untuk standar ASTM (*American Standard Testing and Material*) yang dapat digunakan sebagai standar untuk bahan baku yang digunakan.
2. Melakukan tes visual
 Memeriksa biji plastik HDPE secara visual untuk memastikan tidak ada kontaminasi seperti kotoran, debu, atau bahan lain yang dapat diinspeksi secara visual dan akan berdampak pada hasil akhir produk galon.
3. Melakukan tes laboratorium
 - a. Analisis kadar air
 Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan galon menjadi rapuh dan mudah pecah
 - b. Analisis titik leleh
 Kadar lelehan plastik harus diperhatikan, jika titik leleh terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan masalah proses melelehnya bahan baku selama proses produksi.
 - c. Analisis kadar kontaminasi
 Tes laboratorium dapat mendeteksi keberadaan kontaminan seperti logam berat, pestisida, dan bahan kimia lainnya yang berpotensi dapat memengaruhi proses produksi.



4. Mengidentifikasi lingkungan penggunaan
Mempertimbangkan kondisi lingkungan dimana bahan baku galon akan digunakan, seperti suhu, kelembaban, dan paparan bahan kimia agar tidak memberi pengaruh buruk pada saat
5. Uji spesifikasi
Memastikan bahan baku galon yang akan dibeli memenuhi semua persyaratan fungsional dan kualitas dengan cara melakukan uji prototipe terlebih dahulu.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan dari penelitian ini, didapatkan 3 jenis kecacatan pada produk galon di PT Air Kristal Lestari. Jenis kecacatan pertama yaitu galon mengalami cacat pecah bagian atas, pecah bagian samping, dan pecah bagian bawah dengan total jumlah produksi sebesar 503.272 pcs galon dan total jumlah produk *reject* 22.980 pcs,
2. Faktor-faktor yang menyebabkan produk cacat menurut diagram *fishbone* dan diagram pareto yang telah dibuat didapatkan bahwa cacat terbanyak adalah cacat galon pecah yang dipengaruhi oleh metode belum adanya cara untuk memilih bahan baku yang berkualitas sebelum bahan baku memasuki mesin produksi, dan
3. Pengendalian peningkatan kualitas yang direkomendasikan pada perusahaan untuk mengurangi cacat produk guna meningkatkan kualitas diurutkan berdasarkan prioritas yaitu:
 - a. Membuat dan menambahkan Standar Operasional Prosedur (SOP) mengenai metode untuk penentuan bahan baku produk galon sebelum memasuki mesin produksi.
 - b. Membuat tahap baru pada proses produksi, yaitu inspeksi atau pengecekan bahan baku yang dilakukan sebelum bahan baku memasuki mesin produksi galon sebagai usaha untuk meminimasi produk galon cacat.

6. Daftar Pustaka

- [1] Darmawan, T., & Rembulan, G. D. (n.d.). *Efforts to Control the Quality of Textile Business Products at PT. KTP to Minimize Defects*. <http://journal.ubm.ac.id/>
- [2] Deny, A., Profita, A., & Gunawan, S. (n.d.). Analisis dan Pengembangan Strategi Mitigasi Risiko Pada Proses Produksi Kayu Lapis (Plywood) (Studi Kasus: PT. SLJ Global Tbk). In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 9, Issue 1).
- [3] Dewi, A. A., & Yuamita, F. Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PDAM Tirta Sembada. In *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan / JTMIT* (Vol. 1). 2022.
- [4] Dewi, A. M., & Puspitasari, N. B. (n.d.). *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Pada Produk AMDK 240 ML PT. Tirta Investama Klaten*.
- [5] Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Impelentasi Program Six Sigma*. PT Gramedia Pustaka Utama
- [6] Mittal, A., Gupta, P., Kumar, V., Al Owad, A., Mahalwat, S., & Singh, S. The Performance Improvement Analysis Using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. *Heliyon*, e14625. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14625>
- [7] Muchammad, O. A., Maksun, A. H., & Rachmat, M. T. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Part Arm Rear Brake KWBF dengan Metode Six Sigma (DMAIC). *Serambi Engineerinig*, VIII(2). 2023.



- [8] Oktavian, F. I., & Aviasti. Perbaikan Kualitas untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan pada Produk Kain Grey dengan Menggunakan Metode Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (TRIZ) di PT. Dewy Textile Factory. *Bandung Conference Series: Industrial Engineering Science*, 3(1). 2023
<https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.6073>
- [9] Prasetyani, R. Analisis Six Sigma Dalam Upaya Mengurangi Produk Cacat Pada Bagian Proses Produksi Kripik Singkong Tawar Di CV. Sarach Cake And Snack (SCS). *Jurnal Rekayasa Dan Optimasi Sistem Industri*. 2021.
- [10] Saludin. *Desain Untuk Six Sigma : Cara Efektif Membangun Kinerja Produk & Proses Prima Dari Tahap Awal* (1st ed.). Mitra Wacana Media. 2016.
- [11] Stamatis, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA From Theory to Execution*. ASQ Quality Press. 2023.