

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 26 No. 4 (2025): October
DOI: 10.21070/ijins.v26i4.2102

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Product Defect Analysis in Bottled Water Manufacturing Using Six Sigma: Analisis Cacat Produk dalam Industri Pembuatan Air Kemasan Menggunakan Six Sigma

Muhammad Jabal Thoriq Nurdin, wiwik@umsida.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwik Sulistiyowati, wiwik@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Product quality control is a critical factor in manufacturing systems to ensure consistency and customer satisfaction. **Specific Background** Bottled drinking water production often experiences defects that reduce product quality and increase waste levels. **Knowledge Gap** Previous studies have applied quality control methods separately, with limited integration of Six Sigma, Fishbone Diagram, and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) for comprehensive defect analysis. **Aims** This study aims to identify dominant product defects, analyze root causes, and determine priority corrective actions in bottled water manufacturing. **Results** The findings indicate that several defect types dominate the production process, with low sigma level performance indicating the need for process improvement. Root causes are identified through fishbone analysis, while FMEA highlights the highest Risk Priority Number (RPN) as the main focus for corrective action. **Novelty** This study integrates multiple quality control tools to provide a structured and systematic evaluation of production defects. **Implications** The results support decision-making in improving production processes and reducing defect rates in manufacturing systems.

Keywords: Quality Control, Product Defects, Six Sigma, FMEA, Manufacturing

Key Findings Highlights

Defect categories identified as dominant production issues

Risk ranking prioritizes critical failure sources

Integrated methods provide structured evaluation approach

Published date: 2026-04-30

I. Pendahuluan

Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) sektor industri yang berkembang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan air minum yang aman dan berkualitas di tengah masyarakat modern. Semakin banyak penduduk semakin besar jumlah permintaan akan air minum yang higienis dan praktis[1] PT. Amanah Sang Surya adalah merupakan industri manufaktur yang memproduksi air minum dalam kemasan (AMDK) yang berdiri pada tahun 2017 yang menghasilkan produk yang bermerek suli 5 dengan kemasan: Cup gelas 240 ml, Botol 330 ml, Botol 600 ml, Botol 1500 ml, dan Gallon (19 L).

Kualitas produk merupakan salah satu pengawasan mutu yang dapat mempengaruhi kepuasan konsumen tentunya kualitas produk dapat ditentukan dengan daya tahan kemasan produk, kesesuaian produk, kerapian dan estetika produk [2]. Saat ini yang dihadapi oleh PT. Amanah Sang Surya dalam data internal perusahaan menunjukkan bahwa tingkat kecacatan pada produk air minum kemasan 240 ml masih melebihi standar perusahaan yang ditetapkan di bawah 1% dari total produksi. Sedangkan persentase kecacatan rata-rata 1,5% per bulan yang mencakup berbagai jenis kecacatan seperti kemasan bocor, Kemasan Pecah, serta kurang volume isi. Tingginya tingkat kecacatan ini menunjukkan perlunya langkah perbaikan yang serius untuk mencapai standar kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu, penting bagi PT. Amanah Sang Surya untuk melakukan analisis mendalam terhadap jenis-jenis cacat yang terjadi, penyebabnya, serta solusi yang efektif guna mengurangi atau bahkan menghilangkan produk cacat di masa mendatang.

Penelitian terdahulu tentang kualitas produk AMDK antara lain yuliani, dengan menggunakan pendekatan Six Sigma untuk analisis kecacatan produk [3] wisnugroho, dengan menggunakan metode Six Sigma untuk analisis pengendalian AMDK kemasan 220 ML.[4] pahmi, menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Metode *Kaizen* sebagai metode penerapan peningkatan kualitas produk [5]. Metode dari beberapa penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa metode Six Sigma dan FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengetahui faktor yang menjadi penyebab kecacatan produk.

Pada penelitian ini akan mengintegrasikan beberapa metode di atas yaitu penerapan Six Sigma yang digunakan untuk mengukur tingkat kecacatan proses produksi[6]. Diagram pareto untuk mengetahui kegagalan atau kecacatan mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu[7]. Fishbone diagram dilakukan untuk menunjukkan penyebab kecacatan dari data yang paling dominan dari sisi manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan[7]. Dilanjut dengan rekomendasi perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang bertujuan untuk perbaikan kecacatan paling dominan[8]

Pada PT. Amanah sang surya (suli 5) belum ada penelitian terdahulu yang mengkaji tentang pengendalian kualitas produk menunakan metode Six Sigma dan FMEA. Oleh karena itu diharapkan penelitian ini dapat meminimalkan resiko kecacatan produk pada proses produksi dan menentukan Solusi yang tepat untuk mengurangi cacat produk sehingga mendukung keberlanjutan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir tingkat kecacatan dengan mengetahui nilai DPMO produk, serta menganalisis penyebab cacat produk dalam proses produksi dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan pengendalian kualitas dengan perhitungan RPN kemudian untuk perbaikan dengan 5W+1H. Pengendalian kualitas yang diterapkan dalam penelitian ini diharapkan menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, mengurangi tingkat kecacatan, menghemat waktu dalam proses produksi, meningkatkan volume penjualan dan memperkuat daya saing dengan kompetitor lain.

II. Metode

Penelitian ini berfokus pada upaya pengendalian proses produksi air minum dalam kemasan untuk meminimalisir kecacatan yang terjadi dengan menggunakan metode Six Sigma untuk menganalisa kecacatan produk pada proses produksi dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*)[9] dan analisis FMEA

A. Strategi peningkatan Nilai six Sigma dengan tahapan DMAIC.

1. *Define* adalah langkah awal dalam memulai analisis, Metode Six Sigma dimulai dengan tahap mendefinisikan, yang berfokus pada peningkatan kualitas produk melalui langkah-langkah untuk mengidentifikasi penyebab utama kecacatan produk. Proses ini mencakup beberapa tahapan penting dalam penerapannya.[10]

2. *Measure* merupakan tahap pengumpulan dan perhitungan data sebelum diambilnya langkah perbaikan yang bertujuan untuk membantu dalam memonitor perkembangan yang telah di tetapkan, pada tahap analisis *measure* dibagi menjadi dua tahap yaitu :

1. perhitungan *P-chart* (Diagram Kontrol)

a. Menghitung proposisi *defect* (P) dengan rumus:

$$P = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Produksi}} \dots \text{Pers.(1)}$$

Sumber: [8], [10], [11].

b. Menghitung nilai garis tengah atau *Center Line* (CL) menggunakan rumus :

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \dots \text{Pers.(2)}$$

Sumber: [8], [10], [12]

c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) menggunakan rumus :

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \dots \text{Pers.(3)}$$

Sumber: [8], [10], [12]

d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) menggunakan rumus :

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \dots \text{Pers.(4)}$$

Sumber:[8], [10], [12].

2. Pengukuran Tingkat *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO) dan nilai *Sigma*

a. Menghitung DPMO dan tingkat *sigma* DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) adalah ukuran cacat Six Sigma yang menunjukkan cacat produk dalam satu juta produk yang dihasilkan. Rumus untuk mendapatkan DPMO :

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{(\text{banyak produk yang diproduksi} + \text{CTQ potensial})} \times 1000000 \dots \text{Pers.(5)}$$

Sumber:[13].

b. Menghitung *defects per unit* (DPU)

Menentukan nilai cacat per unit dilakukan untuk mengetahui nilai cacat untuk setiap unitnya. Berikut merupakan perhitungan DPU:

$$DPU = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi}} \dots \text{Pers.(6)}$$

Sumber:[6], [9], [10].

c. Menghitung Nilai *Sigma*

berikut adalah perhitungan nilai *Sigma*

$$\text{Sigma} = \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} + 1,5 \dots \dots \dots \text{Pers.(7)}$$

Sumber:[13]

d. Diagram pareto

Diagram pareto digunakan untuk menentukan Tingkat pada faktor dari berbagai kecacatan, sehingga dapat diidentifikasi faktor yang paling dominan berdasarkan analisis nilai kumulatifnya[14]

3. *Analyze* melakukan analisa menggunakan diagram sebab – akibat menggunakan *Fisbone diagram* untuk mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi adanya kecacatan produk.. *Fishbone diagram* merupakan salah satu alat yang sering digunakan untuk menunjukkan penyebab masalah pada suatu proses dari sisi manusia, mesin, metode, material, pengukuran, dan lingkungan/peralatan[7]. Diagram ini menunjukkan sebuah akibat atau dampak pada permasalahan dengan berbagai penyebabnya [12]

4. *Improve* usulan tindakan perbaikan yang harus dilakukan dalam peningkatan kualitas menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* adalah metode untuk rekomendasi perbaikan yang mengidentifikasi dan meminimalkan terjadinya kegagalan pada proses produksi dengan tujuan untuk mengetahui, mendekteksi, dan menghilangkan cacat [15] metode ini memiliki komponen berupa *risk priority number* (RPN) yang terdiri dari (*Severity*), mengidentifikasi kegagalan berdasarkan tingkat keparahan yang dialami oleh operator. (*Occurrence*) Kemungkinan penyebab akan terjadi dan akan menghasilkan kegagalan selama masa penggunaan, dan (*Detection*) Kemungkinan penyebab akan terjadi dan akan menghasilkan kegagalan selama masa penggunaan.[16]

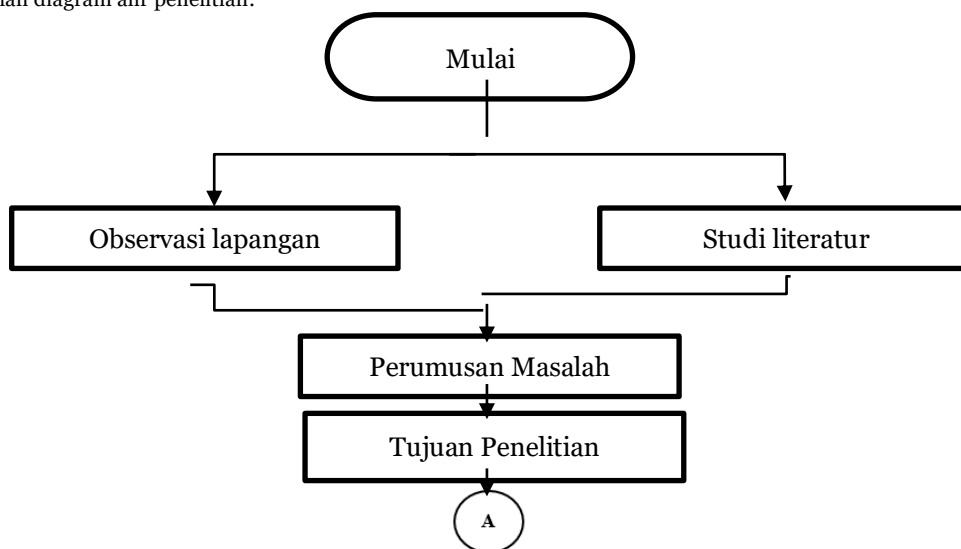
Untuk menghitung skor RPN dengan Rumus sebagai berikut:

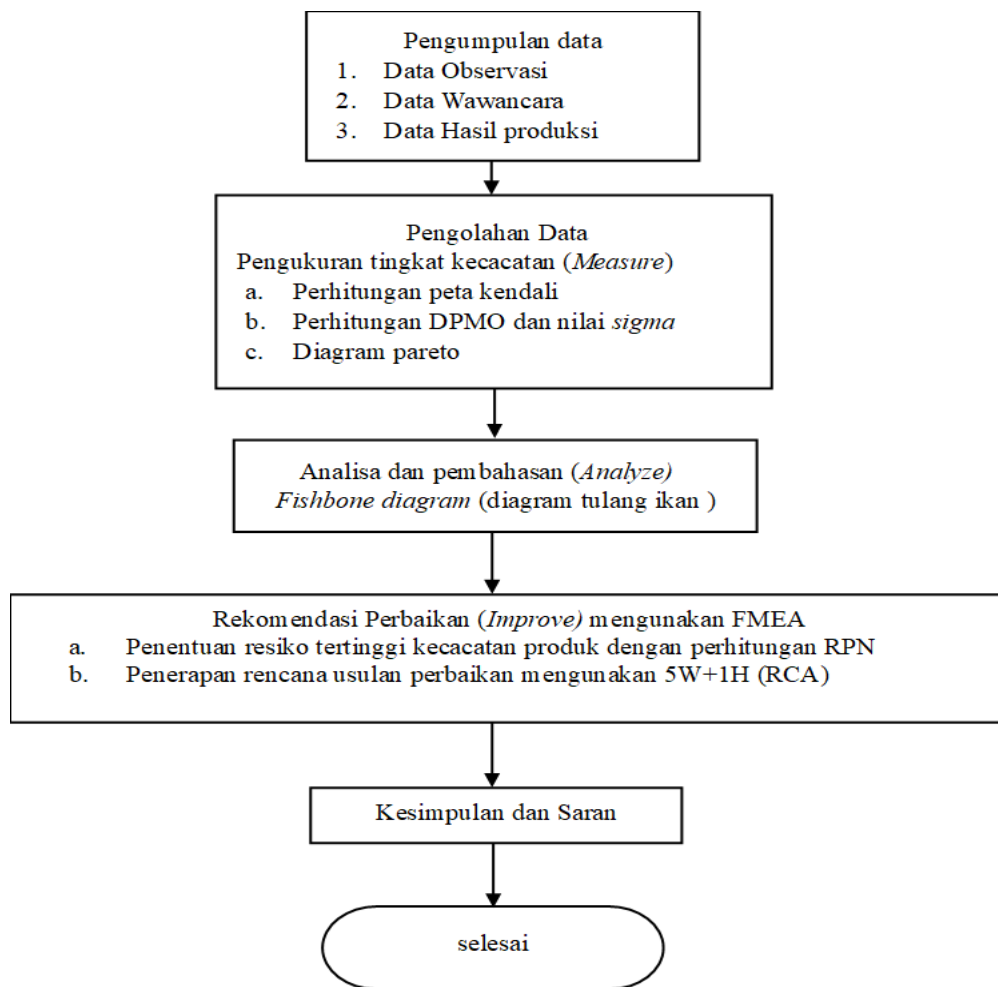
$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Detection} \dots \dots \dots \text{Pers.8}$$

Sumber: [7],[8],[14]

Tahap akhir memberikan usulan perbaikan kegagalan yang terjadi[17] menggunakan 5W+1H

5. *Control* adalah tahap akhir dalam upaya untuk meningkatkan kualitas produk berdasarkan *Six Sigma* [18]. Berikut adalah diagram alir penelitian:





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

A. Pengolahan Data

1. Tahap Define

Pada tahap awal yaitu dengan dilakukan pengumpulan data produksi serta mengetahui jenis kecacatan pada kemasan 240 ml. Tahap ini untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada produksi Air Minum Dalam Kemasan yang mengakibatkan kecacatan pada produk yang dihasilkan. Berdasarkan permasalahan terdapat 3 penyebab produk cacat yaitu, pecah, bocor dan kurang isi.

Tabel 1. data produksi dan jumlah cacat

2. Tahap Measure

Pada tahap ini merupakan tahap perumusan masalah dengan membuat peta kendali P dan maka dilakukan perhitungan tingkat *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan pengukuran level *sigma*. Berikut ini adalah perhitungan DPMO dan level sigma pada PT Amanah Sang Surya dari bulan Januari sampai Desember 2024. Berikut merupakan perhitungan peta kendali pada cacat produk air minum dalam kemasan.

Tabel 2. Pehitungan peta kendali P

Bulan	Jumlah Produksi	Total Kecacatan Produk			Jumlah Kecacatan	P	UCL	CL	LCL
		Bocor	pecah	kurang isi					
Januari	82930	458	395	365	1218	0,015	0,015	0,01408	0,013
Februari	82227	486	321	368	1175	0,014	0,015	0,01408	0,013
Maret	88189	531	374	282	1187	0,013	0,015	0,01408	0,013
April	81202	504	259	373	1136	0,014	0,015	0,01408	0,013
Mei	78029	532	279	246	1057	0,014	0,015	0,01408	0,013
Juni	80960	578	318	243	1139	0,014	0,015	0,01408	0,013
Juli	78149	589	421	239	1249	0,016	0,015	0,01408	0,013
Agustus	84865	530	278	316	1124	0,013	0,015	0,01408	0,013
September	69983	516	283	209	1008	0,014	0,015	0,01408	0,013
Oktober	77983	529	304	233	1066	0,014	0,015	0,01408	0,013
November	79983	529	196	359	1084	0,014	0,015	0,01408	0,013

Desember	83724	585	351	257	1193	0,014	0,015	0,01408	0,013
Jumlah	968224	6367	3779	3490	13636				

1. perhitungan *P-chart* (Diagram Control)

a. Menghitung proporsi *defect* (*P*):

$$P = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

$$P = \frac{13636}{82930}$$

$$P = 0,015$$

b. Menghitung nilai garis tengah atau *Center Line* (*CL*):

$$CL = \bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \bar{P} = \frac{13537}{968224}$$

$$CL = \bar{P} = 0,015$$

c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (*UCL*):

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$UCL = 0,0139813 + 3 \sqrt{\frac{0,0139813(1-0,0139813)}{82930}}$$

$$= 0,015$$

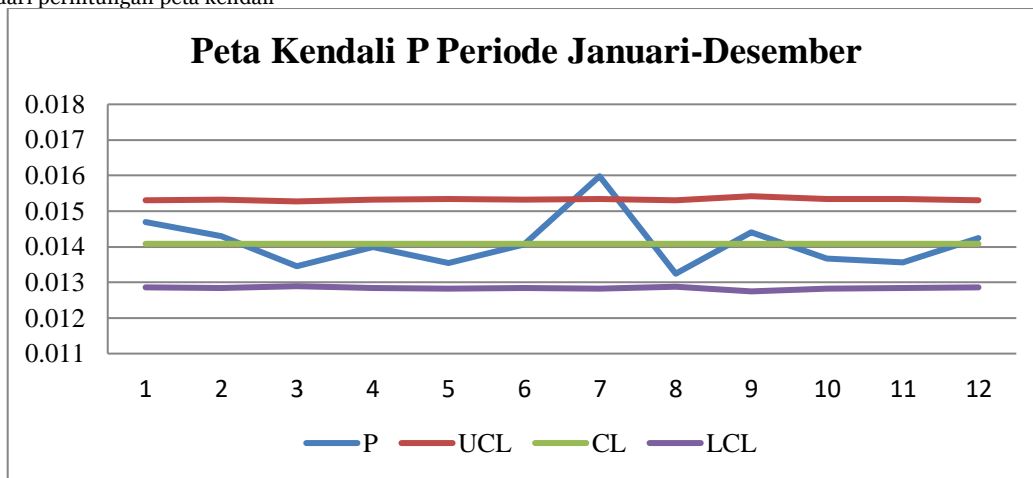
d. menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (*LCL*):

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

$$LCL = 0,0141 - 3 \sqrt{\frac{0,0141(1-0,0141)}{82930}}$$

$$= 0,013$$

Dapat dilihat dari perhitungan peta kendali



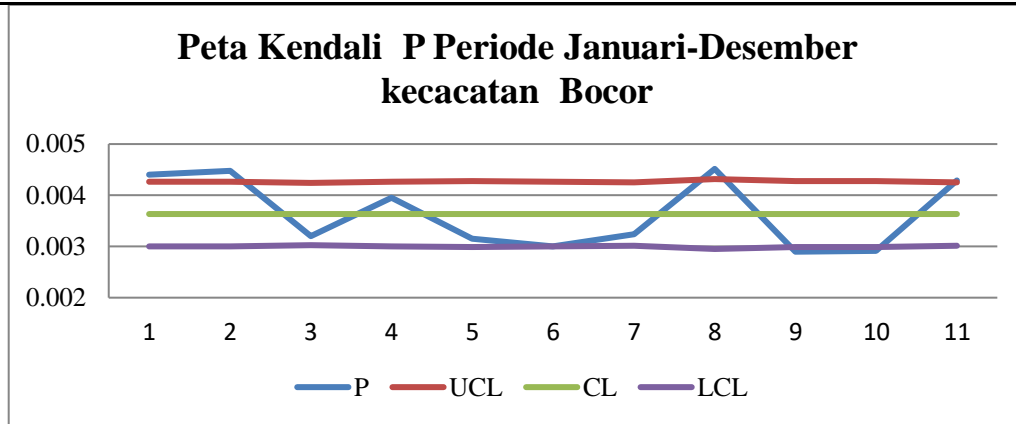
Gambar 2. Peta Kendali P

Pada gambar 2 peta kendali P-Chart diatas diketahui bahwa terdapat data masuk pada batas kendali kecuali pada bulan juli proposi kecacatan berada pada luar batas kendali (*Out of Control*) maka seluruh pengolahan data dapat belum dapat dilanjutkan dan harus mengeliminasi data yang diluar kendali dan mengitung ulang Dan dilakukannya perhitungan sesuai kecacatan masing-masing.

Tabel 3. Perhitungan Peta Kendali P kecacatan Bocor

Bulan	Jumlah Produksi	Total Jenis Kecacatan Produk		P	UCL	CL	LCL
		Bocor					
Januari	82930	458		0,006	0,007	0,00649	0,006
Februari	82227	486		0,006	0,007	0,00649	0,006
Maret	88189	531		0,006	0,007	0,00649	0,006
April	81202	504		0,006	0,007	0,00649	0,006
Mei	78029	532		0,007	0,007	0,00649	0,006
Juni	80960	578		0,007	0,007	0,00649	0,006
Agustus	84865	530		0,006	0,007	0,00649	0,006
September	69983	516		0,007	0,007	0,00649	0,006

Oktober	77983	529	0,007	0,007	0,00649	0,006
November	79983	529	0,007	0,007	0,00649	0,006
Desember	83724	585	0,007	0,007	0,00649	0,006
Jumlah	890075	5778				

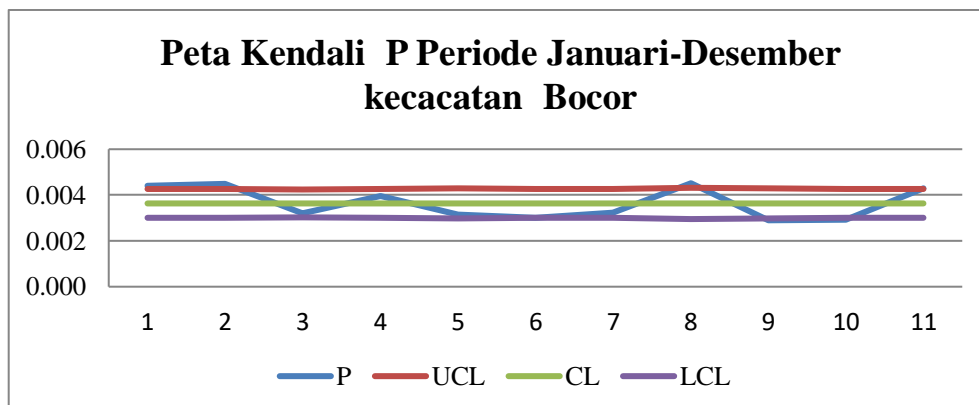


Gambar 3. Peta Kendali P kecacatan bocor

Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 1, periode 2, dan periode 8. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses.

Tabel 4. Perhitungan Peta Kendali P kecacatan pecah kemasan.

Bulan	Jumlah Produksi	Total Jenis Kecacatan Produk pecah	Kendali			
			P	U CL	CL	L CL
Januari	82930	395	0,005	0,004	0,00385	0,003
Februari	82227	321	0,004	0,004	0,00385	0,003
Maret	88189	374	0,004	0,004	0,00385	0,003
April	81202	259	0,003	0,005	0,00385	0,003
Mei	78029	279	0,004	0,005	0,00385	0,003
Juni	80960	318	0,004	0,005	0,00385	0,003
Agustus	84865	421	0,005	0,004	0,00385	0,003
September	69983	278	0,004	0,005	0,00385	0,003
Oktober	77983	283	0,004	0,005	0,00385	0,003
November	79983	304	0,004	0,005	0,00385	0,003
Desember	83724	196	0,002	0,004	0,00385	0,003
Jumlah	890075	3428				

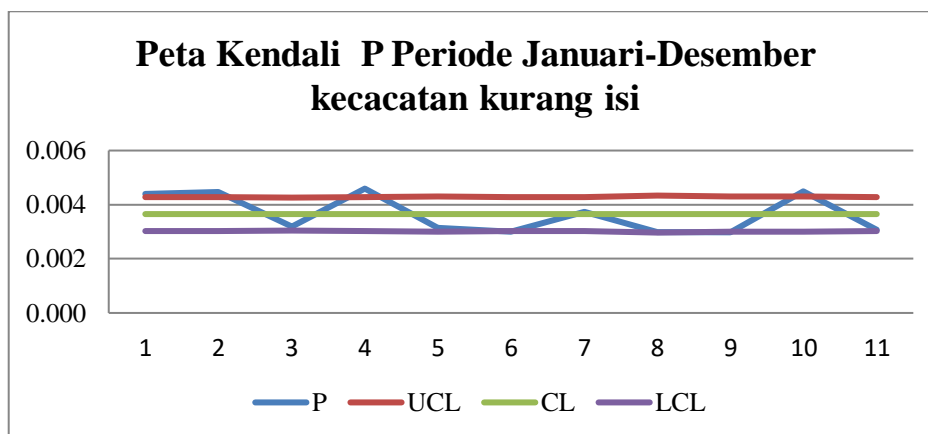


Gambar 4. Peta Kendali P kecacatan bocor

Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 2, dan periode 10. Kondisi tersebut [ISSN 2598-9936 \(online\), https://ijins.umsida.ac.id](https://ijins.umsida.ac.id), published by [Universitas Muhammadiyah Sidoarjo](https://www.umsida.ac.id)

menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses pembuatan air minum dalam kemasan.

Bulan	Jumlah Produksi	Total Jenis Kecacatan Produk		P	UCL	CL	LCL
		pecah	pecah				
Januari	82930	395	0,005	0,004	0,00385	0,003	
Februari	82227	321	0,004	0,004	0,00385	0,003	
Maret	88189	374	0,004	0,004	0,00385	0,003	
April	81202	259	0,003	0,005	0,00385	0,003	
Mei	78029	279	0,004	0,005	0,00385	0,003	
Juni	80960	318	0,004	0,005	0,00385	0,003	
Agustus	84865	421	0,005	0,004	0,00385	0,003	
September	69983	278	0,004	0,005	0,00385	0,003	
Oktober	77983	283	0,004	0,005	0,00385	0,003	
November	79983	304	0,004	0,005	0,00385	0,003	
Desember	83724	196	0,002	0,004	0,00385	0,003	
Jumlah	890075	3428					

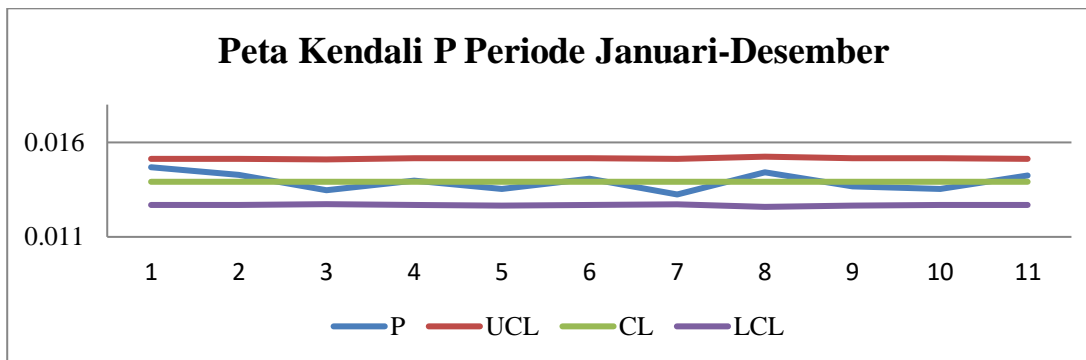


Gambar 5. Peta Kendali P kecacatan Kurang isi

Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 2, dan periode 8. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses pembuatan air minum dalam kemasan.

Tabel 6. Perhitungan Peta Kendali P

Bulan	Jumlah Produksi	Total Kecacatan Produk			Jumlah Kecacatan	P	UCL	CL	LCL
		pecah	pecah	kurang isi					
Januari	82930	4	3	365	1218	0,015	0,015	0,0	0,013
Februari	82227	4	3	368	1175	0,014	0,015	0,0	0,013
Maret	88189	5	3	282	1187	0,013	0,015	0,0	0,013
April	81202	5	2	373	1136	0,014	0,015	0,0	0,013
Mei	78029	5	2	246	1057	0,014	0,015	0,0	0,013
Juni	80960	5	3	243	1139	0,014	0,015	0,0	0,013
Agustus	84865	5	2	316	1124	0,013	0,015	0,0	0,013
September	69983	5	2	209	1008	0,014	0,015	0,0	0,013
Oktober	77983	5	3	233	1066	0,014	0,015	0,0	0,013
November	79983	5	1	359	1084	0,014	0,015	0,0	0,013
Desember	83724	5	3	257	1193	0,014	0,015	0,0	0,013
Jumlah	890075	5	3	3251	12387				



Gambar 6. Peta Kendali P

Setelah dilakukan perhitungan ulang dengan mengeliminasi data yang diluar batas kendali maka pada gambar 3 dilihat bahwa kese luruhan data proporsi kecacatan sudah berada pada batas Kontrol dan terkendali (*in Control*) maka data dapat dilanjutkan.

2. Pengukuran Tingkat Defect Per Million Opportunity (DPMO) dan nilai Sigma

Tabel 7. perhitungan DPMO

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Kecacatan	DPU	C TQ	Peluang tingkat Kecacatan	DPM O	Sigma
Januari	82930	1218	1,47%	3	204,2610837	4895,6952	4,08
Februari	82227	1175	1,43%	3	209,9412766	4763,2367	4,09
Maret	88189	1187	1,35%	3	222,8871104	4486,5762	4,11
April	81202	1136	1,40%	3	214,4419014	4663,2677	4,10
Mei	78029	1057	1,35%	3	221,4635762	4515,4152	4,11
Juni	80960	1139	1,41%	3	213,2396839	4689,5586	4,10
Agustus	84865	1124	1,32%	3	226,5080071	4414,855	4,12
September	69983	1008	1,44%	3	208,2827381	4801,166	4,09
Oktober	77983	1066	1,37%	3	219,4643527	4556,5486	4,11
November	79983	1084	1,36%	3	221,3551661	4517,6267	4,11
Desember	83724	1193	1,42%	3	210,5381391	4749,7333	4,09
Jumlah	890075	12387	1,39%	3	2372,38304	4638,9349	4,10
Rata-rata	80916	1126	1,39%			4641,24	4,10

a. Menghitung DPMO dan tingkat sigma DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) adalah ukuran cacat Six Sigma yang menunjukkan cacat produk dalam satu juta produk yang dihasilkan.:

$$DPMO = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{(\text{banyak produk yang diproduksi} + CTQ \text{ potensial})} \times 1000000.$$

$$DPMO = \frac{12387}{890075+3} \times 1000000$$

$$DPMO = 4641,24$$

b. menghitung defects per unit (DPU)

Menentukan nilai cacat per unit dilakukan untuk mengetahui nilai cacat untuk setiap unitnya. Berikut merupakan perhitungan DPU:

$$DPU = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah produksi}}$$

$$DPU = \frac{12387}{890075}$$

$$DPU = 1,39\%$$

c. Menghitung Nilai Sigma

berikut adalah perhitungan nilai Sigma

$$Sigma = \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} + 1,5$$

$$Sigma = \frac{1.000.000 - 4641,24}{1.000.000} + 1,5$$

$$Sigma = 4,10$$

3. Diagram pareto

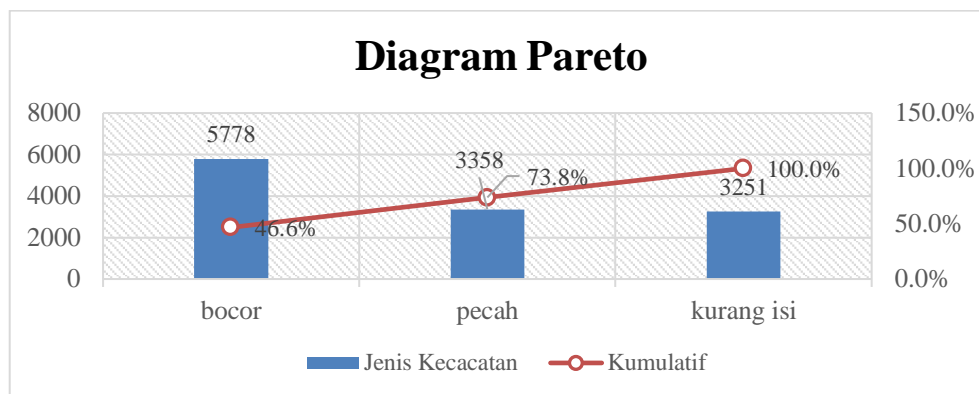
Diagram pareto merupakan langkah untuk menyatakan sesuatu tingkat pada faktor-faktor kegagalan yang dapat mempengaruhi keadaan berdasarkan prinsip pareto, maka dilakukannya perhitungan data presentase produk cacat pada produk air minum dalam kemasan.

Tabel 8. data presentase kecacatan produk

Jenis Cacat	Jumlah Kecacatan	Frekuensi Kumulatif	Persentase (%)	Kumulatif (%)
-------------	------------------	---------------------	----------------	---------------

Bocor	5778	5778	46,6%	46,6%
pecah	3358	9136	27,1%	73,8%
kurang isi	3251	12387	26,2%	100,0%
	12387		100%	

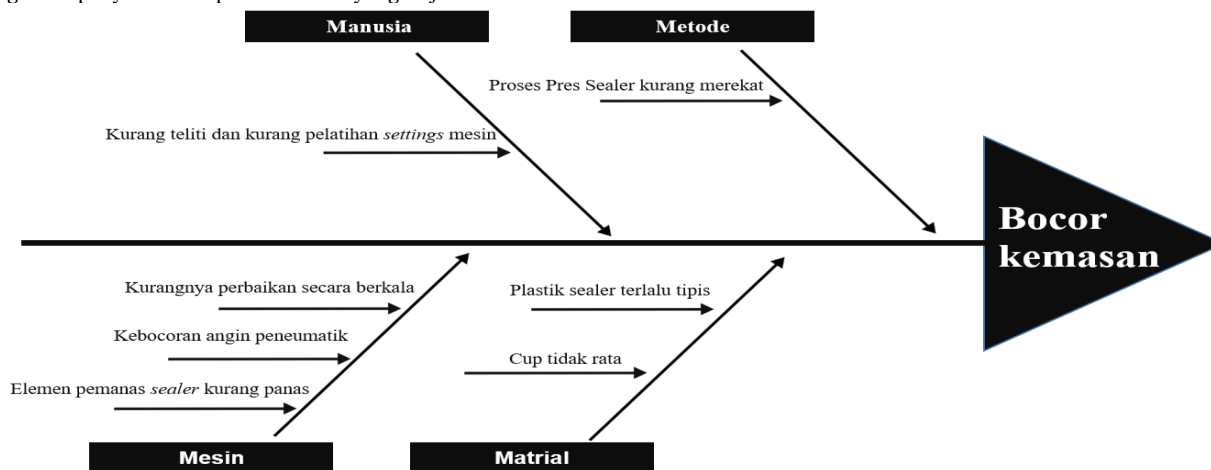
Pada perhitungan diatas dapat diketahui bahwa, jenis cacat produk pada hasil poduksi air minum dalam kemasan dapat disimpulkan bahwa kecacatan tertinggi adalah jenis pada cacat bocor dengan nilai 46,6% dan data tersebut dapat digambarkan dalam diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram pareto jumlah cacat

3. Tahap analyze

Tahap analyze menggunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau kondisi serta menentukan kemungkinan penyebab dari permasalahan yang terjadi.



Gambar 8. Fishbone Diagram Kecacatan Bocor pada Kemasan

Keterangan :

1. Faktor Manusia

Kurangnya ketelitian operator dalam proses penyegelan, Operator tidak memiliki pelatihan yang memadai untuk melakukan penyetulan mesin dengan benar.

2. Faktor Mesin

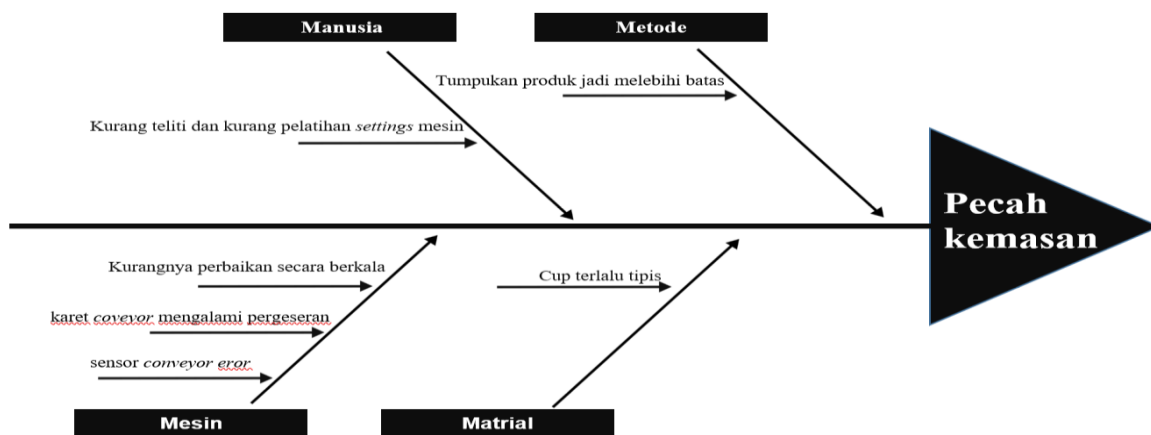
1. Kurangnya perbaikan dan pemeliharaan mesin secara berkala sehingga mesin suatu saat bisa mengalami kegagalan fungsi
2. Kebocoran pada sistem angin pneumatik yang mengganggu fungsi mesin untuk menurunkan press sealer.
3. Elemen pemanas sealer tidak cukup panas sehingga tidak dapat merekatkan plastik dengan baik.

3. Faktor matrial

1. Plastik sealer terlalu tipis, sehingga mudah bocor atau tidak mampu menahan tekanan.
2. Cup tidak rata, menyebabkan segel tidak sempurna.

4. Faktor Metode

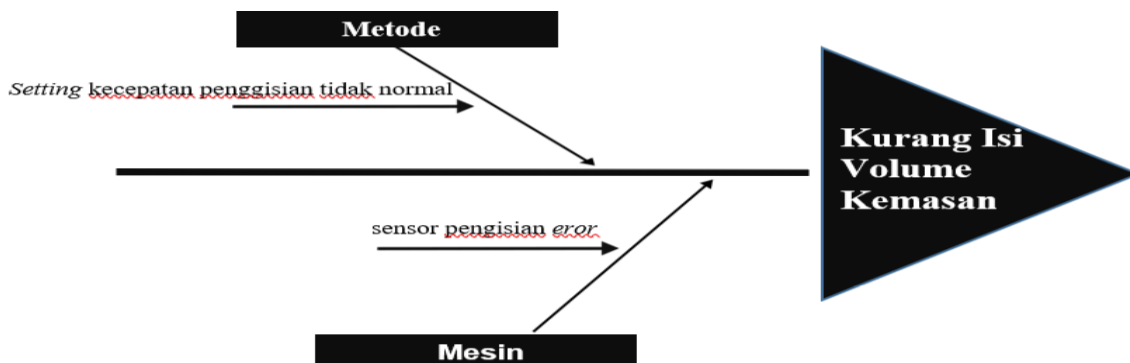
Proses pres sealer kurang merekat sehingga tidak menghasilkan segel yang kuat.



Gambar 9. Fishbone Diagram Kecacatan Pecah Kemasan

Keterangan :

1. Faktor Manusia
Kurangnya ketelitian operator dalam proses Packing, Operator tidak memiliki pelatihan yang memadai untuk melakukan penyetelan mesin dengan benar.
2. Faktor Mesin
 1. Kurangnya perbaikan secara berkala sehingga menyebabkan sistem kerja mesin mengalami kegagalan fungsi.
 2. Karet conveyor mengalami pergeseran menyebabkan cup tergores dengan dinding conveyor.
 3. Sensor conveyor mengalami eror menyebabkan cup terjatuh .
3. Faktor Material
Cup terlalu tipis menyebabkan rentan terjadinya pecah pada kemasan.
4. Faktor Metode
Tumpukan produk digudang melebihi batas yang ditentukan sehingga produk mengalami pecah pada kemasan.



Gambar 10. Fishbone Diagram Kurang Volume isi

Keterangan:

1. Faktor Mesin
Sensor pengisian eror menyebabkan pengisian tidak berjalan dan pengisian tidak sesuai takaran.
2. Faktor Metode
Settings Kecepatan Pengisian tidak normal sehingga menyebabkan pengisian air tidak sesuai isi volume takaran.

4. Tahap improve

Tahap improve merupakan tahap perbaikan dari Tingkat kecacatan tertinggi dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara dengan Supervisor kepada Bagian produksi dan manajer pabrik.

Tabel 9. Jenis Kecacatan FMEA pada Produk Air Minum Dalam Kemasan

Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Potensi Penyebab Kegagalan	C	Kontrol Saat Ini	D	R PN
Bocor	Produk yang dihasilkan tidak memenuhi standard perusahaan mengalami kebocoran kemasan	6	Kurang teliti dan kurang pelatihan setting mesin	3	melakukan brifing pelatihan kepada oprator produksi	2	3 6
			kurangnya perbaikan secara berkala	4	melakukan perbaikan mesin	3	7 2
			kebocoran angin pneumatik	5	melakukan perbaikan mesin	4	1 20
			pemanas heater kurang panas	8	mengganti dengan heater baru	4	1 92

			plastik siler terlalu tipis	3	tidak ada	3	5 4
			cup tidak rata	1	mensortir cup	2	1 2
			proses pres siler kurang merekat	3	settingsulang	3	5 4
			Kurang teliti dan kurang pelatihan seting mesin	2	melakukan brifing pelatihan kepada oprator produksi	2	2 0
			Kurangnya perbaikan secara berkala	4	melakukan perbaikan mesin	5	1 00
Pecah	Produk yang dihasilkan mengalami pecah pada kemasan saat produksi	5	Karet conveyer mengalami pergeseran	3	menata kembali karet conveyor setelah mesin berhenti produksi	4	6 0
			Sensor conveyor eror	7	melakukan perbaikan mesin	4	1 40
			Cup terlalu tipis	4	tidak ada	3	6 0 0
			Setingan conveyer terlalu cepat	4	melakukan settingskecepatan konveyor	3	6 0
Kurang Isi	Produk yang dihasilkan mengalami kurang volume isi sesuai takaran	6	sensor pengisian eror	5	melakukan perbaikan mesin	3	7 5
			settinggi kecepatan pengisian tidak normal	4	mensettingsmesin sesuai takaran volume isi	2	4 0

Pada table 8 maka perhitungan *risk priority number* diperoleh nilai tertinggi pada factor mesin dengan penyebab bocor dengan nilai RPN sebesar 192 Dengan penyebab kecacatan dan nilai rpn tertinggi telah diketahui maka diperlukannya perbaikan pada setiap faktor penyebab kecacatan.

Berikut merupakan usulan perbaikan pada setiap kegagalan yang terjadi yang diharapkan bisa mengurangi kecacatan dan meningkatkan pengendalian kualitas produk dengan 5W+1H. Berikut table Perbaikan dengan 5W+1H dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 10. Perbaikan dengan 5W+1H Faktor Manusia

Faktor	Jenis	5W+1H	Keterangan	
Manusia	Tujuan Utama	What (Apa)	Karyawan Kurang Fokus Dan Kurang Kopeten	
	Kegunaan	Alasan	Why (Mengapa)	Kurang Teliti Dan Kurang Pelatihan Seting Mesin
		Lokasi	Where (Dimana)	PT. Amanah Sang Surya, Area Produksi Dan Packing
		Urutan	When (Kapan)	Proses Produksi
		Manusia	Who(Siapa)	Oprator Produksi
		Metode	How (Bagaimana)	Mengadakan Pelatihan Kepada Operator

Tabel 11. Perbaikan dengan 5W+1H Faktor Mesin

Faktor	Jenis	5W+1H	Keterangan	
Mesin	Tujuan Utama	What (Apa)	Mesin Mengalami Kegagalan Fungsi	
	Kegunaan	Alasan	Why (Mengapa)	Kurangnya Melaksanakan Jadwal Perbaikan
		Lokasi	Where (Dimana)	PT. Amanah Sang Surya, Area Produksi Dan Packing
		Urutan	When (Kapan)	Proses Produksi
		Manusia	Who(Siapa)	Oprator Produksi
		Metode	How (Bagaimana)	Melaksanakan Jadwal Perbaikan Agar Tidak Menjadi Kegagalan Fungsi Mesin

Tabel 12. Perbaikan dengan 5W+1H Faktor Matrial

Faktor	Jenis	5W+1H	Keterangan
--------	-------	-------	------------

Material	Tujuan Utama	What (Apa)	Bahan Baku Yang Digunakan Tidak Sesuai Dengan Standart Perusahaan
	Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)	Bahan baku Terlalu Tipis Mudah Rentan Bocor Dan Pecah
	Lokasi	Where (Dimana)	Pt. Amanah Sang Surya, Area Produksi Dan Packing
	Urutan	When (Kapan)	Proses Produksi
	Manusia	Who(Siapa)	Staff Purcasing
	Metode	How (Bagaimana)	Menentukan Material Yang Sesuai Dengan Standart Perusahaan

Tabel 13. Perbaikan dengan 5W+1H Faktor Metode

Faktor	Jenis	5W+1H	Keterangan
Metode	Tujuan Utama	What (Apa)	Produk Yang Sudah Jadi Ditumpuk Pecah Dan Bocor
	Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)	Tumpuksn Produk Terlalu Tinggi
	Lokasi	Where (Dimana)	PT. Amanah Sang Surya, Area Gudang
	Urutan	When (Kapan)	Penyimpanan
	Manusia	Who(Siapa)	Staff Gudang
	Metode	How (Bagaimana)	Menumpuk Produk Sesuai Kekentuan Perusahaan

Tabel 14. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan
Tenaga Kerja: Mengadakan pelatihan kepada operator[5]
Mesin: 1. Melaksanakan jadwal perbaikan agar tidak menjadi kegagalan fungsi mesin.[8] 2. Melakukan pergantian komponen. 3. Melakukan pengecekan berkala.[3]
Bahan Baku: 1. Menentukan Matrial yang sesuai dengan standart Perusahaan 2. Memastikan Matrial bagus dan tidak cacat sebelum di pasang di mesin pengisian air[3]
Metode: mengkalibrasi timer pneumatik dan suhu heater dan menyimpan dengan Standart Perusahaan

5. Tahap control

Tahap *control* merupakan pengendalian di tahap akhir DMAIC dari metode *Six Sigma* yang berfokus pada perbaikan yang akan terus berlanjut. Perbaikan yang terus menerus akan dilakukan oleh berbagai pihak Perbaikan ini bertujuan untuk memberikan output yang berkualitas tinggi, dengan membuat dan menentukan proses standart oprasional[19] yang akan dipergunakan dalam pengawasan proses produksi untuk meminimalisir terjadinya kegagalan produk dan tetap menjaga kualitas produk.

IV. Simpulan

Bedasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan terdapat 3 jenis kecacatn yaitu cacat bocor, pecah, isi kurang. Dengan nilai DPMO sebesar 4638,9349 dengan rata - rata nilai sigma sebesar 4,10% Hasil analisa diagram pareto diketahui nilai presentase untuk tingkat kecacatan pada jenis cacat bocor yaitu 46,6%, cacat pecah 27,1% dan cacat kurang isi 26,2% dengan maka nilai terbesar terletak di cacat bocor, berdasarkan analisa *fishbone diagram* yang menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kecacatan produk dengan perbaikan menggunakan metode *Failur Mode and Effect Analysis* yang menghasilkan penyebab kecacatan tertinggi dengan perhitungan RPN yaitu dialami di mesin dengan nilai 192 elemen pemanas *sealer* kurang panas Usulan perbaikan kualitas produk AMDK pada PT Amanah Sang Surya antara lain faktor manusia Mengadakan pelatihan kepada operator supaya bisa mensettings dan mengoprasikan mesin secara benar. Faktor mesin melaksanakan jadwal perbaikan agar tidak mengalami kegagalan fungsi mesin, melakukan pergantian komponen, melakukan pengecekan, dan mengganti apabila sudah rusak. Faktor bahan baku menentukan matrial kemasan produk yang sesuai dengan standart perusahaan dan memastikan matrial bagus dan tidak cacat sebelum dipasang di mesin pengisian. Faktor metode mengkalibrasi *timer* pneumatik dan suhu *heater* dan menyimpan dengan standart perusahaan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan perusahaan PT. Amanah Sang Surya yang telah mendukung penelitian ini.

Referensi

- S. Marisi Manurung and F. Analisis, "Analysis of Clean Water Demand of PDAM for Simple Housing Group in Banda Aceh," JIM EKP Faculty of Economics and Business, Universitas Syiah Kuala, vol. 6, no. 3, 2021.
- I. Imron, "Analysis of Product Quality on Consumer Satisfaction Using Quantitative Method at CV Meubele Berkah Tangerang," Indonesian Journal of Software Engineering, vol. 5, no. 1, pp. 19–28, 2019.
- R. K. Yuliani et al., "Analysis of Defects in Bottled Drinking Water Products," Cyber-Techn Journal, vol. 14, no. 2, pp. 44–55, 2020.
- A. D. H. Wisnugroho and M. K. Andriani, "Quality Control Analysis of AMDK Cup 220 ml Using Six Sigma Method," Jurnal ISSN 2598-9936 (online), <https://ijins.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

- Inkofar, vol. 7, no. 2, pp. 190–198, 2023.
5. L. Pahmi et al., “Quality Control Analysis of Bottled Drinking Water Using FMEA and Kaizen,” *Eigen Mathematics Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 7–14, 2022.
 6. A. Waruwu et al., “Quality Control Using Six Sigma Method to Reduce Product Defects,” *IMTechno Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 82–90, 2022.
 7. E. Aristriyana and R. A. Fauzi, “Defect Cause Analysis Using Fishbone and FMEA,” *Jurnal Industri Galuh*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, 2023.
 8. N. D. Purnomo et al., “Production Quality Analysis Using Six Sigma and FMEA,” *Jurnal Rekayasa Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2023.
 9. S. Kasus, “Implementation of Six Sigma and Fault Tree Analysis in Product Quality Improvement,” vol. 3, no. 3, 2024.
 10. A. Z. Al Faritsy and A. S. Wahyunoto, “Product Quality Control Using Six Sigma at PT XYZ,” *Jurnal Rekayasa Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 52–62, 2022.
 11. M. K. Agung and A. Z. Al Faritsy, “Quality Control of Rayon Fabric Using Six Sigma and FMEA,” *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi dan Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 25–35, 2024.
 12. R. Suryani et al., “Quality Control Analysis in Furniture Industry,” *Jurnal Ekonomi Manajemen Akuntansi dan Keuangan*, vol. 5, no. 1, pp. 85–98, 2024.
 13. H. C. Wahyuni and W. Sulistyowati, *Industrial Quality Control Textbook*, 2020.
 14. R. Saputra and D. T. Santoso, “Failure Analysis in Plastic Production Using FMEA and Pareto Diagram,” *Barometer Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 322–327, 2021.
 15. M. F. Munawar et al., “Production Planning and Quality Control Using MRP and FMEA,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, 2023.
 16. H. N. Permana and D. S. Donoriyanto, “Application of Six Sigma and FMEA to Minimize Defects,” *Venus Journal of Engineering Science*, vol. 2, no. 1, 2024.
 17. A. Lestari and N. A. Mahbubah, “Defect Analysis Using FMEA and FTA,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 6, no. 3, 2021.
 18. M. R. Maburur and B. Budiharjo, “Quality Control of Ceramic Products Using Six Sigma,” *Journal of Industrial Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 187–198, 2021.
 19. A. R. Andriansyah and W. Sulistyowati, “Product Quality Control Using Lean Six Sigma and FMECA,” *PROZIMA Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, 2021.