

Bottled Water Product Quality Control Using Six Sigma Method and Failure Mode and Effect Analysis to Reduce Product Defects [Pengendalian Kualitas Produk AMDK Menggunakan Metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis Untuk Mengurangi Kecacatan Produk]

Muhammad Jabal Thoriq Nurdin¹⁾, Wiwik Sulistiyowati S.T., M.T. ^{*,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. PT. Amanah Sang Surya is a company engaged in the production of bottled drinking water under the Suli 5 brand with packaging: 240 ml glass cup, 330 ml bottle, 600 ml bottle, 1500 ml bottle, and gallon (19 L). The company's internal data shows that the level of defects in the 240 ml bottled drinking water product still exceeds the company standard which is set at below 1% of total production. This research aims to identify the types of defects that occur most frequently and their causal factors, as well as finding alternative suggestions for effective improvements using the Six Sigma application method to measure the level of defects in the production process. Recommendations for improvement using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and 5W+1H methods for repairing the most dominant defects. The research results show that quality control of AMDK products at PT. Amanah Sang Surya shows a stable and statistically controlled condition as seen from the p control chart with a number of defects of 4641.24 DPMO with an average sigma value of 4.10. The most dominant type of defect based on the results of the Pareto diagram is leakage defects. The factor that causes product defects is the machine. The results of calculations using the FMEA method produce the highest RPN value, namely the sealer heating element is less hot with a value of 192.

Keywords – Quality Control; six sigma ; Failure Mode and Effect Analysis; 5W+1H

Abstrak. PT. Amanah Sang Surya adalah Perusahaan yang bergerak di bidang produksi air minum dalam kemasan yang bermerek suli 5 dengan kemasan: Cup gelas 240 ml, Botol 330 ml, Botol 600 ml, Botol 1500 ml, dan Gallon (19 L). 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, Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi beserta faktor penyebabnya, serta menemukan alternatif usulan perbaikan yang efektif menggunakan metode penerapan Six Sigma untuk mengukur tingkat kecacatan proses produksi. rekomendasi perbaikan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan 5W+1H untuk perbaikan kecacatan paling dominan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian kualitas produk AMDK di PT. Amanah Sang Surya menunjukan keadaan stabil dan terkendali secara statistik terlihat dari peta kontrol p dengan jumlah kecacatan 4641,24 DPMO dengan rata – rata nilai sigma 4,10. Jenis kecacatan yang paling dominan berdasarkan hasil diagram pareto yaitu kecacatan bocor faktor yang menyebabkan kecacatan produk adalah mesin dengan hasil perhitungan menggunakan metode FMEA menghasilkan nilai RPN tertinggi yaitu elemen pemanas sealer kurang panas dengan nilai 192.

Kata Kunci – kualitas produk ; six sigma ; Failure Mode and Effect Analysis; 5W+1H

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 ditetapkan, pada tahap analisis *measure* dibagi menjadi dua tahap yaitu :

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

- a. Menghitung proporsi *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*

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

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]

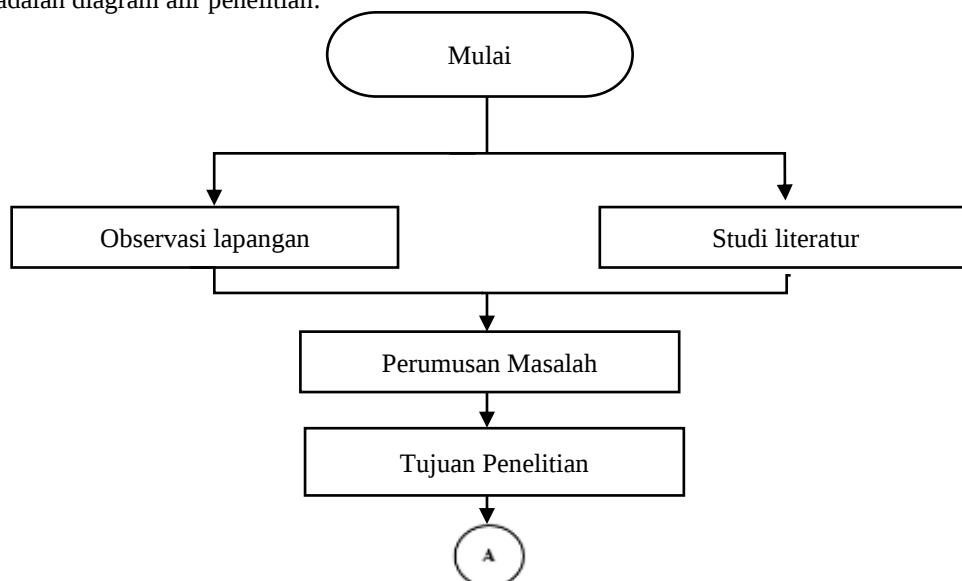
Untuk menghitung skor RPN dengan Rumus sebagai berikut:

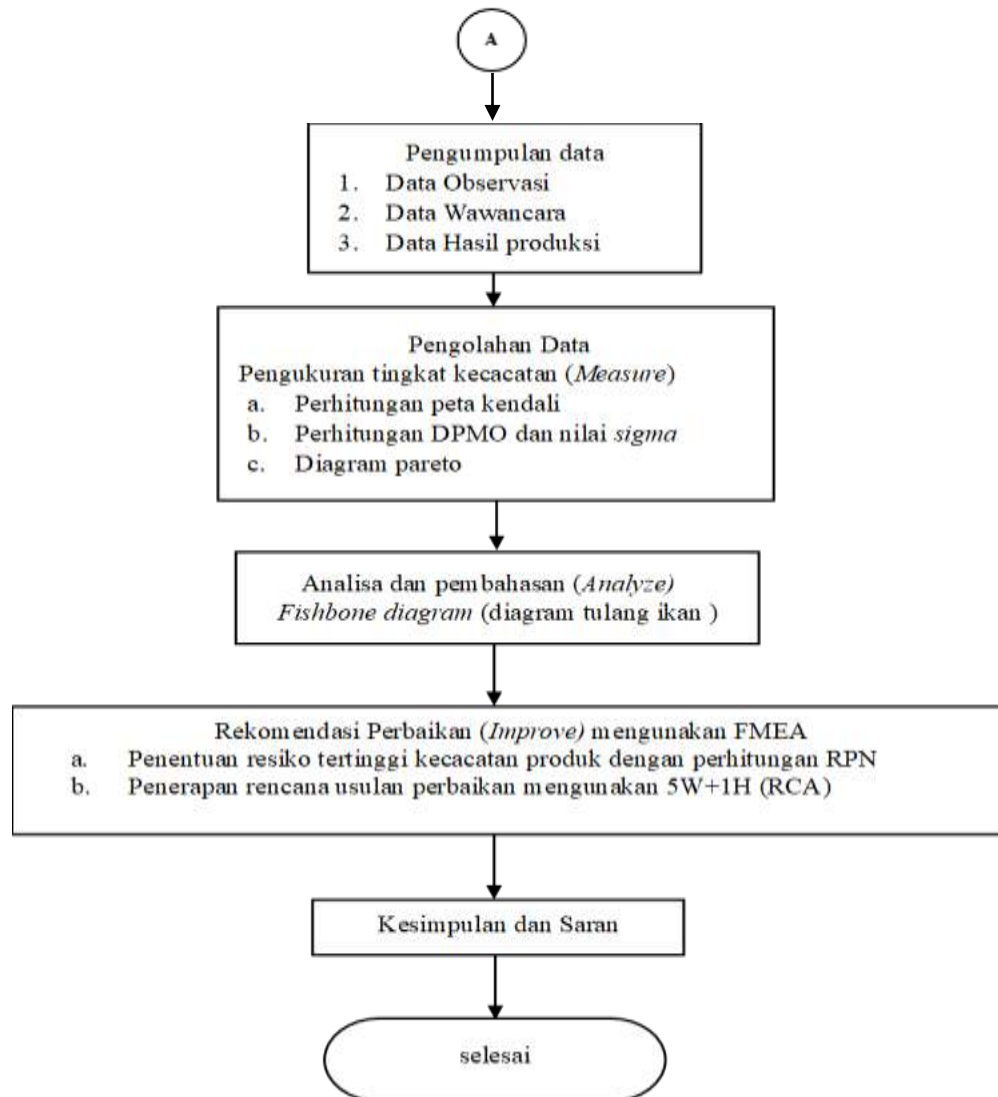
$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurance} \times \text{Detection} \dots \text{Pers.8}$$

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

Bulan	Total Produksi (a)	Total Kecacatan Produk			Jumlah Kecacatan (b)	Presentase
		Bocor (x1)	Pecah (x2)	Kurang isi (x3)		
Januari	82930	458	395	365	1218	1,5%
Februari	82227	486	321	368	1175	1,4%
Maret	88189	531	374	282	1187	1,3%
April	81202	504	259	373	1136	1,4%

Mei	78029	532	279	246	1057	1,4%
Juni	80960	578	318	243	1139	1,4%
Juli	78149	589	421	239	1249	1,6%
Agustus	84865	530	278	316	1124	1,3%
September	69983	516	283	209	1008	1,4%
Oktober	77983	529	304	233	1066	1,4%
November	79983	529	196	359	1084	1,4%
Desember	83724	585	351	257	1193	1,4%
Jumlah	968224	6367	3779	3490	13636	1,4%

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 proposisi *defect* (P) :

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

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

$$= 0,015$$

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):

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

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

$$= 0,015$$

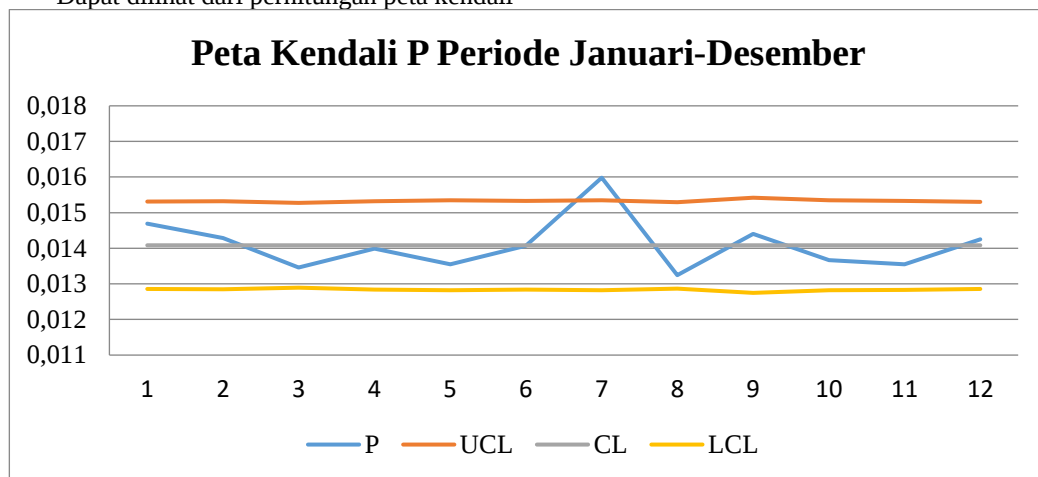
d. menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL):

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

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

$$= 0,013$$

Dapat dilihat dari perhitungan peta kendali

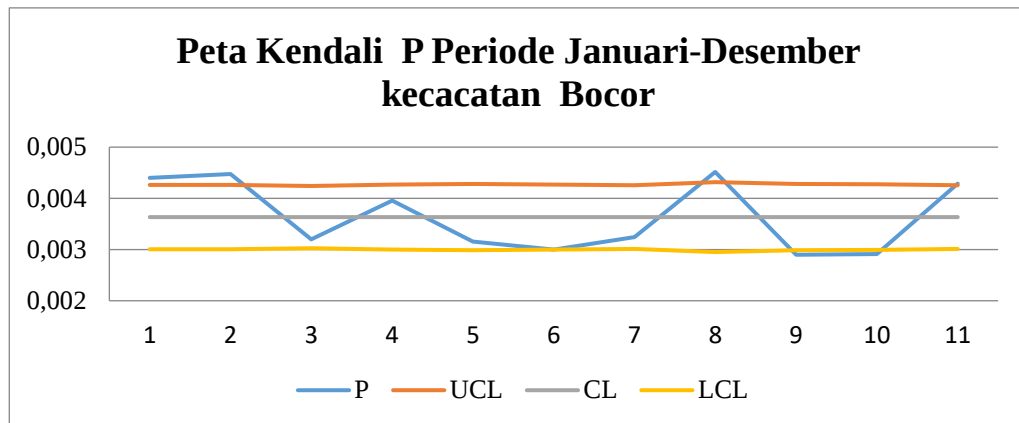


Gambar 2. Peta Kendali P

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	P	UCL	CL	LCL
		Produk 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				

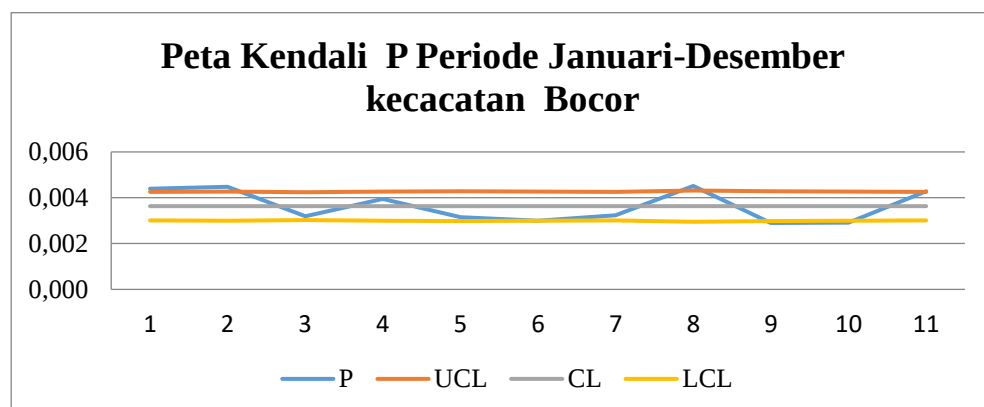


Gambar 3. Peta Kendali P kecacatan bocor

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	P	UCL	CL	LCL
		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				

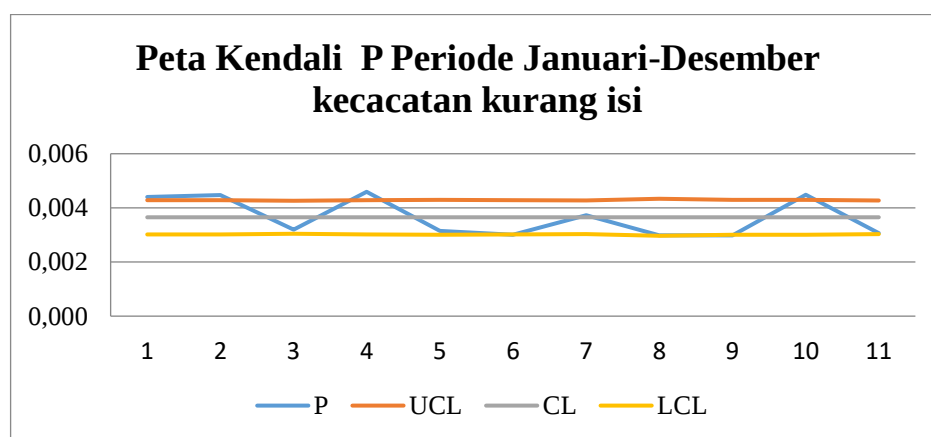


Gambar 4. Peta Kendali P kecacatan bocor

Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat data yang melewati batas kendali atas seperti pada periode 2, dan periode 10. Kondisi tersebut menunjukkan ada penyimpangan khusus yang terjadi pada proses pembuatan air minum dalam kemasan.

Tabel 5. Perhitungan Peta Kendali P kecacatan kurang isi.

Bulan	Jumlah Produksi	Total Jenis Kecacatan Produk	P	UCL	CL	LCL
		Kurang isi				
Januari	82930	365	0,004	0,004	0,00365	0,003
Februari	82227	368	0,004	0,004	0,00365	0,003
Maret	88189	282	0,003	0,004	0,00365	0,003
April	81202	373	0,005	0,004	0,00365	0,003
Mei	78029	246	0,003	0,004	0,00365	0,003
Juni	80960	243	0,003	0,004	0,00365	0,003
Agustus	84865	316	0,004	0,004	0,00365	0,003
September	69983	209	0,003	0,004	0,00365	0,003
Oktober	77983	233	0,003	0,004	0,00365	0,003
November	79983	359	0,004	0,004	0,00365	0,003
Desember	83724	257	0,003	0,004	0,00365	0,003
Jumlah	890075	3251				

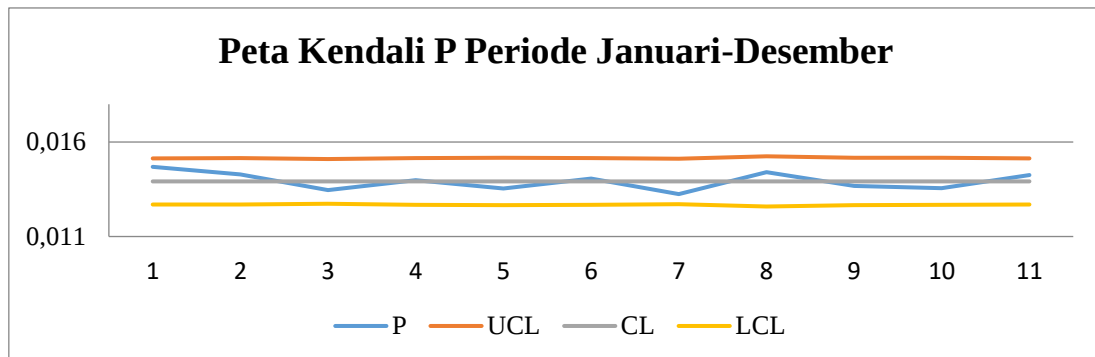
**Gambar 5.** Peta Kendali P kecacatan Kurang isi

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	bocor	kurang isi					
Januari	82930	458	395	365	1218	0,015	0,015	0,01392	0,013
Februari	82227	486	321	368	1175	0,014	0,015	0,01392	0,013
Maret	88189	531	374	282	1187	0,013	0,015	0,01392	0,013
April	81202	504	259	373	1136	0,014	0,015	0,01392	0,013
Mei	78029	532	279	246	1057	0,014	0,015	0,01392	0,013
Juni	80960	578	318	243	1139	0,014	0,015	0,01392	0,013
Agustus	84865	530	278	316	1124	0,013	0,015	0,01392	0,013
September	69983	516	283	209	1008	0,014	0,015	0,01392	0,013
Oktober	77983	529	304	233	1066	0,014	0,015	0,01392	0,013

November	79983	529	196	359	1084	0,014	0,015	0,01392	0,013
Desember	83724	585	351	257	1193	0,014	0,015	0,01392	0,013
Jumlah	890075	5778	3358	3251	12387				



Gambar 6. Peta Kendali P

Setelah dilakukan perhitungan ulang dengan mengeliminasi data yang diluar batas kendali maka pada gambar 3 dilihat bahwa keseluruhan 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	CTQ	Peluang tingkat Kecacatan	DPMO	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.:

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

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

$$DPMO = 4641,24$$

- 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*

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

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

$$\text{Sigma} = 4,10$$

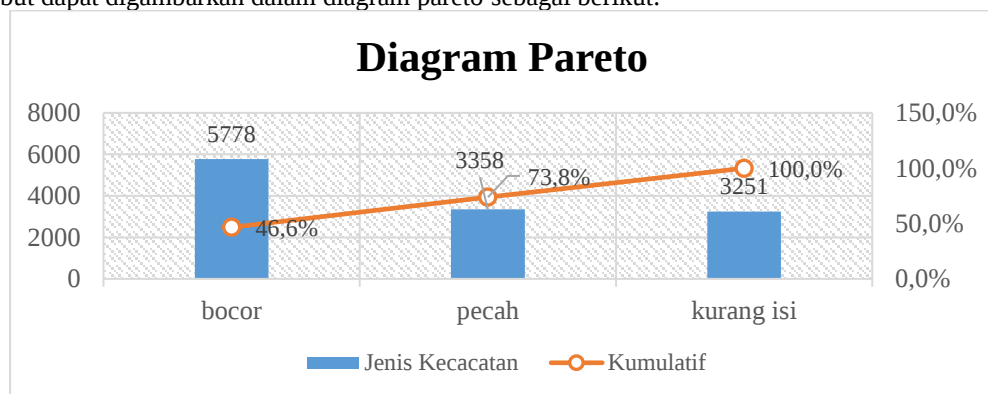
3. Diagram pareto

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%	

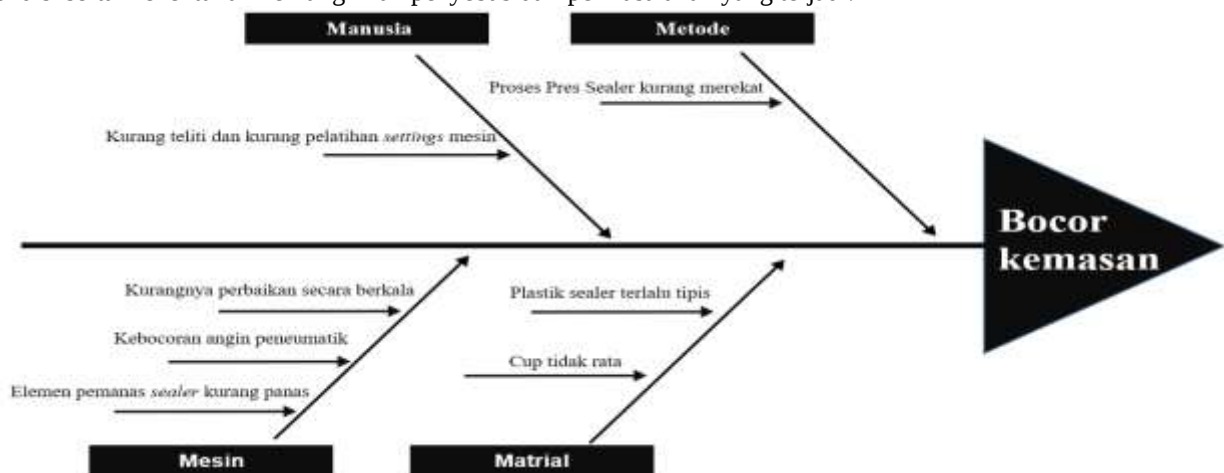
Pada perhitungan diatas dapat diketahui bahwa, jenis cacat produk pada hasil poduksi air minum dalam kemasan dapat disimpulkan bahwa kecacatan tertinggi adalah jenis pada cacat bocor dengan nilai 46,6% dan data tersebut dapat digambarkan dalam diagram pareto sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram pareto jumlah cacat

3. Tahap *analyze*

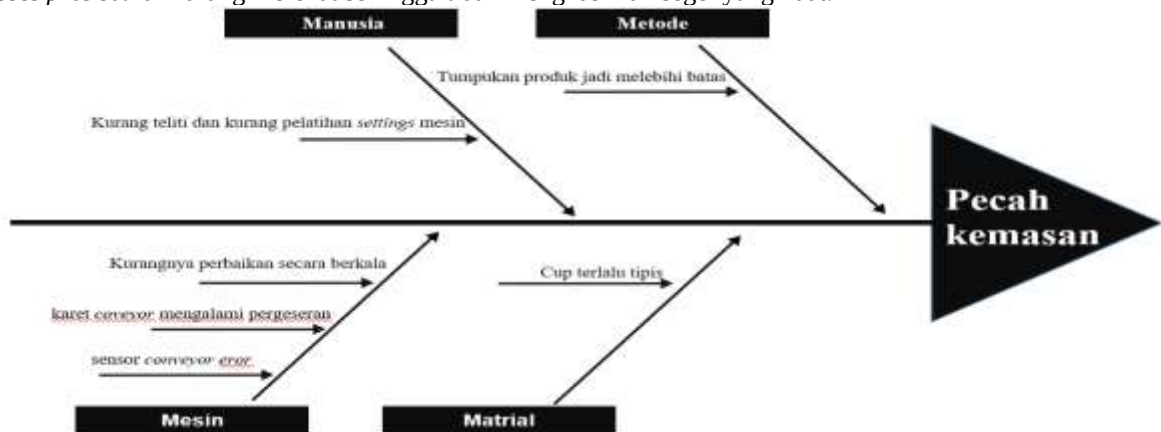
Tahap *analyze* menggunakan diagram sebab-akibat untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau kondisi serta menentukan kemungkinan penyebab dari permasalahan yang terjadi.



Gambar 8. Fishbone Diagram Kecacatan Bocor pada Kemasan

Keterangan :

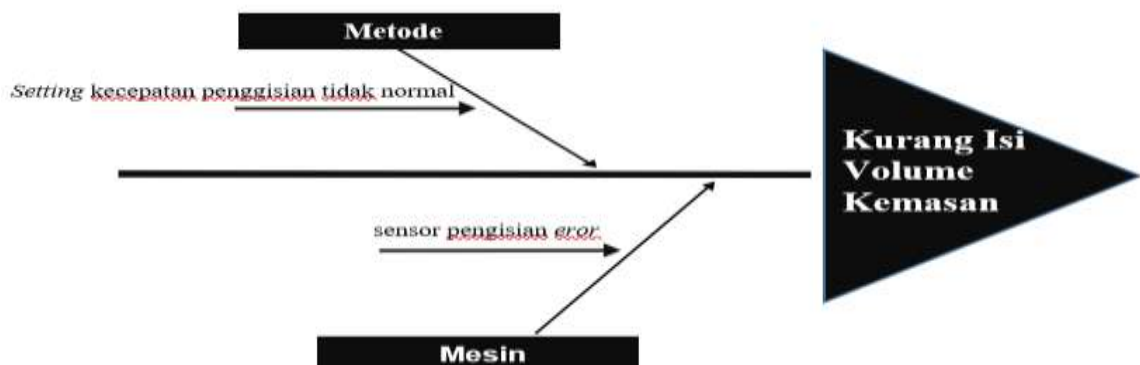
1. Faktor Manusia
Kurangnya ketelitian operator dalam proses penyegelan, Operator tidak memiliki pelatihan yang memadai untuk melakukan penyetulan mesin dengan benar.
2. Faktor Mesin
 1. Kurangnya perbaikan dan pemeliharaan mesin secara berkala sehingga mesin suatu saat bisa mengalami kegagalan fungsi
 2. Kebocoran pada sistem angin pneumatik yang mengganggu fungsi mesin. untuk menurunkan *press sealer*.
 3. Elemen pemanas pada *sealer* tidak cukup panas sehingga tidak dapat merekatkan plastik dengan baik.
3. Faktor material
 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 penyetulan mesin dengan benar.
2. Faktor Mesin
 1. Kurangnya perbaikan secara berkala sehingga menyebabkan sistem kerja mesin mengalami kekegagalan 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 Penggisian 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	O	Kontrol Saat Ini	D	RPN
Bocor	Produk yang dihasilkan tidak memenuhi standard perusahaan mengalami kebocoran kemasan	6	Kurang teliti dan kurang pelatihan seting mesin	3	melakukan brifing pelatihan kepada oprator produksi	2	36
			kurangnya perbaikan secara berkala	4	melakukan perbaikan mesin	3	72
			kebocoran angin pneumatik	5	melakukan perbaikan mesin	4	120
			pemanas heater kurang panas	8	mengganti dengan heater baru	4	192
			plastik siler terlalu tipis	3	tidak ada	3	54
			cup tidak rata	1	mensortir cup	2	12
			proses pres siler kurang merekat	3	<i>settings</i> ulang	3	54
Pecah	Produk yang dihasilkan mengalami pecah pada kemasan saat produksi	5	Kurang teliti dan kurang pelatihan seting mesin	2	melakukan brifing pelatihan kepada oprator produksi	2	20
			Kurangnya perbaikan secara berkala	4	melakukan perbaikan mesin	5	100
			Karet coveyor mengalami pergeseran	3	menata kembali karet <i>conveyor</i> setelah mesin berhenti produksi	4	60
			Sensor <i>conveyor</i> eror	7	melakukan perbaikan mesin	4	140
			Cup terlalu tipis	4	tidak ada	3	60 0
			Settingan coveyor terlalu cepat	4	melakukan <i>settings</i> kecepatan konveyor	3	60
Kurang Isi	Produk yang dihasilkan mengalami kurang volume isi sesuai takaran	6	sensor pengisian eror	5	melakukan perbaikan mesin	3	75

setinggi kecepatan pengisian tidak normal	4	mensettingsmesin sesuai takaran volume isi	2	40
--	---	---	---	----

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
	Alasan Kegunaan	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
	Alasan Kegunaan	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
Matrial	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

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan terdapat 3 jenis kecacatan 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 mensetting dan mengoperasikan 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

- [1] S. Marisi Manurung dan Ferayanti Analisis Permintaan Air Bersih PDAM Kelompok Rumah Sederhana Banda Aceh and S. Marisi Manurung, "Analisis Permintaan Air Bersih Pdam Kelompok Rumah Sederhana Kota Banda Aceh," *JIM EKP) Fak. Ekon. dan Bisnis Univ. Syiah Kuala*, vol. 6, no. 3, pp. 2549–8363, 2021.
- [2] I. Imron, "Analisa Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Menggunakan Metode Kuantitatif Pada CV. Meubele Berkah Tangerang," *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–28, 2019, doi: 10.31294/ijse.v5i1.5861.
- [3] R. K. Yuliani, W. Wahyani, D. Kurniawati, P. Studi, and T. Industri, "Analisa Kecacatan Produk Air Minum Dalam Kemasan," *Cyber-Techn*, vol. 14, no. 02, pp. 44–55, 2020.
- [4] A. D. Hasto Wisnugroho and M. K. Andriani, "Analisis Pengendalian Kualitas AMDK Cup 220 ML Menggunakan Metode Six Sigma Di PT. Taubah Jaya Abadi Berau, Kalimantan Timur," *J. Inkofar*, vol. 7, no. 2, pp. 190–198, 2023, doi: 10.46846/jurnalinkofar.v7i2.294.
- [5] L. Pahmi, E. D. Sulistiowati, and L. Harsyiah, "Analisis Pengendalian Kualitas Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode FMEA dan Penerapan Kaizen (Study Kasus di PT.Lombok Pusaka Adam, Jelantik

- Lombok Tengah),” *Eig. Math. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 7–14, 2022, doi: 10.29303/emj.v5i1.126.
- [6] A. Waruwu, V. R. Tampubolon, M. A. Pratama, and D. Putri, “Pengendalian Kualitas Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Tingkat Kerusakan Produk Kalender Di PT. KLM,” *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 82–90, 2022, doi: 10.31294/imtechno.v3i2.1186.
- [7] E. Aristriyana and R. Ahmad Fauzi, “Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode *Fishbone Diagram* Dan *Failure Mode Effect Analysis* (Fmea) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis,” *J. Ind. Galuh*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, 2023, doi: 10.25157/jig.v4i2.3021.
- [8] N. Dwi Purnomo, Iva Mindhayani, I. Permatasari, and Suhartono, “Analisis Kualitas Produksi Flends Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA,” *J. Rekayasa Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 99–107, 2023, doi: 10.37631/jri.v5i2.1178.
- [9] S. Kasus and U. Bapak, “Implementasi Six Sigma Dan Fault Tree Analysis Dalam Peningkatan Kualitas Produk Tahu,” vol. 3, no. 3, pp. 304–312, 2024.
- [10] A. Z. Al Faritsy and Angga Suluh Wahyunoto, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ,” *J. Rekayasa Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 52–62, 2022, doi: 10.37631/jri.v4i2.707.
- [11] Muhammad Krisna Agung and Ari Zaqi Al Faritsy, “Analisis Pengendalian Kualitas Kain Rayon Menggunakan Six Sigma Dan Fmea,” *J. Ilm. Sains Teknol. Dan Inf.*, vol. 2, no. 3, pp. 25–35, 2024, doi: 10.59024/jiti.v2i3.798.
- [12] R. Suryani, N. Susanti, and Wagini, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pada Usaha Meubel Warsito Desa Jayakarta Bengkulu Tengah,” *J. Ekon. Manaj. Akunt. dan Keuang.*, vol. 5, no. 1, pp. 85–98, 2024.
- [13] H. C. Wahyuni and W. Sulistyowati, *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri Manufaktur Dan Jasa*. 2020.
- [14] R. Saputra and D. T. Santoso, “Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto,” *Barometer*, vol. 6, no. 1, pp. 322–327, 2021, doi: 10.35261/barometer.v6i1.4516.
- [15] M. F. Munawar, U. A. N. Aini, D. H. Novrido, R. M. Jannah, M. V. Syahanifadhel, and A. ‘Azzam, “Analisis Perencanaan Produksi Dan Quality Control Dompok Pria Menggunakan Metode MRP Dan FMEA,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 362, 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.21895.
- [16] H. Natan Permana and D. Sukma Donoriyanto, “Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analyze Untuk Meminimalisasi Defect di PT. ABC,” *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 1, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61132/venus.v2i1.79>
- [17] A. Lestari and N. A. Mahbubah, “Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan,” *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i3.3254.
- [18] M. R. Maburur and B. Budiharjo, “Analisa Pengendalian Kualitas Produk Keramik Lantai Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Di Pt. Primarindo Argatile,” *J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 187–198, 2021, doi: 10.46306/tgc.v1i2.16.
- [19] 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, Optim. Manuf. Syst. Eng.)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1272.

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.