

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS BOTOL OLI TMO 1 LITER DENGAN METODE SIX SIGMA DAN FMEA DI PT GUNUNG MAJA PRATAMA

Ernawati¹⁾, Halim Mahfud²⁾, Nur Fajriah³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan

ARTICLE INFORMATION

Article history:

Received: 30 Januari 2024

Revised: -

Accepted: 1 Juni 2024

Keywords:

Pengendalian Kualitas

Defect

Six Sigma

ABSTRAK

PT Gunung Maja Pratama merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri polimer salah satunya memproduksi Botol Oli TMO 1 Liter. Selama 6 bulan, perusahaan memproduksi Botol Oli TMO 1 Liter sebanyak 893.434 unit dengan jumlah produk cacat sebanyak 34.779 unit. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk Botol Oli TMO 1 Liter. Metode penelitian pada penelitian ini adalah metode Six Sigma dengan siklus DMAIC. Hasil penelitian yang didapatkan adalah produk Botol Oli TMO 1 Liter ini memiliki nilai rata-rata DPMO sebesar 39.334,1661 dan rata-rata level sigma sebesar 3,27. Jenis *defect* tertinggi yaitu *defect* mata ikan sebesar 85%. Penyebab terjadinya *defect* mata ikan ini disebabkan oleh faktor material karena bentuk biji plastik tidak sempurna dan bahan baku terkontaminasi debu. Hasil analisis FMEA yang sudah dilakukan, didapatkan bahwa penyebab yang memiliki nilai RPN di atas nilai kritis adalah bentuk biji plastik tidak sempurna dengan skor RPN sebesar 27 yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan. Oleh karena itu, usulan perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan dalam waktu dekat adalah melakukan pemeriksaan kualitas produk yang diterima dari *supplier* dan melakukan pemeriksaan bahan baku sebelum digunakan proses produksi.

This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](#) license.



Corresponding Author:

Ernawati

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan

Email: 2010312004@mahasiswa.upnvj.ac.id

© 2023 Some rights reserved

PENDAHULUAN

Industri kemasan plastik merupakan satu di antara industri besar di Indonesia. Hampir rata-rata kemasan pilihan masyarakat berbahan dasar biji plastik. Selain itu, peralatan rumah tangga yang digunakan oleh masyarakat juga sebagian besar berasal dari plastik. Masyarakat memilih untuk menggunakan kemasan plastik karena dinilai awet karena tidak mudah korosi dan tidak mudah pecah. Hal tersebut membuat banyak perusahaan di Indonesia tertarik untuk mendirikan industri plastik.

Tabel 1 Jumlah Perusahaan Menurut KBLI

No	Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia	Jumlah Perusahaan Menurut Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (Unit)					
		Mikro			Kecil		
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
1	Farmasi, Produk Obat Kimia dan Obat Tradisional	14316	13896	15143	281	346	35
2	Karet, Barang dari Karet dan Plastik	13122	12133	5645	1202	1931	606
3	Barang Galian Bukan Logam	219620	207286	215931	20521	26756	13746
4	Logam Dasar	3559	3676	9574	184	315	324
5	Barang Logam, Bukan Mesin dan Peralatannya	114626	108292	128527	6106	10050	5840

Berdasarkan data statistik Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 terdapat 5645 perusahaan mikro dan 606 perusahaan kecil yang memproduksi barang dari karet dan plastik di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa persaingan bisnis industri plastik di Indonesia cukup tinggi. Persaingan tersebut membuat masing-masing pemilik usaha berkompetisi dalam meningkatkan daya saing perusahaan dengan memuaskan konsumen.

PT Gunung Maja Pratama adalah salah satu perusahaan yang bergulir di bidang industri polimer. Pada perusahaan, terdapat dua produk yang merupakan pesanan dari customer besar yaitu Botol Oli TMO 1 Liter dari Toyota dan CAP Pertamina dari Pertamina. Keduanya merupakan produk yang diproduksi secara kontinu dalam jumlah besar. Berikut perbandingan data produksi kedua produk tersebut selama 6 bulan:

Tabel 2 Data Botol Oli dan CAP Pertamina

Botol Oli TMO 1 Liter				CAP Pertamina Gen IV			
Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Defect (Unit)	Persen Defect	Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Defect (Unit)	Persen Defect
Des	116.958	4.420	3,78%	Nov	91.384	804	0,88%
Jan	141.973	4.850	3,42%	Des	1.728.917	13.001	0,75%
Feb	79.762	4.073	5,11%	Jan	1.406.722	9.745	0,69%
Mar	217.125	10.588	4,88%	Feb	1.353.382	8.042	0,59%
Apr	77.411	2.483	3,21%	Mar	1.322.367	13.369	1,01%
Mei	260.205	8.365	3,21%	Apr	750.024	10.024	1,34%
Rata-rata	148.906	5.797	3,94%	Rata-rata	1.108.799	9.164	0,88%

Berdasarkan tabel tersebut dapat ditarik kesimpulan kedua produksi sama-sama memiliki jumlah produksi yang cukup besar setiap bulannya, akan tetapi Botol Oli TMO 1 Liter memiliki persentase defect lebih besar dibanding dengan CAP Pertamina Gen IV. Rata-rata persentase *defect* selama 6 bulan pada botol oli TMO 1 Liter sebesar 3,94% sedangkan pada CAP Pertamina Gen IV sebesar 0,88%. Proses produksi Botol Oli TMO 1 Liter pada saat ini berada pada level sigma 3,27.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengendalian kualitas pada Botol Oli TMO 1 Liter untuk meningkatkan kualitas produk Botol Oli TMO 1 Liter. Meskipun tidak dapat menghilangkan defect secara total tetapi dapat mengurangi atau meminimalisir jumlah defect dan meningkatkan level sigma. Sebagai upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut, satu di antara banyak metode pengendalian kualitas yang bisa dilakukan ialah Six Sigma dengan usulan perbaikan menggunakan FMEA.

METODE PENELITIAN

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, membahas mengenai persiapan yang akan dilakukan saat proses penelitian berlangsung. Tahap ini memiliki tujuan untuk mendapatkan gambaran secara general tentang tahapan dalam menyelesaikan masalah yang sudah diidentifikasi dalam bab pendahuluan. Pada tahapan persiapan, berisi mengenai waktu dan tempat dilakukannya penelitian serta identifikasi permasalahan.

2. Identifikasi Awal

Pada tahap identifikasi awal adalah tahapan peneliti dalam melakukan identifikasi dengan tujuan agar penulis dapat memahami permasalahan yang terjadi di perusahaan dengan melakukan studi lapangan, lalu dilanjutkan dengan studi literatur, kemudian perumusan masalah, dan terakhir tujuan dilakukannya penelitian.

3. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap sebelum dilakukannya pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan pengambilan data yang diperlukan. Jenis data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer merujuk kepada informasi yang diperoleh langsung dari pengamatan di pabrik, dan melalui wawancara dan menyebar kuesioner kepada manager perusahaan dan operator produksi pada objek penelitian yang merupakan narasumber.

b. Data Sekunder

Data sekunder memuat informasi yang diperoleh berdasarkan beberapa sumber yaitu data yang sudah ada di perusahaan seperti data produksi dan jumlah cacat.

4. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Berikut adalah tahapan pengolahan dan analisis data:

a. Tahap *Define*

Pada pengolahan data yang pertama kali dilakukan adalah tahap *define* pada metode six sigma. Pada tahapan ini diidentifikasi berbagai permasalahan yang ditemukan pada perusahaan. Selanjutnya dilakukan pembuatan diagram SIPOC dan penentuan *Critical to Quality*.

b. Tahap *Measure*

Tahap kedua dari metode six sigma yang dilakukan adalah melakukan pengukuran data dengan memperhitungkan nilai DPO, DPMO, sampai akhirnya dihasilkan level sigma, dan peta kendali p.

c. Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* ini akan memuat secara detail faktor-faktor penyebabnya dalam bentuk *fishbone* diagram sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya. Lalu setelah itu, dilakukan analisis menggunakan tabel *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).

d. Tahap *Improve*

Tahap ini akan membuat simulasi yang dilakukan pada usulan perbaikan. Simulasi yang dilakukan akan menggunakan simulasi monte carlo.

e. Tahap *Control*

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis perbandingan data sebelum dan setelah simulasi dengan beberapa skenario yang akan dieksekusi.

5. Tahap Akhir

Tahap akhir pada penelitian ini adalah pembuatan kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN**1. Pengumpulan Data**

a. Data Produksi

Berdasarkan observasi didapatkan data produksi dan defect Botol Oli TMO 1 Liter selama kurun waktu 6 bulan pada tahun 2022-2023 sebagai berikut:

Tabel 3 Persentase Defect Botol Oli TMO 1 Liter

Bulan	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Defect (Unit)	Persen Defect
Des	116.958	4.420	3,78%
Jan	141.973	4.850	3,42%
Feb	79.762	4.073	5,11%
Mar	217.125	10.588	4,88%
Apr	77.411	2.483	3,21%
Mei	260.205	8.365	3,21%
Rata-rata	148.906	5.797	3,94%

Berdasarkan tabel 3 rata-rata produksi selama 6 bulan adalah 148.906 unit dengan produksi tertinggi sebesar 260.205 unit di bulan Mei 2023 dan produksi terendah sebesar 77.411 unit di bulan April 2023.

b. Data Total dan macam *defect*

Data *defect* total dan macam *defect* yang sering ditemui selama produksi adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Data Masing-Masing Defect

Bulan	Jenis-jenis Defect (Unit)						Total Defect
	Berlubang	Mata Ikan	Warna Tidak Sesuai	View Strip Bengkok	View Strip Tidak Center	Top Neck Miring	
Des-22	221	3757	88	133	44	177	4420
Jan-23	243	4123	97	146	49	194	4850
Feb-23	204	3462	81	122	41	163	4073
Mar-23	529	9000	212	318	106	424	10588
Apr-23	124	2111	50	74	25	99	2483
Mei-23	418	7110	167	251	84	335	8365
Total	1739	29562	696	1043	348	1391	34779

Berdasarkan tabel 4 bisa diketahui bahwa terdapat macam-macam cacat yang paling mendominasi dari yang lainnya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis lebih detail terhadap

jenis produk gagal yang paling mendominasi untuk mengetahui penyebab terjadinya produk gagal agar dapat dilakukan upaya perbaikan untuk mengurangi jumlah produk gagal.

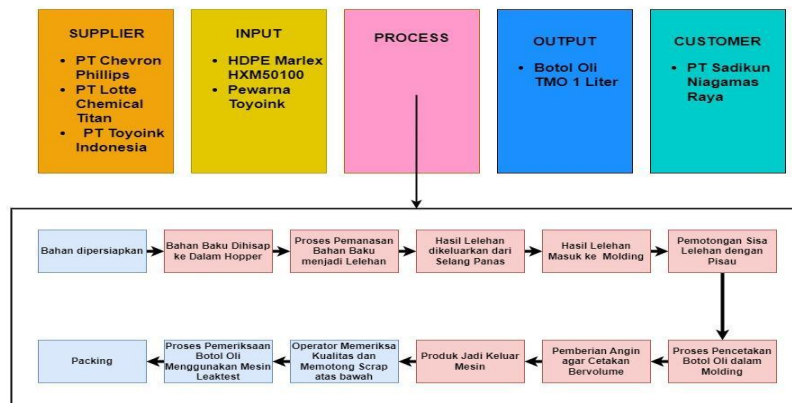
2. Analisis Six Sigma

Tahap *Define*

a. Penentuan CTQ

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada proses Botol Oli TMO 1 Liter didapatkan CTQ sebanyak 1 yang merupakan produk gagal pada Botol Oli TMO 1 Liter.

b. Diagram SIPOC



Gambar 1 Diagram SIPOC

Supplier:

Pada produksi Botol Oli TMO 1 Liter, pemasok yang dipilih oleh perusahaan berasal dari luar dan dalam negeri. Pemasok tersebut adalah PT Chevron Phillips, PT Lotte Chemical Titan, dan PT Toyoink Indonesia.

Input:

Pada produksi Botol Oli TMO 1 Liter, bahan baku yang digunakan adalah HDPE Marlex HXM50100 dan pewarna yaitu pewarna Toyoink.

Process:

Pada produksi Botol Oli TMO 1 Liter, proses produksi yang dilakukan dimulai dengan mempersiapkan bahan baku, lalu bahan baku dihisap ke dalam *hopper*, lalu terjadi proses pemanasan bahan baku menjadi lelehan, setelah itu hasil lelehan dikeluarkan menggunakan selang panas, kemudian masuk ke dalam molding dan dilakukan pemotongan sisa lelehan dengan pisau, lalu terjadi proses pencetakan botol oli dalam molding, setelah itu pemberian angin agar cetakan bervolume, dan produk jadi keluar dari mesin, lalu operator memeriksa kualitas produk dan memotong *scrap* atas bawah, lalu dilakukan proses pemeriksaan botol oli menggunakan mesin *Leak test*, terakhir setelah produk lolos pemeriksaan dan merupakan produk baik maka akan dilakukan proses *packing*.

Output

Pada produksi yang dilakukan keluaran dari proses tersebut adalah Botol Oli TMO 1 Liter.

Customer

Pada produksi Botol Oli TMO 1 Liter, produk jadi dijual ke konsumen yang telah melakukan pemesanan terlebih dahulu yaitu PT Sadikun Niagamas Raya.

Tahap *Measure*

a. Nilai DPO, DPMO, dan Level Sigma

$$DPO = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ}}$$

$$DPMO = DPO \times 1000.000$$

$$Level\ Sigma = Normsinv\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5$$

Tabel 5 Rekapitulasi Nilai DPO, DPMO, dan Level Sigma

No	Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Defect	DPO	DPMO	Level Sigma
1	Des	116.958	4.420	0,037791344	37791,3439	3,2769122
2	Jan	141.973	4.850	0,034161425	34161,42506	3,3228715
3	Feb	79.762	4.073	0,051064417	51064,41664	3,1346195
4	Mar	217.125	10.588	0,048764537	48764,53656	3,1569525
5	Apr	77.411	2.483	0,032075545	32075,54482	3,3511284
6	Mei	260.205	8.365	0,03214773	32147,72967	3,3501255
Total		893.434	34.779	0,2360050	236004,99666	19,5926097
Rata-rata		1.148.906	5.797	0,0393342	39334,166109	3,2654349

Berdasarkan hasil perhitungan di atas pada tabel 4.4 di dapatkan rata-rata DPO produksi sebesar 0,03933, nilai rata-rata DPMO sebesar 39.334,17 dan rata-rata level sigma sebesar 3,27. Maka dapat disimpulkan bahwa, saat ini Botol Oli TMO 1 Liter di PT Gunung Maja Pratama berada pada level sigma 3.

b. Peta Kendali P

Peta Kendali P dilakukan untuk melihat apakah proses produksi yang dilakukan perusahaan terkendali atau tidak.

Proporsi Defect:

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

Center Line (CL)

$$\bar{p} = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Total Produksi}}$$

Upper Center Line (UCL)

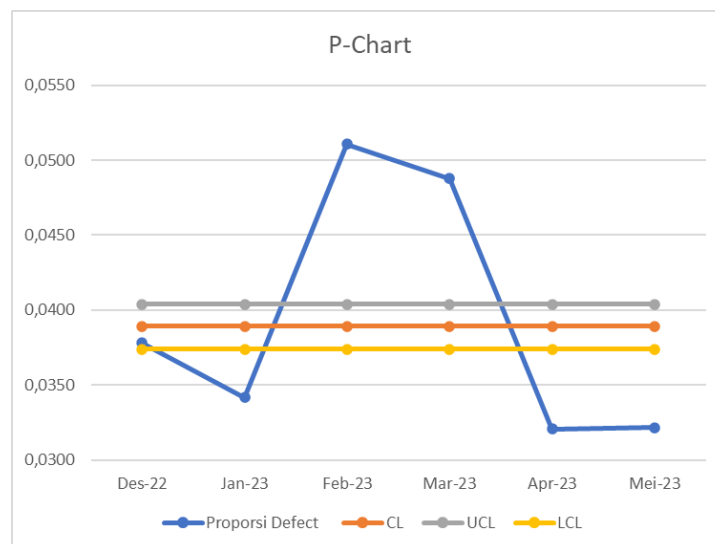
$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Low Center Line (LCL)

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

Tabel 6 Rekapitulasi Nilai CL, UCL, dan LCL

Bulan	Jumlah Produksi	Total Defect	Proporsi Defect	CL	UCL	LCL
Des-22	116.958	4420	0,0378	0,03893	0,0404	0,0374
Jan-23	141.973	4850	0,0342	0,03893	0,0404	0,0374
Feb-23	79.762	4073	0,0511	0,03893	0,0404	0,0374
Mar-23	217.125	10588	0,0488	0,03893	0,0404	0,0374
Apr-23	77.411	2483	0,0321	0,03893	0,0404	0,0374
Mei-23	260.205	8365	0,0321	0,03893	0,0404	0,0374
Total	893.434	34.779				



Gambar 2 Peta Kendali P

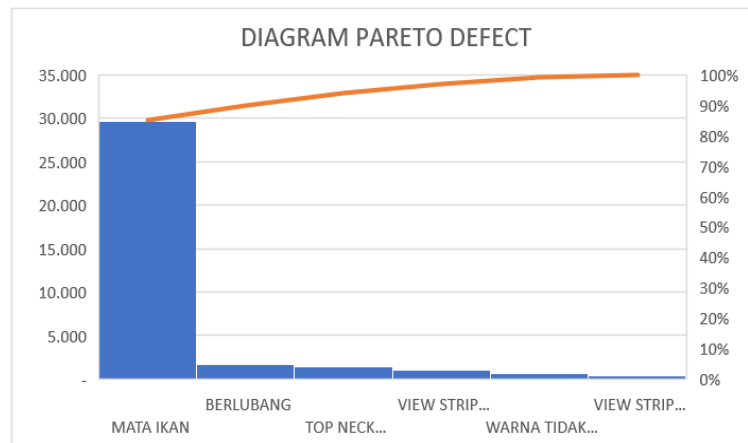
Gambar 2 merupakan grafik control P-Chart yang didapatkan melalui *software Microsoft Excel* dengan data yang terdapat pada tabel 6. Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa selama 5 bulan mulai bulan Januari 2023 hingga Mei 2023 menunjukkan proporsi *defect* melewati UCL dan LCL sehingga proses produksi Botol Oli TMO 1 Liter dalam keadaan tidak terkendali. Pada Bulan Desember 2023 proses berada di dalam batas UCL dan LCL. Penyebab proses produksi ini tidak terkendali disebabkan oleh beberapa faktor seperti mesin, material, dll. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk melihat penyebab produksi ini tidak terkendali.

Tahap *Analyze*

- a. Diagram Pareto

Tabel 7 Data Persentase Kumulatif *Defect*

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Presentase (%)	Kumulatif (%)
1.	Mata Ikan	29562	85	85
2.	Berlubang	1739	5	90
3.	<i>Top Neck</i> Miring	1391	4	94
4.	<i>View Strip</i> Bengkok	1043	3	97
5.	Warna Tidak Sesuai	696	2	99
6.	<i>View Strip</i> Tidak Center	348	1	100
	Total	34779	100	



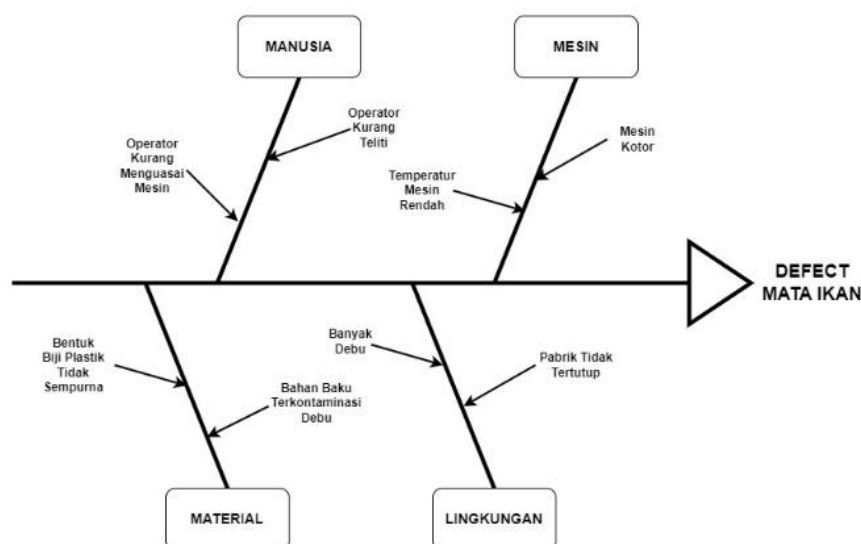
Gambar 3 Diagram Pareto

Setelah dilakukan identifikasi menggunakan diagram pareto, dapat diketahui terdapat *defect* yang paling tinggi yaitu mata ikan dengan persentase 85%, lalu *defect* berlubang sebesar 5%, *Defect Top Neck* Miring sebesar 4%, dll.

Berdasarkan aturan diagram pareto 80/20, menjelaskan 20% dari masalah memiliki dampak sebanyak 80%, dan hanya 20% dari masalah yang memiliki signifikansi yang tinggi. Sisanya dianggap lebih mudah Oleh karena itu, jenis produk gagal yang mencapai 80% akan difokuskan pada penelitian ini. Sehingga, penelitian ini hanya akan berfokus pada *defect* mata ikan, karena *defect* mata ikan sudah mencapai kumulatif di atas 80% yaitu sebesar 85%.

b. *Fishbone* Diagram

Menurut A. Vandy Pramujaya pada tahun 2019, *fishbone* diagram adalah sebuah teknik menganalisis yang dilakukan sebagai alat identifikasi permasalahan *quality* yang meliputi berbagai faktor yaitu alat, lingkungan, metode, manusia, serta mesin.



Gambar 4 *Fishbone* Diagram

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, terdapat beberapa faktor penyebab *defect* Botol Oli TMO 1 Liter. Faktor tersebut berasal dari faktor mesin, manusia, material, dan

lingkungan. Akan tetapi, setelah dilakukan uji statistik menggunakan SPSS dengan menginput data kuisoner terkait faktor penyebab *defect*, diketahui bahwa faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* yaitu faktor material.

- 1 Pada faktor material, penyebab cacat mata ikan pada botol oli disebabkan oleh bahan baku terkontaminasi debu. Bahan baku terkontaminasi debu ini terjadi karena debu-debu dari luar masuk ke dalam pabrik dan menempel pada bahan baku dan mengakibatkan adanya *defect* mata ikan.
- 2 Pada faktor material, penyebab cacat mata ikan pada botol oli disebabkan oleh hal lainnya yaitu bentuk biji plastik tidak sempurna. Hal ini terjadi karena kesalahan dari supplier yang tidak melakukan pengecekan bahan baku sebelum dikirim ke perusahaan dan operator atau *Quality Control* tidak melakukan pengecekan bahan baku terlebih dahulu sebelum digunakan untuk proses produksi sehingga mengakibatkan adanya *defect* mata ikan.

c. Analisis FMEA

Tabel 8 Analisis FMEA

Proses	Faktor	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S	Potential Cause	O	Current Process Controls	D	RPN
Produksi Botol Oli TMO 1 Liter	Material	Bahan Baku Terkena Debu	Mata Ikan	3	1. Bahan baku ditempatkan di ruang terbuka yang mudah masuk debu 2. Mesin jarang dibersihkan	4	Observasi atau pengecekan langsung ke gudang	2	24
		Bentuk Biji Plastik Tidak Sempurna		3	1. Tidak dilakukan pemeriksaan bahan baku sebelum digunakan pada proses produksi 2. Bahan baku dari <i>supplier</i> terdapat banyak bentuk biji plastik yang tidak sempurna	3	Observasi atau Pengecekan Langsung ke lini produksi	3	27

Berdasarkan tabel 8, diketahui bahwa hasil RPN yang didasari *severity*, *occurrence*, dan *detection* dengan rumus :

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

Dari rumus tersebut, didapatkan hasil RPN dari faktor material yang disebabkan oleh bahan baku terkontaminasi debu sebesar 24 dan hasil RPN dari faktor materila yang disebabkan oleh biji plastik tidak berbentuk sempurna sebesar 27. Selanjutnya, setelah dilakukan perhitungan nilai RPN, dilakukan perhitungan nilai kritis RPN untuk melihat nilai dari potensi kegagalan dengan rumus:

$$\text{Nilai kritis} = \frac{\sum \text{RPN}}{n}$$

Nilai kritis yang diperoleh nantinya akan dijadikan perbandingan dengan nilai masing-masing RPN. Nilai RPN yang memiliki skor lebih besar dari nilai kritis akan dijadikan sebagai potensi yang harus dilakukan perbaikan secepatnya. Perhitungan nilai kritis RPN untuk masing-masing penyebab didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kritis} = \frac{24+27}{2}$$

$$\text{Nilai Kritis} = 25,5$$

Oleh karena itu, penyebab ini menjadi penyebab kegagalan yang diprioritaskan dengan usulan perbaikan sebagai berikut:

1. Melakukan perbaikan supply chain di perusahaan terutama dalam pemilihan *supplier* yang baik akan meningkatkan kualitas produksi Perusahaan. Perusahaan harus benar-benar memilih *supplier* yang memberikan bahan baku dengan kualitas yang baik agar tidak terdapat banyak bentuk biji plastik yang tidak sempurna
2. Melakukan pemeriksaan bahan baku sebelum digunakan proses produksi. Sebelum dilakukannya proses produksi, *quality line* sebaiknya memeriksa terlebih dahulu kualitas bahan baku yang digunakan apakah berbentuk baik atau tidak. Jika pemeriksaan ini dilewatkan begitu saja maka akan terus menimbulkan *defect*.

Adapun usulan perbaikan yang mungkin bisa dilakukan oleh perusahaan dimasa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perbaikan tata letak fasilitas dengan meletakan ruang penyimpanan ditempat yang lebih tertutup dan dijaukan dari pintu utama.
2. Melakukan renovasi pabrik. Renovasi pabrik dilakukan dengan menutup pintu utama agar tidak terbuka lebar, memberikan jendela disisi samping pabrik agar cahaya tetap bisa masuk, serta menambah pencahayaan untuk pabrik tetap dalam pencahayaan yang baik meskipun pintu utama tidak dibuka lebar.

Tahap Improve

a. Simulasi Monte Carlo Proses Produksi

Tabel 9 Hasil Simulasi Pada Jumlah Produksi

Angka random	Produksi	Distribusi Normal
0,61069434	217125	241336
0,62966490	77411	244665
0,93316465	260205	322732
0,91692010	260205	315042
0,79796398	260205	278288
0,88389583	260205	302354
Jumlah	1335356	1704416
Rata-rata	222559	284069

Berdasarkan tabel 9, diperoleh hasil produksi selama 6 bulan dengan menggunakan simulasi monte carlo dengan menghubungkan angka random dengan *interval range*. Hasil pada simulasi ini diperoleh jumlah produksi sebanyak 1.704.416 unit dan rata-rata produksi perbulan sebanyak 284.069 unit.

b. Simulasi Monte Carlo Performa *Defect* Saat Ini**Tabel 10** Hasil Simulasi Performa Defect Saat Ini

Angka random	Defect	Distribusi Normal
0,05126607	29562	-1513
0,85800109	1739	34401
0,95804237	1043	43127
0,28513368	29562	12632
0,07739249	29562	1274
0,24792407	29562	11127
Jumlah	121030	101049
Rata-rata	20172	16841
DPMO		9880,815
Level Sigma		3,83084

Berdasarkan tabel 10, diperoleh hasil *defect* selama 6 bulan dengan menggunakan simulasi monte carlo dengan menghubungkan angka random dengan *interval range*. Hasil pada simulasi ini dilakukan distribusi normal dan diperoleh jumlah *defect* sebanyak 101.049 unit dan rata-rata *defect* perbulan sebanyak 16.841 unit. Serta didapatkan nilai DPMO sebesar 9880,815 dan level sigma sebesar 3,83084.

c. Simulasi Monte Carlo Skenario

Dalam skenario ini dilakukan simulasi agar mendapatkan keberhasilan 56% dengan melakukan pengurangan 56% pada jumlah *defect* mata ikan yang dihasilkan selama 6 bulan. Pengurangan 56% didapatkan berdasarkan uji jalur yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 11 Hasil Simulasi Skenario

Angka random	Defect	Distribusi Normal
0,06071988	13008	279
0,84109399	1391	14658
0,49908132	13008	9007
0,05557310	13008	29
0,95081714	696	18348
0,36189320	13008	7025
Jumlah	54119	49346
Rata-rata	9020	8224
DPMO		5449,967
Level Sigma		4,04589

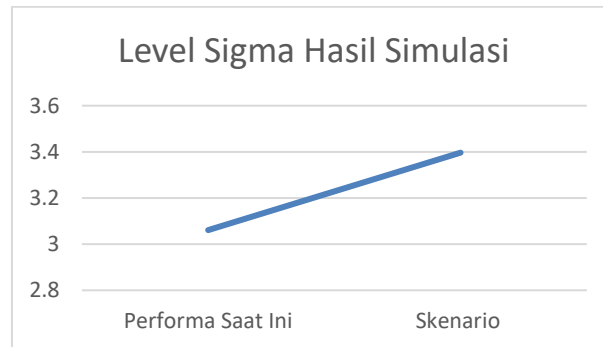
Berdasarkan tabel 11, diperoleh hasil *defect* selama 6 bulan dengan menggunakan simulasi monte carlo dengan menghubungkan angka random dengan *interval range*. Hasil pada simulasi ini dilakukan distribusi normal dan diperoleh jumlah *defect* sebanyak 55.731 unit dan rata-rata *defect* perbulan sebanyak 9.289 unit. Serta didapatkan nilai DPMO sebesar 5449,967 dan level sigma sebesar 4,04589.

Tahap Control

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh hasil sigma pada masing-masing skenario yang telah dibuat sebagai berikut:

Tabel 12 Rekapitulasi Hasil Simulasi Monte Carlo

Hasil Simulasi	Rata rata Produksi	Defect Rata-rata	DPO	DPMO	Level Sigma
Performa Saat Ini	284069	16841	0,059285	59284,89	3,060805
Skenario	284069	8224	0,028951	28950,71	3,396443

**Gambar 5** Grafik Level Sigma Hasil Simulasi

Berdasarkan grafik pada gambar 5, hasil simulasi tersebut juga menunjukkan ada peningkatan level sigma dari performa saat ini dengan skenario pengurangan *defect* mata ikan sebanyak 56%. Perbandingan sebelum dan sesudah simulasi dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan level sigma sebesar 0.13 dari sebelumnya simulasi yaitu 3,27 menjadi 3,4. Hasil perbandingan level sigma dari simulasi ini dapat membuktikan bahwa apabila dilakukan perbaikan dengan usulan-usulan yang diberikan dalam upaya mengurangi *defect* mata ikan maka akan menurunkan jumlah *defect* keseluruhan dan juga dapat meningkatkan sigma level dari tahun sebelumnya hingga tahun mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dalam pengendalian kualitas produksi botol oli TMO 1 liter dengan metode six sigma dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan penelitian terhadap Botol Oli TMO 1 Liter dapat diketahui bahwa terdapat beberapa jenis cacat pada produk tersebut, namun setelah dilakukan identifikasi lebih lanjut dengan menggunakan diagram pareto dapat dilihat bahwa produk gagal yang paling dominan adalah mata ikan. Dalam pengolahan data, diketahui bahwa produk cacat jenis mata ikan memiliki persentase sebesar 85% yang dimana persentase ini lebih besar dibandingkan persentase jenis produk gagal lainnya.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya produk gagal diidentifikasi pada fase *analyze* dengan dilakukannya analisis menggunakan alat pengendalian kualitas yaitu diagram tulang ikan. Setelah dilakukan identifikasi melalui wawancara dan tinjauan langsung, faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* yaitu faktor mesin dikarenakan mesin yang digunakan kotor dan temperatur mesin terlalu rendah, faktor manusia dikarenakan operator kurang teliti dan operator kurang menguasai mesin, faktor lingkungan dikarenakan pabrik tidak tertutup dan banyak debu, faktor material dikarenakan bahan baku terkontaminasi debu dan bentuk biji plastik tidak sempurna. Akan tetapi, setelah dilakukan analisis statistik dari *fishbone* diagram yang sudah dibuat, didapatkan hasil bahwa faktor yang berpengaruh terhadap jenis cacat mata ikan adalah faktor material dikarenakan bahan baku terkontaminasi debu dan bentuk biji plastik tidak sempurna.
3. Berdasarkan uji jalur dan analisis menggunakan FMEA dalam fase *analyze*, usulan

perbaikan yang diprioritaskan dan dapat dilakukan oleh perusahaan dalam waktu dekat adalah melakukan perbaikan *supply chain* pada perusahaan terutama dalam pemilihan supplier dan melakukan pemeriksaan bahan baku sebelum digunakan proses produksi. Serta usulan perbaikan yang dapat dilakukan di masa mendatang adalah melakukan perbaikan tata letak fasilitas dan melakukan renovasi pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, F. (2019). Six Sigma sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi pada UKM. JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 6(1), 11-17.
- [2] Ariyani, N. R., Nia, R., & Maharani, A. (2018). Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Botol Bocor Pada Departemen Blow Molding di Industri Packaging. Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application, 189-194.
- [3] Anggita, A., Satriawan, I. K., & Wiranatha, A. S. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Produk X dengan Metode Six Sigma di PT. Y. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 9(3), 335-343.
- [4] Badan Pusat Statistik (2023). Jumlah Perusahaan Menurut 2-digit KBLI 2019-2021. Diakses pada 12 September 2023 dari <https://www.bps.go.id/indicator/170/447/1/jumlah-perusahaan-menurut-2-digit-kbli.html>.
- [5] Basjir, M., Suhartini, & Robbi, N. (2023). Pengendalian Kualitas Produk Plastik Menggunakan Six Sigma Guna Meningkatkan Daya Saing. Journal of Research and Technology, 9(1), 33-46.
- [6] Dewi, S. K., & Ummah, D. M. (2019). Perbaikan Kualitas pada Produk Genteng dengan Metode Six Sigma. J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 14 (2), 87-92.
- [7] Findiani, R., Novareza, O., & Choiron, M. A. (2019). Analisa Kegagalan Kantong Plastik rHDPE dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, C13.1-C13.8.
- [8] Fithri, P., & Chairunnisaa (2019). Six Sigma sebagai Alat Pengendalian Mutu pada Hasil Produksi Kain Mentah PT Unitex, Tbk. J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 14 (1), 43-52.
- [9] Gaspersz, V. (2002). Total Quality Management. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [10] Manan, A., Handika, F. S., & Nalhadi, A. (2018). Usulan Pengendalian Kualitas Produksi Benang Carded dengan Metode Six Sigma. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 4(1), 38-44.
- [11] Rauf, N., Padhil, A., Alisahbana, T., Saleh, A., Dahlan, M., Malik, R., Pawennari, A., & Chairany, N. (2022). Anaysis of Quality Control T-Shirt Screen Printing Products with Six Sigma DMAIC Method on CV. Macca Clothing. Journal of Industrial Engineering Management, 7 (1), 76-82.
- [12] Stamatis, D. (2019). Risk Management Using Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). United States: ASQ Quality Press.
- [13] Ulfah, E. M., & Auliandri, T.A. (2019). Analisis Kualitas Distribusi Air Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia, 2(3), 315-329.
- [14] Widyarto, W. O., Firdaus, A., & Kusumawati, A. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Metode Six Sigma. Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 5(1), 17-22.
- [15] Zulfiandry, R. (2018). Optimasi Kegiatan Pelatihan menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus di Balai Latihan Kerja Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bengkulu). ILKOM Jurnal Ilmiah, 10(1), 113-119.

BIOGRAPHIES OF AUTHORS

<p>Author 1</p> 	<p>Ernawati meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) di bidang Teknik Industri dari Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia pada tahun 2024. Ernawati dapat dihubungi pada email 2010312004@mahasiswa.upnvj.ac.id</p>
<p>Author 2</p> 	<p>Dr. Ir. Halim Mahfud, MSc    meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) di bidang Teknik Industri dari Institut Teknologi Tekstil Bandung. Beliau juga memperoleh gelar Master of Science (M.Sc.) di bidang Teknik dan Manajemen Industri dari Institut Teknologi Bandung. Serta memperoleh gelar Doktor (Dr.) di bidang Teknologi Industri Pertanian dari Institut Pertanian Bogor. Saat ini beliau menjabat sebagai Lektor Kepala Program Studi Teknik Industri di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Bidang minat penelitiannya adalah Manufaktur. Beliau dapat dihubungi pada email: halimmahfud@upnvj.ac.id</p>
<p>Author 3</p> 	<p>Ir. Nur Fajriah, S.T., M.T., IPM    meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) di bidang Teknik Industri dari Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Beliau juga memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) di bidang Teknik Industri dari Universitas Mercu Buana Jakarta. Saat ini beliau menjabat sebagai Lektor Program Studi Teknik Industri di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Bidang minat penelitiannya adalah Ergonomi Industri. Selain itu beliau juga sebagai dosen Laboratorium Perancangan Sistem Kerja di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Beliau dapat dihubungi pada email: nurfajriah@upnvj.ac.id</p>