

USULAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK TRAY VEGETABLE OMEGA 6 MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PT MOVING TECH

Daris Rayhan Handoko, Wawan Kurniawan dan Elfira Febriani Harahap

Jurusan Teknik Industri Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: daris063001800105@std.trisakti.ac.id,
wawankurniawantrisakti@gmail.com, elfira.febriani@trisakti.ac.id

Abstrak

PT Moving Tech merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi injeksi plastik. Perusahaan ini merupakan salah satu supplier untuk part pembuatan produk kulkas. Salah satu produk yang dihasilkan PT Moving Tech adalah Tray Vegetable Omega 6. Pada periode bulan November 2021 sampai Januari 2022, produk Tray Vegetable Omega 6 memiliki rata-rata persentase cacat sebesar 2,06%. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan upaya pengendalian kualitas untuk mengurangi jumlah produk cacat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis kecacatan dominan, menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan, dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Six Sigma dengan tahapan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Tahap *Define* menggunakan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Costumers*) dan CTQ (*Critical-to-Quality*). Pada tahap *Define* didapatkan jenis kecacatan black dots, silver, crack, dan short mold. Tahap *Measure* menggunakan peta kendali P, perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunities*), dan tingkat sigma. Nilai DPMO sebelum dilakukan perbaikan adalah sebesar 1222,5 dengan tingkat sigma sebesar 4,53 sigma. Tahap *Analyze* menggunakan diagram Pareto, diagram Ishikawa, dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Pada tahap *Analyze* ditemukan cacat dominan adalah black dots dan silver. Nilai RPN tertinggi cacat black dots disebabkan oleh masuknya kotoran ke bagian dalam mesin dan nilai RPN tertinggi cacat silver disebabkan oleh masih terdapat sisa material di dalam mold. Pada tahap *Improve* diberikan usulan perbaikan untuk mengurangi produk cacat yaitu pembuatan *checksheet*, pembuatan display pengingat, dan usulan alat bantu pembersih. Pada tahap *Control* dilakukan implementasi terhadap usulan perbaikan yang diberikan. Tahap *Control* belum dilakukan karena adanya keterbatasan waktu.

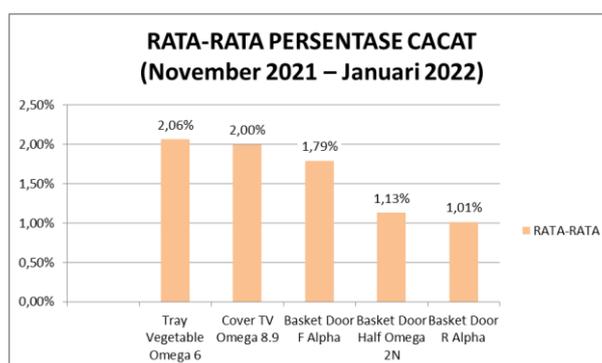
Kata kunci: Pengendalian Kualitas, Six Sigma, DMAIC, DPMO, FMEA

Pendahuluan

PT Moving Tech merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi injeksi plastik. Perusahaan ini merupakan salah satu supplier untuk part pembuatan produk kulkas. Salah satu produk yang dihasilkan PT Moving Tech adalah Tray Vegetable Omega 6. Produk Tray Vegetable Omega 6 adalah salah satu produk yang memiliki jumlah produksi yang banyak. Dalam proses produksi produk Tray Vegetable Omega 6 tersebut, terdapat produk cacat yang dihasilkan. Persentase produk cacat Tray Vegetable Omega 6 memiliki rata-rata persentase produk cacat yang lebih besar dibandingkan produk lainnya yaitu sebesar 2,06%. Perbedaan antara ekspektasi persentase produk cacat yang diharapkan dengan persentase produk cacat yang dihasilkan adalah fokus utama dalam penelitian ini. Dalam mengatasi tingginya produk cacat, PT Moving Tech memiliki divisi quality *Control* yang bertujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat. Divisi tersebut terbagi menjadi 3 yaitu IQC (*Input Quality Control*), LQC (*Level Quality Control*), dan OQC (*Output Quality Control*). IQC memiliki tugas untuk mengecek kualitas bahan

baku apakah bahan baku tersebut layak untuk digunakan. LQC memiliki tugas untuk menginspeksi kualitas produk di lantai produksi. OQC memiliki tugas untuk mengecek kualitas produk kembali sebelum dikirim ke tangan konsumen. Ketiga divisi tersebut bekerja selama proses produksi berlangsung, namun seringkali masih terdapat produk cacat yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan suatu usaha perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat yang dihasilkan.

Permasalahan yang terjadi pada produk Tray Vegetable Omega 6 di PT Moving Tech adalah tingginya persentase cacat pada kegiatan produksi. Suatu produk tersebut dapat dikatakan cacat apabila memiliki kriteria yang tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Perbandingan rata-rata persentase cacat produk Tray Vegetable Omega 6 dengan produk lainnya pada November 2021 – Januari 2022 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-Rata Persentase Cacat (November 2021 – Januari 2022)

Data produksi dan persentase cacat produk Tray Vegetable Omega 6 pada bulan November 2021 – Januari 2022 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Historis Tray Vegetable Omega 6

Bulan Produksi	Produk Lolos	Produk Tidak Lolos (<i>Reject</i>)	Total Produksi	Persentase Cacat
November 2021	11637	191	11828	1,61%
Desember 2021	10627	441	11068	3,98%
Januari 2022	10117	277	10394	2,66%
Rata-rata per bulan				2,06%

Penelitian ini mengusulkan untuk perbaikan kualitas untuk produk Tray Vegetable Omega 6 di PT Moving Tech menggunakan metode Six Sigma untuk mengurangi jumlah cacat. Metode Six Sigma dipilih karena bertujuan untuk mengurangi variasi proses dan meningkatkan kontrol proses. Metode Six Sigma juga bertujuan untuk mengurangi jumlah produk cacat dan meningkatkan nilai sigma. Adapun penelitian terdahulu yang telah dilakukan Fajar Kurniadi, Fourry Handoko, dan Thomas Priyasmanu pada tahun 2022 menggunakan metode Six Sigma untuk mengurangi defect pengelasan. Metode Six Sigma adalah metode pengendalian kualitas dengan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Penggunaan metode Six Sigma dalam usulan perbaikan kualitas pada penelitian ini bertujuan untuk menurunkan persentase produk cacat yang dihasilkan setiap bulannya. Penggunaan metode Six Sigma bertujuan untuk menurunkan nilai DPMO dan meningkatkan level sigma untuk produk Tray Vegetable Omega 6. Penelitian ini memberikan usulan perbaikan kualitas yang bertujuan untuk mengurangi jumlah kecacatan produk yang dihasilkan. Penelitian ini penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi produk cacat yang dihasilkan, dan meningkatkan kepuasan konsumen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis kecacatan dominan, menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma, mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan dominan, dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk.

Tinjauan Pustaka

Kualitas adalah kesesuaian suatu produk yang dapat diartikan seberapa jauh suatu produk memenuhi persyaratan atau spesifikasi mutu yang telah ditetapkan[1]. Kualitas suatu produk berbanding terbalik dengan variabilitas produk tersebut[1]. Dapat diartikan bahwa semakin tinggi kualitas suatu produk maka variabilitas produk tersebut akan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah kualitas suatu produk maka variabilitas produk tersebut akan semakin tinggi. Kualitas produk yang tinggi akan mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan tersebut. Pengendalian kualitas digunakan untuk menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan.

Pengendalian dan peningkatan kualitas adalah serangkaian kegiatan yang digunakan untuk memastikan produk atau jasa yang dihasilkan memenuhi persyaratan dan terus ditingkatkan secara berkelanjutan[1]. Pengendalian kualitas dibutuhkan untuk menjamin bahwa kualitas suatu produk atau jasa tetap terjaga hingga ke tangan konsumen. Pengendalian kualitas produk dilakukan mulai dari bahan baku datang dari supplier, proses produksi dilakukan, hingga produk diantarkan sampai ke tangan konsumen.

Six Sigma adalah proses terstruktur dan disiplin yang dirancang untuk menjaga kualitas produk atau layanan tetap terjaga secara konsisten[2]. Six Sigma bertujuan meningkatkan kualitas dengan mencari dan menghilangkan penyebab kecacatan dalam proses bisnis[2]. Six Sigma memiliki nilai tingkat hingga 6 berdasarkan nilai DPMO (*Defects Per Million Opportunities*). Nilai DPMO adalah jumlah cacat per satu juta kesempatan. Nilai DPMO tersebut dikonversikan ke dalam tabel Six Sigma sehingga mendapatkan nilai tingkat sigma. Metode Six Sigma memiliki tahapan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Six Sigma berasal dari statistik, dimana sigma mewakili jumlah variasi tentang rata-rata proses[3]. Six Sigma dapat didefinisikan sebagai “Strategi bisnis yang digunakan untuk meningkatkan profitabilitas bisnis, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi semua operasi untuk memenuhi atau melampaui kebutuhan dan harapan pelanggan”[3].

Define adalah tahapan mengidentifikasi permasalahan yang menyebabkan permasalahan kualitas[2]. Tujuan mengidentifikasi permasalahan adalah menentukan masalah apa saja yang sedang terjadi. Pada penelitian ini, tahap *Define* menggunakan tools Diagram SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Control*) dan CTQ.

Diagram SIPOC adalah salah satu tools perbaikan kualitas yang memberikan ringkasan utama dari input dan output dari satu proses atau lebih dalam bentuk tabel. Diagram SIPOC memiliki lima kolom yang berisi Supplier, Input, Process, Output, Costumer[4]. *Critical-to-Quality* (CTQ) adalah karakteristik kualitas produk atau layanan dari sudut pandang konsumen yang perlu ditingkatkan[4]. CTQ dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang berharga[5]. CTQ menganalisis karakteristik layanan atau produk yang termasuk dalam kriteria pelanggan dan membantu memperjelas apa yang merupakan cacat dalam proses[5]. *Measure* adalah tahapan mengukur/mengumpulkan data dari proses-proses yang terjadi[2]. Tujuan tahapan *Measure* adalah menghitung/mengukur data dari permasalahan yang terjadi. Pada penelitian ini, tahap *Measure* menggunakan tools Peta Kendali P dan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) untuk menghitung Nilai Sigma.

Peta kendali adalah tools yang memperlihatkan aktivitas proses yang sedang berlangsung[5]. Peta kendali memiliki memiliki tiga garis yaitu garis batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) dan garis batas kendali atas (*Upper Control Limit*) garis tengah (*Central Line*)[5]. Pada penelitian ini ukuran sampel tidak konstan dan jumlah subgroup lebih dari 20 sehingga menggunakan peta kendali P. Tahapan pembuatan peta kendali P antara lain[6]:

1. Menghitung persentase ketidaksesuaian:

$$\bar{p} = \frac{\sum n.p}{\sum n} \quad (1)$$

2. Menghitung CL (*Central Line*):

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum n.p}{\sum n} \quad (2)$$

3. Menghitung UCL (*Batas Kendali Atas*):

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

4. Menghitung LCL (*Batas Kendali Bawah*):

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

DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) adalah tingkat kegagalan dalam satu juta kali kesempatan[7]. DPMO merupakan satuan pengukuran dalam Six Sigma yang nilainya berbanding terbalik dengan tingkat sigma. Setelah nilai DPMO didapatkan, nilai tersebut digunakan untuk menghitung level sigma. Perhitungan nilai DPMO dan Six Sigma antara lain[8]:

$$DPO = \frac{\text{jumlah cacat yang ditemukan}}{\text{jumlah produksi} \times \text{peluang kecacatan}} \quad (5)$$

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$\text{Sigma Level} = \text{normsinv}\left(\frac{1000000 \times DPMO}{1000000}\right) + 1.5 \quad (6)$$

Analyze adalah tahapan mempelajari proses-proses dan data-data untuk mencari petunjuk tentang permasalahan apa yang sedang terjadi[2]. Tujuan tahapan *Analyze* adalah menganalisis permasalahan yang terjadi. Pada penelitian ini, tahap *Analyze* menggunakan tools Diagram Pareto, Diagram Ishikawa, dan FMEA. Diagram Pareto adalah tools untuk membuat peringkat penyebab dari yang paling signifikan hingga yang paling tidak signifikan[2]. Prinsip tersebut, dinamai menurut ekonom abad ke-19 Vilfredo Pareto, menunjukkan bahwa sebagian besar akibat berasal dari penyebab yang relatif sedikit yaitu 80 persen akibat berasal dari 20 persen kemungkinan penyebab[2]. Diagram Ishikawa atau diagram sebab-akibat adalah tools yang digunakan untuk mengidentifikasi banyak penyebab potensial untuk suatu efek atau masalah[2]. Diagram Ishikawa berguna untuk mengetahui sebab-akibat dari masalah yang terjadi dan faktor apa yang mempengaruhi masalah tersebut sehingga dapat melakukan tindakan yang tepat untuk menghilangkan masalah tersebut. FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*) adalah tools yang berguna untuk tahap

Analisis[1]. FMEA digunakan untuk memprioritaskan berbagai potensi sumber variabilitas, kegagalan, kesalahan, atau cacat dalam suatu produk atau proses relatif terhadap tiga kriteria[1]. Kriteria tersebut adalah *Occurrence*, *Detection*, dan *Severity*. Tahapan *Improve* adalah tahapan membuat tindakan berdasarkan data-data yang ada untuk membuat peningkatan[2]. Tahapan *Improve* yaitu memberikan usulan untuk membuat tindakan agar meminimalisir kecacatan. Tujuan tahap *Improve* untuk mengurangi nilai DPMO dan meningkatkan nilai sigma.

Control adalah tahapan mengontrol sistem untuk mempertahankan peningkatan berdasarkan tindakan yang telah dibuat[2]. Tujuan tahapan *Control* adalah mengontrol tindakan yang telah dilakukan agar sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Tahapan *Control* bertujuan untuk mengontrol tindakan yang berasal dari peningkatan dari tahap *Improve*. Tahap *Control* menggunakan peta kendali P, perhitungan nilai DPMO, dan perhitungan nilai sigma. Perhitungan tersebut untuk bertujuan untuk membuat perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya implementasi usulan perbaikan.

Metodologi Penelitian

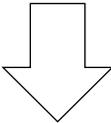
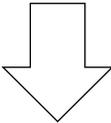
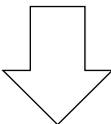
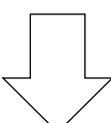
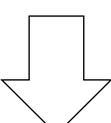
Penelitian ini dilakukan di PT Moving Tech dengan objek penelitian adalah produk Tray Vegetable Omega 6. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data historis, observasi, dan wawancara ke pihak perusahaan. Penelitian menggunakan metode Six Sigma dengan tahap *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* (DMAIC).

1. Tahap *Define* merupakan tahap pertama dalam Six Sigma. Tahap *Define* bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan kualitas yang terjadi. Pada tahap *Define* dilakukan identifikasi alur produksi dan kriteria kualitas produk yang diharapkan oleh pelanggan. Pada penelitian ini, tahap *Define* menggunakan tools Diagram SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Control*) dan CTQ.
2. Tahap *Measure* adalah tahap mengolah data dari data produksi yang terjadi berdasarkan identifikasi dari tahap *Define* sebelumnya. Pada tahap *Measure* dilakukan perhitungan menggunakan peta kendali P, perhitungan nilai DPMO dan tingkat sigma.
3. Tahap *Analyze* merupakan tahap untuk mengidentifikasi jenis kecacatan dominan dan penyebab kecacatan tersebut. Pada penelitian ini, tahap *Analyze* menggunakan diagram Pareto, diagram Ishikawa, dan *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA).
4. *Improve* adalah tahap memberikan usulan perbaikan berdasarkan tabel FMEA yang telah dibuat untuk mengurangi jumlah produk cacat dan meningkatkan kualitas produk Tray Vegetable Omega 6. Usulan yang diberikan pada tahap *Improve* selanjutnya akan diajukan ke pihak perusahaan.
5. *Control* adalah tahap implementasi usulan perbaikan yang diberikan. Pada tahap *Control* dilakukan perhitungan menggunakan peta kendali P, perhitungan nilai DPMO, dan perhitungan nilai sigma. Perhitungan tersebut untuk bertujuan untuk membuat perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya implementasi usulan perbaikan. Rencana implementasi usulan perbaikan akan dilakukan pada tanggal 11 Juli 2022.

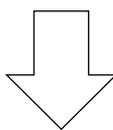
Hasil

Diagram SIPOC. Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Costumers*) adalah diagram yang menggambarkan tentang alur proses produksi dari awal hingga akhir. Diagram SIPOC menggambarkan alur produksi mulai dari bahan baku hingga menjadi barang jadi. Diagram SIPOC Tray Vegetable Omega 6 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Diagram SIPOC

Supplier	Input	Process	Output	Costumers
PT. LG Chemical	Biji plastik	Penerimaan bahan baku	Biji plastik	Gudang bahan baku
				
Gudang bahan baku	Biji plastik	Penuangan bahan baku	Biji plastik	Tangki penyimpanan biji plastik
				
Tangki penyimpanan biji plastik	Biji plastik	Peleburan	Produk Tray Vegetable Omega 6	Mesin injeksi
				
Mesin injeksi	Produk Tray Vegetable Omega 6	Injeksi	Produk Tray Vegetable Omega 6	Meja inspeksi
				
Meja inspeksi	Produk Tray Vegetable Omega 6	Inspeksi	Produk Tray Vegetable Omega 6	Mesin printing
				
Mesin printing	Produk Tray Vegetable Omega 6	Printing	Produk Tray Vegetable Omega 6	Gudang barang jadi

Supplier	Input	Process	Output	Costumers
Gudang barang jadi	Produk Tray Vegetable Omega 6	Packing	Produk Tray Vegetable Omega 6	PT. LG Electronic Indonesia



Critical-To-Quality (CTQ). *Critical-To-Quality* (CTQ) adalah indikator yang ditetapkan untuk suatu produk sesuai dengan standar yang ditentukan dan harus tercapai untuk dapat dikategorikan sebagai produk yang layak/baik. CTQ dapat digambarkan sebagai kriteria/ekspektasi konsumen dan bertujuan untuk memuaskan pelanggan. Produk Tray Vegetable Omega 6 dikategorikan sebagai produk yang baik oleh konsumen apabila memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Berbentuk sempurna dan tidak terdapat lubang atau retakan.
2. Berwarna bening, transparan, dan tidak terdapat noda atau bercak akibat proses produksi.
3. Tulisan terlihat jelas dan tidak pudar.
4. Tidak kotor dan tidak terkontaminasi oleh zat-zat lainnya.

Produk Tray Vegetable Omega 6 dapat dikategorikan sebagai produk cacat apabila terdapat salah satu dari karakteristik-karakteristik jenis kecacatan yang telah ditentukan. Karakteristik-karakteristik jenis kecacatan tersebut antara lain:

1. Black Dots

Black dots adalah jenis kecacatan dimana pada produk tersebut terdapat bintik-bintik berwarna hitam yang terperangkap di dalam produk dan tidak bisa dihilangkan. Kecacatan black dots dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cacat Black Dots

2. Silver

Silver adalah jenis kecacatan dimana terdapat bercak-bercak berwarna perak pada produk yang dihasilkan. Kecacatan silver dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Cacat Silver

3. Short Mold

Short mold adalah produk yang tidak sempurna yang disebabkan oleh plastik saat proses injeksi tidak memenuhi semua rongga karena plastik yang diinjeksi terlalu cepat mengering. Kecacatan short mold dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Cacat Short Mold

4. Crack

Crack adalah jenis kecacatan dimana terdapat retakan-retakan pada produk yang dihasilkan. Kecacatan Crack dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Cacat Crack

Measure

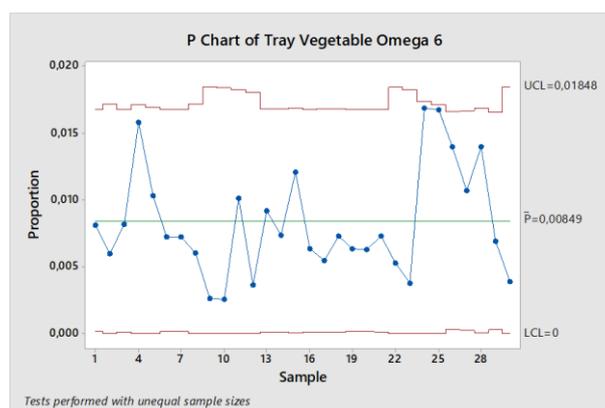
Peta Kendali P. Peta kendali P adalah salah satu alat pengendali kualitas untuk mengukur stabilitas proses. Peta kendali P digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses berada di dalam batas kendali. Pada penelitian ini, peta kendali P digunakan karena jumlah produksi tidak sama dan jenis kecacatan produk bersifat atribut. Perhitungan peta kendali P produk Tray Vegetable Omega 6 selama 30 hari dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Peta Kendali P

Hari Ke-	Tanggal	Jumlah Produksi	Produk Cacat	CL	UCL	LCL
1	27/01/2022	1102	9	0,00849	0,01678	0,0002
2	28/01/2022	994	6	0,00849	0,01722	-0,0002
3	29/01/2022	1096	9	0,00849	0,0168	0,00018
4	30/01/2022	1012	16	0,00849	0,01714	-0,0002
5	02/02/2022	1060	11	0,00849	0,01694	0,00004
6	03/02/2022	1103	8	0,00849	0,01678	0,0002
7	04/02/2022	1103	8	0,00849	0,01678	0,0002

Hari Ke-	Tanggal	Jumlah Produksi	Produk Cacat	CL	UCL	LCL
8	05/02/2022	993	6	0,00849	0,01722	-0,0002
9	06/02/2022	755	2	0,00849	0,01851	-0,0015
10	07/02/2022	772	2	0,00849	0,0184	-0,0014
11	08/02/2022	788	8	0,00849	0,0183	-0,0013
12	09/02/2022	817	3	0,00849	0,01812	-0,0011
13	10/02/2022	1086	10	0,00849	0,01684	0,00014
14	11/02/2022	1084	8	0,00849	0,01685	0,00013
15	12/02/2022	1071	13	0,00849	0,0169	0,00008
16	13/02/2022	1096	7	0,00849	0,0168	0,00018
17	14/02/2022	1090	6	0,00849	0,01683	0,00015
18	15/02/2022	1094	8	0,00849	0,01681	0,00017
19	16/02/2022	1100	7	0,00849	0,01679	0,00019
20	17/02/2022	1105	7	0,00849	0,01677	0,00021
21	18/02/2022	1095	8	0,00849	0,01681	0,00017
22	19/02/2022	757	4	0,00849	0,01849	-0,0015
23	20/02/2022	786	3	0,00849	0,01831	-0,0013
24	21/02/2022	947	16	0,00849	0,01743	-0,0005
25	22/02/2022	1012	17	0,00849	0,01714	-0,0002
26	23/02/2022	1140	16	0,00849	0,01664	0,00034
27	24/02/2022	1115	12	0,00849	0,01673	0,00025
28	25/02/2022	1069	15	0,00849	0,01691	0,00007
29	26/02/2022	1148	8	0,00849	0,01661	0,00037
30	27/02/2022	759	3	0,00849	0,01848	-0,0015
Jumlah		30149	256			

Berdasarkan Tabel 3, dilakukan plot data menggunakan Minitab untuk menghasilkan grafik data yang lebih akurat. Grafik Peta kendali P dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Kendali P

Berdasarkan grafik peta kendali yang ditunjukkan oleh Gambar 6, seluruh data berada di dalam batas kendali dan tidak terdapat data out of *Control*. Data tersebut dapat diartikan bahwa proses produksi terkendali secara statistik dan dapat digunakan untuk perhitungan DPMO dan menentukan tingkat sigma.

Perhitungan DPMO dan Tingkat Sigma. Perhitungan *Defect per Million Opportunities* (DPMO) digunakan untuk mengetahui jumlah cacat per satu juta

kesempatan. Tingkat sigma digunakan untuk mengukur kapabilitas proses secara kuantitatif. Berikut adalah perhitungan nilai DPU, DPO, dan DPMO.

$$DPU = \frac{\text{jumlah cacat yang ditemukan}}{\text{jumlah produksi}} = \frac{256}{30149} = 0,00849$$

$$DPO = \frac{DPU}{\text{Jenis kecacatan}} = \frac{0,00849}{4} = 0,0012225$$

$$DPMO = DPO \times 1000000$$

$$DPMO = 0,0012225 \times 1000000 = 1222,5$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan nilai DPU 0,000849. Nilai DPU tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai DPO sebesar 0,0012225. Nilai DPO tersebut digunakan untuk selanjutnya mendapatkan nilai DPMO dan didapatkan nilai sebesar 1222,5. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat sigma.

$$\text{Sigma Level} = \text{normsinv}\left(\frac{1000000 \times DPMO}{1000000}\right) + 1,5$$

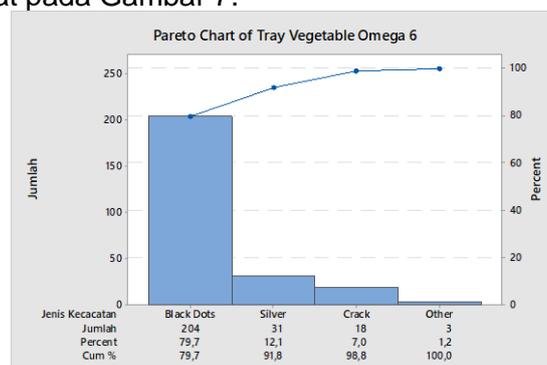
$$\text{Sigma Level} = \text{normsinv}\left(\frac{1000000 - 1222,5}{1000000}\right) + 1,5$$

$$\text{Sigma Level} = 4,53 \text{ Sigma}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan tingkat sigma sebesar 4,53 sigma. Nilai sigma tersebut masih jauh berada dibawah nilai 6 sigma yang memiliki nilai DPMO sebesar 3,4 DPMO.

Analyze

Diagram Pareto. Diagram pareto digunakan untuk mengetahui jenis cacat dominan yang menjadi fokus permasalahan. Diagram Pareto mengurutkan nilai terbesar ke nilai terkecil dari kiri ke kanan. Kecacatan dengan persentase kumulatif dengan nilai 80% adalah fokus dari penelitian ini. Diagram Pareto dari produk Tray Vegetable Omega 6 dapat dilihat pada Gambar 7.

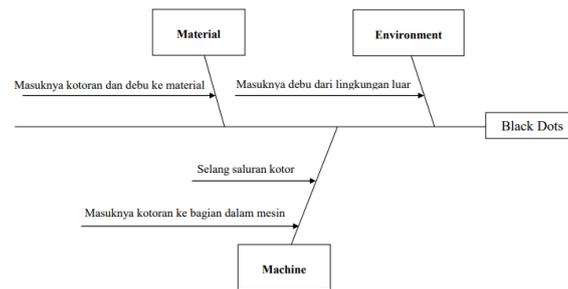


Gambar 7. Diagram Pareto

Berdasarkan diagram Pareto yang ditunjukkan Gambar 7, jenis kecacatan Black Dots dan Silver adalah jenis kecacatan dominan dengan nilai kumulatif persentase sebesar 91,8%. Jenis kecacatan Black Dots dan Silver inilah yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram Ishikawa dan FMEA.

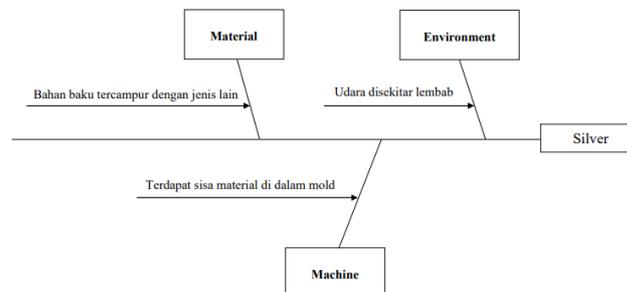
Diagram Ishikawa. Diagram Ishikawa merupakan diagram yang menggambarkan sebab-akibat dari sebuah kegagalan. Diagram Ishikawa yang dibuat adalah untuk jenis kecacatan Black Dots dan kecacatan Silver. Diagram Ishikawa kecacatan Black

Dots dapat dilihat pada Gambar 8 dan diagram Ishikawa kecacatan Silver dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Diagram Ishikawa Kecacatan Black Dots

Berdasarkan diagram ishikawa yang ditunjukkan Gambar 8, faktor-faktor kecacatan Black Dots disebabkan oleh faktor *Environment*, faktor *Machine*, dan faktor *Material*. Kecacatan yang disebabkan faktor *Environment* yaitu akibat masuknya debu dari lingkungan luar. Kecacatan yang disebabkan faktor *Machine* yaitu akibat selang saluran kotor dan masuknya kotoran ke bagian dalam mesin. Kecacatan yang disebabkan faktor *Material* yaitu akibat masuknya kotoran dan debu ke material.



Gambar 9. Diagram Ishikawa Kecacatan Silver

Berdasarkan diagram ishikawa yang ditunjukkan Gambar 9, faktor-faktor kecacatan Silver disebabkan oleh faktor *Environment*, faktor *Machine*, dan faktor *Material*. Kecacatan yang disebabkan faktor *Environment* yaitu akibat udara disekitar lembab. Kecacatan yang disebabkan faktor *Machine* yaitu terdapat sisa material di dalam mold. Kecacatan yang disebabkan faktor *Material* yaitu akibat bahan baku tercampur dengan jenis lain.

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) merupakan tabel yang menganalisis kegagalan dari sebuah proses. Tabel FMEA terdiri dari kriteria *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Ketiga kriteria tersebut diberikan penilaian dari paling rendah 1 hingga paling tinggi 10. Nilai kriteria tersebut didapatkan dari wawancara dengan pihak manajerial dan pengamatan secara langsung. Ketiga nilai tersebut kemudian dikalikan sehingga mendapatkan nilai RPN. Nilai RPN tertinggi dijadikan acuan untuk memberikan usulan perbaikan. Tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. FMEA

Proses	Jenis Kegagalan	Dampak Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Kontrol yang sudah dilakukan	D	RPN
Injeksi	Black Dots	Berkurangnya estetika produk	5	Masuknya kotoran dan debu ke material	7	Pengecekan kembali bahan baku	7	245
				Selang saluran kotor	6	Mengganti selang saluran setahun sekali	6	180
				Masuknya kotoran ke bagian dalam mesin	7	Melakukan pembersihan bagian dalam mesin	8	280
	Silver	Produk menjadi tidak layak jual	7	Material tercampur dengan jenis material lain	5	Pengecekan kembali material sebelum dimasukkan	6	210
				Masih terdapat sisa material di dalam mold	8	Melakukan pembersihan mold	7	392
			Udara lembab sehingga pendinginan tidak merata	7	Membersihkan ventilasi udara	7	343	

Berdasarkan perhitungan nilai FMEA yang ditunjukkan Tabel 4.3, proses yang menjadi penyebab kegagalan adalah proses injeksi dengan jenis kegagalan Black Dots dan Silver. Pada jenis kegagalan Black Dots penyebab kegagalan akibat masuknya kotoran ke bagian dalam mesin memiliki nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 280. Pada jenis kegagalan Silver penyebab kegagalan akibat masih terdapat sisa material pada mold memiliki nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 392. Kedua penyebab kegagalan tersebut yang akan menjadi fokus dalam usulan perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat dan meningkatkan nilai sigma.

Improve

Usulan Pembersihan Mesin Menggunakan Checksheet. Pembuatan checksheet pembersihan mesin injeksi digunakan agar bagian dalam mesin dan mold tetap bersih dan terhindar dari masuknya kotoran. Checksheet dibuat untuk menghilangkan potensi kegagalan akibat adanya kotoran. Pembersihan bagian dalam mesin dan mold dilakukan sebelum memulai kegiatan produksi saat berganti shift. Pengisian checksheet dilakukan dengan cara operator mengisi nomor mesin, nama produk, kode produk, dan tanggal terlebih. Operator kemudian membersihkan bagian dalam mesin dan mold menggunakan alat bantu yang diusulkan. Jika pembersihan sudah selesai dilakukan, operator tersebut mengisi kolom pembersihan, mengisi nama dan tanda tangan operator sesuai shift kemudian diserahkan kepada penanggung jawab operator. Jika ada suatu hal yang harus dilaporkan, operator atau penanggung jawab operator dapat mengisi kolom keterangan. Form pembersihan mesin injeksi dapat dilihat pada Gambar 10.

FORM PEMBERSIHAN MESIN INJEKSI										
HARAP MELAKUKAN PEMBERSIHAN SEBELUM PROSES PRODUKSI DAN MELAPORKAN KE PENANGGUNG JAWAB					Nomor Mesin : Nama Produk : Kode Produk :					
Hari/Tanggal	Shift	Pembersihan		Nama dan paraf operator			Penanggung jawab operator			Keterangan
		YA	TIDAK	Shift 1	Shift 2	Shift 3	Shift 1	Shift 2	Shift 3	
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
	1	07.00								
	2	15.00								
	3	23.00								
Dibuat Oleh					Mengetahui					

Gambar 10. Checksheet pembersihan mesin injeksi

Dalam melakukan pembersihan mesin injeksi, agar operator tidak salah melakukan pembersihan maka dibuat SOP pembersihan. SOP pembersihan dibuat sebagai petunjuk operator dalam melakukan pembersihan secara benar dan tepat. Usulan SOP pembersihan dapat dilihat pada Gambar 11.

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PEMBERSIHAN MESIN INJEKSI	
HARAP MELAKUKAN PEMBERSIHAN SEBELUM PROSES PRODUKSI DAN MELAPORKAN KE PENANGGUNG JAWAB	
Nomor Mesin : Nama Produk : Kode Produk :	
Tujuan	Memberikan petunjuk pembersihan mesin injeksi yang tepat
Alat dan Bahan	1. Sarung tangan 2. Dastan and brush 3. Kuas pembersih
Pihak Terkait	1. Operator mesin injeksi 2. Penanggung jawab operator
Prosedur	1. Siapkan alat dan bahan yang dibundkan 2. Matikan mesin terlebih dahulu 3. Buka penutup bagian dalam mesin injeksi 4. Buka mold injeksi 5. Periksa bagian dalam mesin dan mold injeksi 6. Bersihkan mold injeksi menggunakan kuas pembersih 7. Periksa kembali bagian mold injeksi 8. Tutup kembali mold injeksi 9. Bersihkan bagian dalam mesin menggunakan <i>dastan and brush</i> 10. Periksa kembali bagian dalam mesin 11. Tutup kembali penutup bagian dalam mesin injeksi 12. Buang kotoran ke tempat sampah 13. Mengisi <i>checklist</i> /over pembersihan
Dibuat Oleh	Mengetahui

Gambar 11. SOP pembersihan mesin injeksi

Dalam melakukan pembersihan dan pengisian checksheet, diberikan display agar operator selalu mengingat untuk melakukan pembersihan bagian dalam mesin injeksi dan mold sebelum memulai produksi setelah pergantian shift. Usulan pemberian *display* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Display*

Usulan Pembersihan Bagian Dalam Mesin Menggunakan Alat Bantu. Berdasarkan tabel FMEA, kecacatan black dots disebabkan oleh masuknya kotoran ke bagian dalam mesin. Untuk mengurangi kecacatan black dots, diberikan usulan pembersihan bagian dalam mesin yang dilakukan sebelum memulai produksi setelah pergantian shift. Dalam melakukan pembersihan bagian dalam mesin, diberikan usulan alat bantu agar pembersihan bagian dalam mesin menjadi lebih efektif dan efisien. Alat bantu yang diusulkan untuk membersihkan bagian dalam mesin adalah *Dustpan and Brush*. Usulan alat bantu pembersihan bagian dalam mesin dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *Dustpan and Brush*

Usulan Pembersihan Mold Menggunakan Alat Bantu. Berdasarkan tabel FMEA, kecacatan silver disebabkan oleh masih terdapat sisa material pada mold. Untuk mengurangi kecacatan silver, diberikan usulan pembersihan bagian mold yang dilakukan sebelum memulai produksi setelah pergantian shift. Dalam melakukan pembersihan bagian mold, diberikan usulan alat bantu agar pembersihan bagian dalam mesin menjadi lebih efektif dan efisien. Alat bantu yang diusulkan untuk membersihkan bagian dalam mesin adalah kuas pembersih. Usulan alat bantu pembersihan mold dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kuas Pembersih

Control. *Control* adalah tahap implementasi usulan perbaikan yang diberikan. Pada tahap *Control* dilakukan perhitungan menggunakan peta kendali P, perhitungan nilai DPMO, dan perhitungan nilai sigma. Perhitungan tersebut untuk bertujuan untuk membuat perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya implementasi usulan perbaikan. Rencana implementasi usulan perbaikan akan dilakukan pada tanggal 11 Juli 2022. Tahap *Control* belum dilakukan karena adanya keterbatasan waktu.

Kesimpulan

Jenis kecacatan pada produk Tray Vegetable Omega 6 adalah black dots, silver, short mold, dan crack dengan kecacatan dominan adalah black dots dan silver. Nilai DPMO adalah sebesar 1222,5 DPMO dengan tingkat sigma sebesar 4,53 sigma. Faktor-faktor penyebab kecacatan black dots antara lain disebabkan akibat masuknya debu dari lingkungan luar, selang saluran kotor, masuknya kotoran ke bagian dalam mesin, dan masuknya kotoran dan debu ke material. Faktor-faktor penyebab kecacatan silver antara lain disebabkan akibat udara disekitar lembab, terdapat sisa material di dalam mold, dan akibat bahan baku tercampur dengan jenis lain. Usulan perbaikan untuk mengurangi jumlah produk cacat antara lain adalah pembuatan *checksheet* pembersihan mesin, pembuatan SOP pembersihan mesin, pembuatan *display* pengingat, usulan alat bantu *dustpan and brush* untuk membersihkan bagian dalam mesin, dan usulan alat bantu kuas pembersih untuk membersihkan mold.

Daftar Pustaka

- [1] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th ed. Arizona: John Wiley & Sons, Inc., 2012.
- [2] R. A. Munro, G. Ramu, and D. J. Zrymiak, *The Certified Six Sigma Green Belt Handbook Second Edition*. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality, 2015.
- [3] T. Aized, *Total Quality Management and Six Sigma*. Croatia: INTECH d.o.o., 2012.
- [4] J. Antony, S. Vinodh, and E. U. Gijo, *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises A Practical Guide*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC, 2016.
- [5] A. Mitra, *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Auburn: John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- [6] Irwan, T. A. Nurman, and R. Sukardi, "Kapabilitas Proses Packing Semen dengan Menggunakan Statistikal Quality Control (Studi Kasus: PT. Semen Bosowa Maros)," *J. Teknosains*, vol. 15, no. 1, pp. 58–66, 2021.
- [7] V. Gaspersz, *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Bogor: Gramedia, 2002.
- [8] Silmiati, Y. Asdi, and Maiyasatri, "Penerapan Metode Six Sigma pada PT. Amanah Insanillahia untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat Air Mineral Dalam Kemasan," *J. Mat. UNAND*, vol. VII, no. 4, pp. 50–60, 2018.