

Analisis Peningkatan Kualitas Proses Pengemasan Air Minum dalam Kemasan “For3” 240 ml dengan Menggunakan Pendekatan Metode *Six Sigma* dan FMEA (Studi Kasus: PT. Meteor Perkasa, Singkawang - Kalbar)

Leo Dedy Anjuu, Sudjito Soeparman, Purnomo Budi Santoso
Program Magister Teknik dan Manajemen Industri, Universitas Brawijaya
E-mail: leodedy@gmail.com

Abstrak

PT. Meteor Perkasa yang berlokasi di jalan Lirang Dusun Gunung Besi Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Produk yang dihasilkan adalah produk merek “For3” dengan 3 jenis kemasan yaitu kemasan galon 19 liter, botol 1500 ml, botol 600 ml, botol 330 ml dan gelas 240 ml. Berdasarkan observasi awal, produk cacat banyak ditemukan pada kemasan AMDK “For3” 240 ml. Proses inspeksi dilakukan secara visual sebelum produk disusun ke dalam kardus. Pada proses ini ditemukan beberapa kriteria cacat yaitu cacat *cup*, cacat *lid*, cacat volume dan cacat kualitas produk. Untuk mengatasi permasalahan itu maka digunakan pendekatan DMAIC pada *Six Sigma* yang mampu mereduksi *defect* dan juga dengan metode FMEA yang diharapkan dapat mengidentifikasi penyebab masalah dan memberikan usulan perbaikan dalam peningkatan kualitas. Berdasarkan perhitungan dengan metode *Six Sigma*, telah terjadi peningkatan baik nilai DPMO dan Sigma Level setelah perbaikan. Untuk data variabel terjadi penurunan nilai DPMO dari 180.246 menjadi 175.423 dan terjadi peningkatan sigma level dari 2,41 menjadi 2,43. Sedangkan untuk data atribut terjadi penurunan nilai DPMO dari 5.983 menjadi 2.087 dan terjadi peningkatan sigma level dari 4,01 menjadi 4,36. Sedangkan analisis dengan menggunakan metode FMEA diperoleh bahwa nilai RPN mengalami penurunan setelah rekomendasi diterapkan. Hal ini dapat diketahui dari nilai RPN pada tahap *control* lebih kecil daripada RPN pada tahap *Analyze*, sehingga menunjukkan keberhasilan dari tindakan perbaikan yang telah dilakukan.

Kata kunci: Peningkatan Kualitas, *Six Sigma*, FMEA

Abstract

PT. Meteor Mighty located in the hamlet Lirang Singkawang Iron Mountain West Kalimantan is a company engaged in the production of bottled water (mineral water). The resulting product is the product brand “for3” with 3 types of packaging, namely packaging gallon 19 liter, 1500 ml bottles, 600 ml bottles, bottles of 330 ml and 240 ml glass. Based on preliminary observations, defective products are found on the packaging of bottled drinking water “for3” 240 ml. Conducted a visual inspection process before the product is organized into boxes, the process discovered some defects are defects criteria cup, lid defects, defect volume and product quality defects. In order to solve the problem, we used the Six Sigma DMAIC approach which is able to reduce defects and FMEA methods are expected to identify the cause of the problem and proposes improvements in quality improvement. Based on calculations by the method of Six Sigma that there has been an increase in both the value of DPMO and Sigma Level after repair, to a decline in the value of the variable data DPMO of 180,246 to 175,423 and an increase in the sigma level of 2.41 to 2.43. As for the decline in the value of the attribute data from 5983 to 2087 DPMO and sigma level increased from 4.01 to 4.36. While the analysis obtained using the FMEA RPN values decreased after the recommendation is applied, it can be seen from the value of RPN in the Control phase is smaller than the NDP in the Analyze phase, indicating the success of remedial actions that have been performed.

Key words: Quality improvements, *Six Sigma*, FMEA

Pendahuluan

PT. Meteor Perkasa yang berlokasi di jalan Lirang Dusun Gunung Besi Kelurahan Sedau Kecamatan Singkawang Selatan Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang produksi air minum dalam kemasan dengan merek “For3”.

Produk *defect* (cacat) yang dihasilkan akan memperkecil tingkat kualitas dan kuantitas produksi yang dihasilkan serta akan berdampak juga terhadap keuntungan perusahaan. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yang dalam hal ini termasuk teknik statistik dan sasaran yang ingin dicapai oleh perusahaan [1].

Proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml terdiri dari beberapa tahapan yaitu, proses *filling* yang merupakan proses pengisian air dalam *cup*, proses *sealer* yang merupakan proses penutupan *cup* dengan *lid*, proses *cutting* yang merupakan proses pemotongan *lid* yang telah di produksi dan kemudian proses *packaging* yaitu proses penataan produk ke dalam kardus.

Berdasarkan observasi awal, produk cacat banyak ditemukan pada proses *filling*, *sealer* dan *cutting*. Proses inspeksi dilakukan secara visual sebelum produk disusun ke dalam kardus, pada proses ini ditemukan beberapa kriteria cacat yaitu cacat *cup*, cacat *lid*, cacat volume dan cacat kualitas produk. Hal ini dapat dilihat dari tingkat produk cacat (*defect*) pada bulan Maret 2011 seperti yang terlihat pada tabel 1.

Dari jumlah cacat produk tersebut cacat kemasan AMDK “For3” 240 ml diklasifikasikan menjadi 4 kategori, yaitu sebagai berikut:

- Cacat *cup* yang terdiri dari *cup* penyok, bibir *cup* kasar dan bergerigi, dan pecah.
- Cacat volume.
- Cacat *lid* yang terdiri dari *lid* miring, lapisan *lid* terlepas dan *lid* bocor.
- Cacat kualitas produk.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka timbul suatu upaya penyelesaian masalah dengan menggunakan pendekatan DMAIC pada *Six Sigma* yang mampu mereduksi *defect* dan juga dengan metode FMEA yang diharapkan dapat mengidentifikasi penyebab masalah dan memberikan usulan perbaikan dalam peningkatan kualitas.

Konsep *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi yang terstruktur untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha mengurangi variansi proses (*process variances*), sekaligus mengurangi produk yang di luar spesifikasi (cacat) dengan menggunakan teknik statistik secara intensif sehingga

Tabel 1. Jumlah produksi dan jumlah cacat AMDK “For3” 240 ml Pada Maret 2011

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Pcs)
Cacat Cup	32.461
Cacat Volume	8.089
Cacat Lid	52.660
Cacat Kualitas Produk	15.010
Total Cacat	108220
Total Produksi	9.044.196

dapat mengukur suatu proses berdasarkan pada kategori tingkat pengurangan cacat (level *Six Sigma*). Sedangkan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan suatu metode yang dapat memberikan informasi permasalahan yang timbul pada suatu sistem yang menyebabkan tidak mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan keinginan. Dengan demikian permasalahan pada proses produksi dapat dikurangi, yaitu dengan memperkirakan potensi kegagalan yang timbul (*failure mode*), memperkirakan pengaruh yang timbul (*effect*) dan menentukan penyebab dari tiap kegagalan yang terjadi (*cause*).

Metode Penelitian

Metodologi *Six Sigma*

Metode *Six Sigma* digunakan untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha mengurangi cacat kemasan AMDK “For3” 240 ml dengan menggunakan teknik statistik secara intensif sehingga dapat mengukur suatu proses berdasarkan pada kategori tingkat pengurangan cacat. *Six Sigma* pada konsep DMAIC merupakan salah satu teknik *problem solving* yang sistematis dalam menyelesaikan masalah dan melakukan perbaikan yang berkesinambungan. Tahapan DMAIC adalah sebagai berikut:

a. Define

Tahap *define* atau pendefinisian, yaitu tahap untuk mencari proses yang mempunyai kontribusi terbesar dalam penyebab kecacatan kualitas akhir kemasan AMDK “For3” 240 ml. Pada tahap *define* ini terdiri dari beberapa langkah antara lain:

- Pembuatan peta proses
Pemetaan bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml secara umum dan khususnya proses *filling*, *sealer* dan *cutting*.
- Identifikasi karakteristik kualitas
Tahap ini untuk mengetahui apa saja yang menjadi karakteristik kualitas kemasan AMDK “For3” 240 ml.
- Pemilihan CTQ
CTQ adalah karakteristik yang paling kritis yang berpengaruh terhadap kualitas kemasan AMDK “For3” 240 ml. Untuk penentuan CTQ adalah dengan data cacat kemasan AMDK “For3” 240 ml pada saat penelitian dengan cara pembuatan diagram pareto untuk mengetahui frekuensi kecacatan yang paling tinggi yang nantinya digunakan sebagai CTQ.

b. *Measure*

Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran kapabilitas proses untuk mengetahui kemampuan proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml menghasilkan *output* sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh perusahaan. Juga dilakukan pengukuran level Sigma pada proses pengemasan dalam menghasilkan kemasan AMDK “For3” 240 ml.

c. *Analyze*

Pada tahap ini menguraikan seberapa baik dan buruk proses *filling*, *sealer* dan *cutting* yang berlangsung dan mengidentifikasi kemungkinan penyebab-penyebab kecacatan produk dengan menggunakan *fishbone diagram*, kemudian melalui *brainstorming* dan *focus grup discussion* (merancang kuesioner) yang bertujuan untuk mengetahui tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari faktor-faktor penyebab produk cacat yang akan digunakan pada tahap analisis pengaruh potensial kegagalan sumber-sumber variasi dengan menggunakan metode FMEA.

d. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan penyusunan rencana usulan perbaikan untuk mencegah penyebab-penyebab cacat dapat terulang kembali. Tahapan ini menggunakan Metode FMEA. Setiap *mode* kegagalan mempunyai satu nilai RPN. Nilai RPN merupakan hasil perkalian antara skala *severity*, *occurrence* dan *detection*. Kemudian RPN tersebut disusun dari yang terbesar sampai yang terkecil sehingga dapat diketahui *mode* kegagalan mana yang menjadi prioritas untuk dilakukan tindakan korektif.

e. *Control*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan ulang RPN setelah dilakukan tahap *Improve*. Perhitungan ulang ini dilakukan untuk mengetahui sampai sejauh mana kemajuan perbaikan itu dilakukan apabila rekomendasi diterapkan.

Kemampuan Proses (*Process Capability*)

Kemampuan proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan kemampuan proses dalam menghasilkan suatu produk sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Indeks Cpmk adalah untuk mengukur tingkat mana *output* proses itu berada dalam batas-batas toleransi (USL dan LSL). Dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*)

terhadap penilaian dari Cpmk sebagai berikut [1]:

$$Cpmk = \frac{Cpk}{\sqrt{1 + \left\{ \frac{\bar{X} - T}{S} \right\}^2}} \quad (1)$$

a. Cpmk \geq 2,00

Maka proses dianggap mampu memenuhi batas-batas toleransi (USL dan LSL) dan kompetitif (perusahaan berkelas dunia).

b. Cpmk antara 1,00–1,99

Maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya-upaya giat untuk peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*). Dalam hal ini proses harus disesuaikan terus-menerus agar mendekati ke nilai spesifikasi target kualitas (*T*). Perusahaan-perusahaan yang memiliki nilai Cpmk yang berada di antara 1,00–1,99 memiliki kesempatan terbaik dalam melakukan program peningkatan kualitas *Six Sigma*.

c. Cpmk $<$ 1,00

Maka proses dianggap tidak mampu memenuhi batas-batas toleransi (USL dan LSL) dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data didasarkan pada beberapa jumlah observasi yang harus dibuat (N'). Pada persamaan 2 digunakan untuk menentukan lebih dahulu beberapa tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*) yang digunakan untuk kegiatan pengukuran atau pengambilan data ini.

$$N' = \left[\frac{k}{s} \frac{\sqrt{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \quad (2)$$

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan metode analisis mode kegagalan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi *mode* kegagalan potensial, penyebab dari *mode* kegagalan dan efek dari *mode* kegagalan. Kegunaan metode ini yaitu dapat mengidentifikasi dan mendeteksi bentuk kegagalan yang memiliki potensi penyebab produk cacat, kemudian membuat usulan perbaikan dengan mengacu pada RPN yang tertinggi yang menjadi prioritas untuk dilakukan tindakan korektif. Tahapan

FMEA adalah [3]:

- a. Menetapkan batasan proses yang akan dianalisa.
- b. Melakukan pengamatan terhadap proses yang akan dianalisa.
- c. Hasil pengamatan digunakan untuk mendapatkan kesalahan / *defect* potensial pada proses atau *potential failure mode*
- d. Mengidentifikasi *potential cause of failure* atau penyebab dari kesalahan yang terjadi.
- e. Mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan atau *potential effect of failure*
- f. Menetapkan nilai-nilai (dengan *brainstorming*) dalam poin: keseriusan akibat kesalahan (*severity*), frekuensi terjadinya kesalahan (*occurrence*), alat kontrol akibat *potensial cause* (*detection*).
- g. Masukkan kriteria nilai sesuai dengan tiga kriteria yang telah dibuat sebelumnya.
- h. Dapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dengan jalan mengalikan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection* (SOD).
- i. Pusatkan perhatian pada nilai RPN dengan langkah-langkah yang sama, a–h.

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa RPN. RPN merupakan produk matematis dari tingkat keparahan (*Severity*), tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan (*Occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi atau mengontrol kegagalan sebelum terjadi (*Detection*). Untuk mendapatkan nilai RPN ini dapat ditunjukkan dengan Persamaan 3.

$$RPN = S \times O \times D \tag{3}$$

Melalui nilai RPN ini akan didapatkan bentuk kegagalan yang mendapatkan prioritas perbaikan yang dimulai dari nilai RPN yang tertinggi.

Tools Six Sigma

a. Pemetaan proses

Peta proses merupakan gambaran grafik dari suatu proses, menunjukkan urutan tugas menggunakan versi yang dimodifikasi dari simbol bagan aliran (*flowchart*) standar.

b. Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk mengurutkan data ke dalam kelompok-kelompok dari yang terbesar sampai terkecil. Diagram Pareto berguna untuk

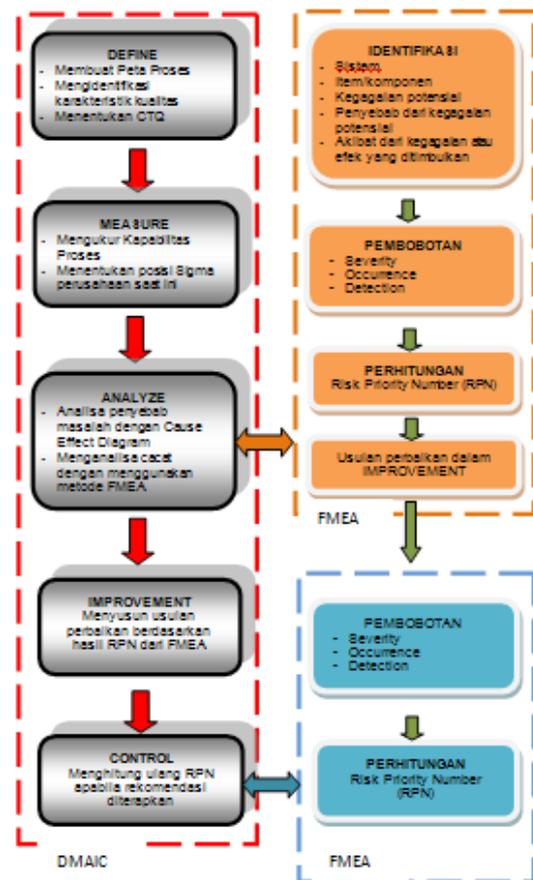
mengidentifikasi kejadian-kejadian atau penyebab masalah yang paling umum. Analisa Pareto didasarkan pada hukum 20 / 80 yang berarti bahwa 20% penyebab tertinggi yang mengakibatkan 80% dampak.

c. Diagram Sebab-Akibat

Diagram ini disebut juga dengan diagram *Ishikawa* karena yang menemukan adalah Prof. Ishikawa yang berasal dari Jepang. Diagram ini digunakan untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja, mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu manusia, metode, mesin, material dan lingkungan kerja.

d. Peta Control (*Control Chart*)

Peta kontrol tersebut dipakai untuk mengendalikan proses yang berulang dan merupakan penggambaran secara grafis dari suatu data sebagai fungsi dari waktu. Peta kontrol mempunyai batas kontrol yang membatasi jangkauan dari sebaran data yang



Gambar 1. Kerangka konsep berpikir

masih diterima dan diharapkan, yaitu garis tengah (SL) yang merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol dan dua garis mendatar ini yang dinamakan Batas Spesifikasi Atas (USL) dan Batas Spesifikasi Bawah (LSL).

e. Histogram

Yaitu merupakan salah satu alat bantu untuk menemukan variasi dan merupakan suatu gambaran dari proses yang menunjukkan distribusi pengukuran dan frekuensi dari setiap pengukuran itu.

Jenis Data

- Data variabel adalah data kontinyu yang diperoleh dari hasil pengukuran yaitu cacat volume.
- Data atribut adalah data bukan dari hasil pengukuran dan bersifat tidak kontinyu, dalam hal ini tentang jumlah cacat kemasan.

Metode Pengumpulan Data

Mengumpulkan sejumlah data dan informasi dalam mengidentifikasi jenis cacat pada yang ada di perusahaan khususnya di proses produksi dengan mengamati proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml. Cara pengumpulan data dengan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Kemudian menyebarkan kuesioner ke responden yang merupakan operator dari penggunaan mesin dan kepala produksi untuk mencari bobot nilai dari metode FMEA.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yaitu data sekunder dan obyek penelitiannya adalah proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml. Data sekunder yaitu pengumpulan data yang didapat dari data produksi dari arsip PT. Meteor Perkasa yaitu data diambil berupa data produksi dan data cacat kemasan AMDK "For3" 240 ml. Sedangkan Data primer yaitu pengumpulan data yang dilakukan langsung pada saat proses produksi. Data yang diambil langsung dari hasil pengamatan disini berupa data variabel yaitu pemeriksaan volume AMDK "For3" 240 ml.

Pengolahan Data

- Membuat peta proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml
- Mengidentifikasi CTQ dari data atribut yang didapat dari Diagram Pareto.

- Data yang diperoleh kemudian dilakukan tes kecukupan data.
- Melakukan pengukuran kapabilitas proses untuk mengetahui kemampuan proses pengemasan dan melakukan pengukuran level Sigma.
- Dari data atribut mencari penyebab kegagalan proses dengan pembuatan *fishbone diagram*, kemudian dianalisis penyebab masalah dengan menggunakan metode FMEA.
- Menyusun rencana usulan perbaikan dengan menggunakan metode FMEA yang pembobotannya didapat dari kuesioner. Kemudian diketahui nilai RPN yang didapat dari hasil perkalian *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*.
- Melakukan perhitungan ulang RPN dari metode FMEA setelah dilakukan tahap *Improve*.

Hasil dan Pembahasan

Define

Tahap *define* atau pendefinisian, adalah tahap awal dari *Six Sigma*. Tahap ini mempunyai tujuan untuk mencari proses yang mempunyai kontribusi terbesar dalam penyebab kecacatan atau buruknya kualitas akhir kemasan AMDK "For3" 240 ml. Pada tahap *define* ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

1. Pemetaan proses pengemasan.

Proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml dapat dipetakan dengan Gambar 2.

2. Identifikasi karakteristik kualitas kemasan AMDK "For3" 240 ml

Berdasarkan hasil keterangan dari laporan kualitas yang diperoleh dari bagian produksi dan bagian *quality control* karakteristik kualitas dan kecacatan yang terjadi pada kemasan AMDK "for3" 240 ml dari segi kualitas visual yaitu:

- Cacat *cup* yang terdiri dari *cup* penyok, bibir *cup* kasar dan bergerigi dan pecah.
- Cacat volume.
- Cacat *lid* yang terdiri dari *lid* miring, lapisan *lid* terlepas dan *lid* bocor.
- Cacat kualitas produk.

3. Pemilihan CTQ

Berdasarkan Diagram Pareto pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa cacat sebesar 78,6% didominasi oleh cacat *lid* dan cacat *cup*, dengan demikian ada dua jenis cacat yang mendekati 80% total cacat yang terjadi. Maka CTQ adalah 2.

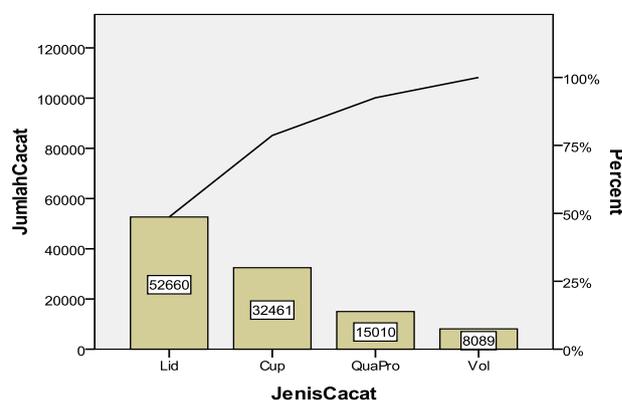
Measure

Pada tahap ini akan dilakukan tes kecukupan data,

DPMO, Sigma Level, dan Kapabilitas Proses dari kedua jenis data (data variabel dan data atribut).

Pengolahan Data Variabel

Untuk volume kemasan AMDK “For3” 240 ml memiliki spesifikasi yaitu 230–240 ml. Data yang didapatkan berdasarkan data primer yang diambil langsung dapat dilihat pada Tabel 3.

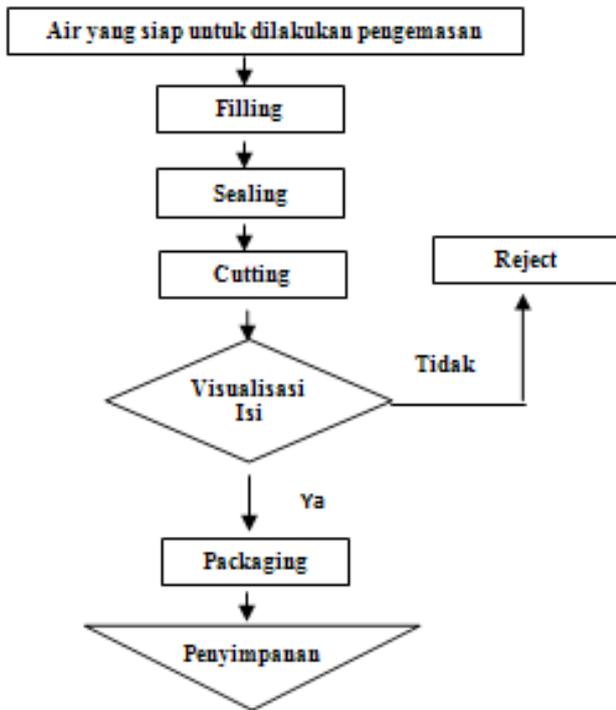


Gambar 3. Diagram Pareto Cacat AMDK “For3” 240 ml

Tabel 3. Data Volume AMDK “For3” 240 ml Pada Maret 2011

Hari Ke-	Sample (dalam ml)					ΣX	ΣX^2	$X\text{-bar}$	R
	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$				
1	235	235	230	230	228	1158	268234	231,6	7
2	240	237	229	235	235	1176	276660	235,2	11
3	240	235	229	235	230	1169	273391	233,8	11
4	235	238	237	237	235	1182	279432	236,4	3
5	239	238	235	235	235	1182	279440	236,4	4
6	235	229	238	235	240	1177	277135	235,4	11
7	239	239	235	239	240	1192	284188	238,4	5
8	240	240	237	235	240	1192	284194	238,4	5
9	230	232	230	235	235	1162	270074	232,4	5
10	240	240	235	235	232	1182	279474	236,4	8
11	235	235	230	237	237	1174	275688	234,8	7
12	230	235	239	237	240	1181	279015	236,2	10
13	235	235	240	240	237	1187	281819	237,4	5
14	237	235	235	240	240	1187	281819	237,4	5
15	240	235	235	235	237	1182	279444	236,4	5
16	235	235	229	230	235	1164	271016	232,8	6
17	240	237	235	235	235	1182	279444	236,4	5
18	229	229	235	235	237	1165	271501	233	8
19	240	240	237	235	235	1187	281819	237,4	5
20	235	232	228	237	230	1162	270102	232,4	9
Jumlah						23543	5543889	4708,6	135
Rata-rata								235,43	6,75
Median (target)								236,3	

Sumber: Data Primer



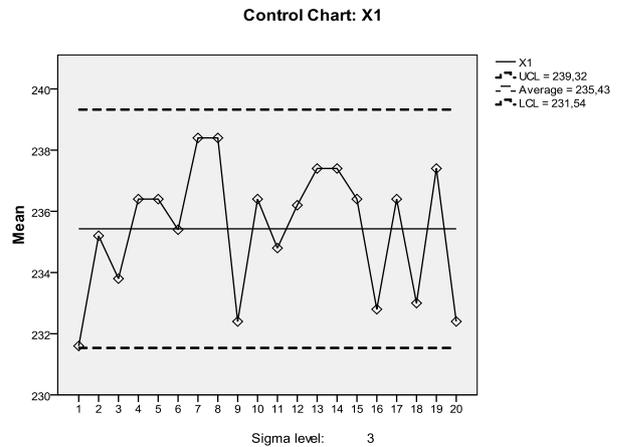
Gambar 2. Aliran proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml

Pada tes kecukupan data digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan tingkat ketelitian 5% ($s = 0,05$).

$$N' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \right]^2 = 0,335$$

Karena $N' < N$ maka data pengamatan untuk volume AMDK “For3” 240 ml dianggap cukup.

Menentukan Batas Kontrol X-bar



Gambar 4. Grafik Peta Kontrol X-bar pada data Variabel

Tabel 4. Kapabilitas proses untuk data variabel

Langkah	Tindakan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin tahu ?	Volume AMDK “For3” 240 ml
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	239,32 ml
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	231,53 ml
4	Tentukan nilai spesifikasi target (T)	236,3 ml
5	Berapa nilai rata-rata (mean) proses	235,43 ml
6	Berapa nilai standar deviasi proses	2,9
7	Hitung kemungkinan cacat berada di atas nilai USL DPMO	90123
8	Hitung kemungkinan cacat berada di bawah nilai LSL DPMO	90123
9	Hitung kemungkinan DPMO yang dihasilkan	180246
10	Konversi DPMO ke nilai Sigma	2,41
11	Hitung kemampuan proses tersebut dalam ukuran nilai sigma	Kapabilitas proses adalah 2,41 Sigma (rendah, tidak kompetitif)
12	Hitung kapabilitas proses tersebut dalam indeks kapabilitas proses (Cpmk)	0,42

Pengolahan Data Atribut

Tabel 5. Kapabilitas proses data atribut

Langkah	Tindakan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin tahu ?	Proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml
2	Berapa banyak unit transaksi yang dikerjakan melalui proses ?	9044196
3	Berapa banyak unit transaksi yang gagal ?	108220
4	Hitung tingkat cacat (kesalahan) (DPU)	0,011965684
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat	2
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ (DPO)	0,005983
7	Hitung kemungkinan cacat DPMO	5983
8	Konversi DPMO ke dalam nilai sigma	4,01

Tahap Analyze

Jenis permasalahan yang akan dianalisa dengan menggunakan diagram Sebab-Akibat dan metode FMEA sehingga dapat mengetahui penyebab cacatnya kemasan produk yaitu:

- a. *Cup* penyok disebabkan oleh faktor manusia atau operator yang kurang disiplin pada penumpukan *cup* yang seharusnya tidak boleh melebihi 4 dus/kotak tumpukan (1 dus/kotak = 2.000 *cup*).
- b. *Cup* pecah dikarenakan campuran bijih plastik murni dengan plastik daur ulang tidak merata atau campuran tak seimbang.
- c. Bibir *cup* kasar dan bergerigi, disebabkan oleh ukuran bibir *cup* (material) terlalu tebal dari spesifikasi yang telah ditentukan yaitu 0,60 mm – 0,80 mm sehingga pada saat proses *sealer* bibir *cup* menjadi melebar dan pada saat proses *cutting lid*, bibir *cup* juga ikut terpotong.
- d. Cacat volume disebabkan oleh kondisi *bucket* yang goyang menyebabkan *cup* yang terisi produk sebelum proses *sealer cup* tumpah. Dan juga disebabkan listrik yang padam secara mendadak sehingga proses *filling* terhenti, dan pada saat mesin menyala kembali *bucket* berjalan dengan kondisi *cup* belum terisi penuh dan melewati proses *sealer cup*.
- e. Bocor *lid* disebabkan oleh :
 - 1) Salah satu sisi *lid* tidak merekat dengan sempurna.
 - 2) Produk keluar dengan *lid* dalam keadaan sobek.

- 3) Saat dilakukan tes *pressing* manual selama kurang lebih 10 detik, produk bocor.

Bocor *lid* disebabkan oleh faktor mesin yaitu:

- 1) Permukaan *sealing* tidak rata sehingga pada saat proses *sealer*, perekatan *lid* pada bibir *cup* tidak maksimal dan juga dapat menyebabkan *lid* sobek.
- 2) Pergerakan *bucket* geser.
- 3) *Bucket* goyang sehingga hasil *sealer cup* tidak maksimal.
- 4) Suhu terlalu rendah sehingga perekatan *lid* pada *cup* kurang maksimal. Panas yang dibutuhkan agar *lid* melekat dengan sempurna adalah 170–190° C.
- f. *Lid* miring, disebabkan oleh:
 - 1) Faktor Mesin, yaitu pada pemintal potongan *lid* yang macet menyebabkan terjadi ketidaksesuaian antara *center* logo dengan *cup*. *Bucket* yang goyang menyebabkan *cutting* tidak dapat memotong dengan maksimal dan juga disebabkan karena mata *cutting* tumpul sehingga *lid* tidak terpotong dan *lid* tertarik oleh *conveyor* sehingga *setting*-an posisi *center* logo *lid* berubah.
 - 2) Faktor Material, yaitu sambungan *lid* yang tidak pas menyebabkan *lid* miring.
 - 3) Faktor Manusia, yaitu operator kurang disiplin dikarenakan lalai dalam mengecek secara berkala sensor *setting*-an *center* logo *lid*.

Tabel 6. Data Volume AMDK “For3” 240 ml Pada Juni 2011

Hari Ke-	Sample (dalam ml)					ΣX	ΣX^2	$X\text{-bar}$	R	Std Dev. (S)
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5					
1	240	240	239	240	239	1198	287042	239,6	1	0,4299
2	240	238	238	240	240	1196	286088	239,2	2	0,8598
3	240	237	240	239	240	1196	286090	239,2	3	1,2898
4	235	240	235	240	239	1189	282771	237,8	5	2,1496
5	239	240	240	238	240	1197	286565	239,4	2	0,8598
6	240	240	240	238	240	1198	287044	239,6	2	0,8598
7	239	240	239	239	240	1197	286563	239,4	1	0,4299
8	238	240	240	240	237	1195	285613	239	3	1,2898
9	237	240	240	239	235	1191	283715	238,2	5	2,1496
10	240	240	240	240	238	1198	287044	239,6	2	0,8598
11	240	240	238	240	239	1197	286565	239,4	2	0,8598
12	240	240	239	235	240	1194	285146	238,8	5	2,1496
13	240	238	240	237	240	1195	285613	239	3	1,2898
14	237	235	239	240	240	1191	283715	238,2	5	2,1496
15	239	240	240	240	240	1199	287521	239,8	1	0,4299
16	240	240	237	240	240	1197	286569	239,4	3	1,2898
17	240	240	240	240	239	1199	287521	239,8	1	0,4299
18	240	240	235	237	235	1187	281819	237,4	5	2,1496
19	235	240	237	235	240	1187	281819	237,4	5	2,1496
20	239	240	240	240	237	1196	286090	239,2	3	1,2898
Jumlah						23897	5710913	4779,4	59	25,365
Rata-rata								238,97	2,95	1,2683
Median (Target)								239,2		

Sumber: Data Primer

- g. Lapisan *lid* terlepas disebabkan kualitas *lid* yang kurang baik.
- h. Cacat kualitas produk, disebabkan terdapat benda asing di dalam kemasan setelah diproduksi, misalnya terdapat partikel plastik *cup* dan kotoran-kotoran lainnya yang terbawa oleh *lid*.

Tahap Improve

Menetapkan suatu usulan perbaikan untuk mencegah penyebab-penyebab cacat dapat terulang kembali sehingga dapat menurunkan cacat. Rencana perbaikan tersebut didapatkan dari hasil diskusi bagian teknik.

Usulan rencana perbaikan (*recommended action*) yang dibuat berdasarkan pada penyebab-penyebab kegagalan dan data *mode* kegagalan yang telah dibuat sebelumnya melalui FMEA. Usulan perbaikan ini diterima perusahaan kemudian dilakukan perbaikan.

Setelah dilakukan perbaikan maka dilakukan pengamatan ulang dengan pengambilan data variabel pada bulan Juni 2011 terlihat pada Tabel 6.

Tabel 7. Jumlah produksi dan jumlah cacat AMDK “for3” 240 ml pada Juni 2011

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Pcs)
Cacat <i>Cup</i>	10.593
Cacat Volume	0
Cacat <i>Lid</i>	13.553
Cacat Kualitas Produk	7.764
Total Cacat	31.909
Total Produksi	7.643.160

Sumber: Pengolahan Data Sekunder

Nilai DPMO dan Sigma Level Sebelum maupun Sesudah Perbaikan

Tabel 8. Hasil perhitungan DPMO dan Sigma Level

Jenis Data	Sebelum Perbaikan		Sesudah Perbaikan	
	DPMO	Sigma Level	DPMO	Sigma Level
Data Variabel	180.246	2,41	175.423	2,43
Data Atribut	5.983	4,01	2.087	4,36

Sumber: Pengolahan Data

Berdasar Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan baik nilai DPMO dan Sigma Level setelah perbaikan, untuk data variabel terjadi penurunan nilai DPMO dari 180.246 menjadi 175.423 dan terjadi peningkatan sigma level dari 2,41 menjadi 2,43. Sedangkan untuk data atribut terjadi penurunan nilai DPMO dari 5.983 menjadi 2.087 dan terjadi peningkatan sigma level dari 4,01 menjadi 4,36.

Kemampuan Proses Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tabel 9. Kemampuan proses data cacat variabel

Proses	Nilai Cpmk	Kriteria
Sebelum Perbaikan	0,42	< 1,00
Sesudah Perbaikan	0,44	< 1,00

Tabel 10. Kemampuan proses data cacat atribut sebelum dan sesudah *improve*

Tindakan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Proses apa yang anda ingin tahu ?	Proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml	Proses pengemasan AMDK "For3" 240 ml
Berapa banyak unit transaksi yang dikerjakan melalui proses ?	9044196	7643160
Berapa banyak unit transaksi yang gagal ?	108220	31909
Hitung tingkat cacat (DPU)	0,011965684	0,00417484
Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat	2	2
Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ (DPO)	0,005983	0,002087
Hitung kemungkinan cacat DPMO	5983	2087
Konversi DPMO ke dalam nilai sigma	4,01	4,36

Tahap Control

Pada tahap ini dilakukan perhitungan ulang RPN setelah dilakukan tahap *Improve*. Perhitungan ulang ini dilakukan untuk mengetahui sampai sejauh mana kemajuan perbaikan itu dilakukan apabila rekomendasi diterapkan.

Setelah dilakukan perhitungan ulang RPN maka dapat diketahui bahwa terjadi kemajuan setelah rekomendasi perbaikan diterapkan. RPN pada tahap *Control* lebih kecil daripada RPN pada tahap *Analyze*, ini menunjukkan keberhasilan dari tindakan perbaikan yang telah dilakukan.

Simpulan

1. Jenis cacat produk yang berpengaruh sekali terhadap kualitas produk yaitu cacat *cup*, cacat volume, cacat *lid*, cacat kualitas produk. Dari jenis cacat tersebut, cacat yang paling kritis yang mempengaruhi kualitas atau disebut CTQ adalah cacat *lid*, dan cacat *cup*.
2. Berdasarkan jenis data cacat (data cacat variabel dan data atribut) maka dapat diketahui kapabilitas proses dan level sigma masing-masing jenis data cacat yaitu telah terjadi penurunan nilai DPMO dan peningkatan Level Sigma setelah perbaikan yaitu untuk data variabel terjadi penurunan nilai DPMO dari 180.246 menjadi 175.423 dan terjadi peningkatan level sigma dari 2,41 menjadi 2,43. Sedangkan untuk data atribut terjadi penurunan nilai DPMO dari 5.983 menjadi 2.087 dan terjadi peningkatan sigma level dari 4,01 menjadi 4,36.

Ini menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kualitas pada proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml.

3. Adapun yang menjadi penyebab cacat pada proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml:
 - a. *Cup* penyok disebabkan oleh penumpukan *cup* yang seharusnya tidak boleh melebihi 4 dus/kotak tumpukan (1 dus/kotak = 2.000 *cup*).
 - b. *Cup* pecah, disebabkan campuran bijih plastik murni dengan plastik daur ulang tidak merata atau campuran tak seimbang.
 - c. Bibir *cup* kasar dan bergerigi, disebabkan oleh ukuran bibir *cup* terlalu tebal dari spesifikasi yang telah ditentukan yaitu 0,60–0,80 mm.
 - d. Cacat volume disebabkan oleh kondisi *bucket* yang goyang karena *bearing* aus, dan juga disebabkan listrik yang padam secara mendadak
 - e. Bocor *lid* disebabkan oleh *setting*-an mesin tidak sesuai, kualitas *lid* tidak bagus, *lid* terdapat lipatan, kerak air, suhu *sealer* terlalu rendah sehingga perekatan *lid* pada *cup* kurang maksimal dikarenakan *heater* rusak (panas yang dibutuhkan 170–190° C.)
 - f. *Lid* miring, disebabkan oleh pemintal kurang pelumas, *bucket* goyang, sensor *center logo lid* tidak tepat, kualitas *lid* jelek.
 - g. Lapisan *lid* terlepas disebabkan kualitas *lid* yang kurang baik.
 - h. Cacat kualitas produk disebabkan terdapat benda asing di dalam kemasan setelah diproduksi.
4. Upaya-upaya yang dilakukan untuk menurunkan tingkat kecacatan pada proses pengemasan AMDK “For3” 240 ml, yaitu antara lain:
 - a. Melakukan inspeksi secara lebih intensif terhadap karyawan oleh pengawas agar karyawan tidak lalai sewaktu bekerja.
 - b. Memeriksa *setting*-an mesin pada *digital* monitor kontrol sebelum proses produksi.
 - c. Memeriksa kondisi mesin *filling cup* secara keseluruhan misalnya, kondisi *bucket*, rantai, *bearing*, *cutting*, pemintal *lid*, *regulator selenoid*, *thermocontrol*, sensor *lid*,

- d. Memberikan pelumas “*food gress*” secara teratur.
 - e. Memeriksa dan menguji *sample* sebelum proses produksi.
 - f. Teliti memilih *cup* sebelum proses produksi.
 - g. Menegur *supplier* dan perusahaan produksi *lid* agar *lid* sampai di tujuan dalam kondisi bersih dan berkualitas baik.
5. Nilai RPN mengalami penurunan setelah rekomendasi diterapkan. Hal ini dapat diketahui dari nilai RPN pada tahap *Control* lebih kecil daripada RPN pada tahap *Analyze*, ini menunjukkan keberhasilan dari tindakan perbaikan yang telah dilakukan.

Saran

Perusahaan diharapkan secara terus menerus meningkatkan kinerja proses produksinya mulai dari *Input – Process – Output (IPO)* dengan mengutamakan kualitas sehingga dapat mencapai *zero defect*. Agar mesin tetap bekerja dengan maksimal, perawatan dan perbaikan mesin harus dilakukan lebih intensif dan terus-menerus. Dengan cara itu dapat memaksimalkan kinerja mesin untuk mendapatkan produk yang berkualitas tinggi. Selektif terhadap *supplier* dan memperketat penyeleksian bahan baku. Melakukan pengawasan terhadap bahan baku, yaitu dengan cara pemilihan bahan baku yang sesuai dengan standar yang diinginkan perusahaan.

Referensi

- [1] Gaspersz, V. (2002) *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka
- [2] Gupta, P., (2007) *The Six Sigma Performance Handbook*, Mc Graw-Hill, New York
- [3] Stamatis, D.H., (1995), *Failure Mode and Effect Analysis*, ASQC Quality Press Milwaukee, Wisconsin