

Usulan Penerapan Metodologi DMAIC untuk Meningkatkan Kualitas Berat Produk di Lini Produksi *Filling* (Studi Kasus: PT *Java Egg Specialities*)

Feliks Prasepta S. Surbakti¹, Martinus Tukiran², Agnes Natalia³

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknik

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya – Jakarta

E-mail: ¹feliks.prasepta@atmajaya.ac.id; ²martinus@magnatransforma.com; ³agnezz_1989@yahoo.com

Abstrak

PT. Java Egg Specialities merupakan salah satu perusahaan industri makanan yang memproduksi berbagai macam hasil olahan telur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, seringkali ditemukan terjadi ketidaksesuaian kualitas pada produk akhir. Ketidaksesuaian kualitas ini ditemukan pada lini produksi *filling* yang di dalamnya terdapat kegiatan penimbangan berat. Berat produk yang dihasilkan seringkali tidak mencapai target yang diinginkan atau memiliki variasi yang cukup besar. Masalah tersebut dicari alternatif pemecahannya dengan metode Six Sigma. Pada metode ini penelitian dilakukan melalui 5 tahapan DMAIC yaitu: define, measure, analyze, improve, dan control, di mana di dalamnya terdapat banyak penggunaan metode dan tools kualitas. Tahap define mengidentifikasi hubungan antara elemen-elemen produksi dengan diagram SIPOC, pembuatan flow chart untuk identifikasi proses *filling*, penentuan critical to quality yang diteliti, yaitu berat produk. Tahap measure dilakukan pengukuran dengan peta kendali X-bar S dan diperoleh Cp 1,09 dan Cpk 0,95 untuk kemasan pouch, dan Cp 1,09 serta Cpk 1,08 untuk botol. Nilai-nilai ini mengindikasikan kapabilitas proses baik untuk kemasan botol maupun pouch tidak baik. Seluruh hasil perhitungan dianalisis pada tahap analyze, pembuatan diagram fishbone, dan FMEA. Akar penyebab dari setiap faktor ketidaksesuaian berat adalah pengaruh setting mesin. Pelaksanaan eksperimen menggunakan metode One Way ANOVA untuk mencari alternatif terbaik mengenai berapa banyak putaran spindle pada setting mesin.

Kata kunci: Six Sigma, DMAIC, Berat Produk, Kapabilitas Proses, ANOVA.

Abstract

PT. Java Egg Specialities is one of manufacturing company which produce various kinds of processed egg. According to the research done, the nonconformance final products were found frequently. This nonconformance quality is found in filling line production in which there is weighting activity inside. The main problem is product weights do not meet the target wanted or having much enough variation produced frequently. The problem is sought an alternative solution with Six Sigma method. In this method research is done through 5 DMAIC steps, namely: defined, measure, analyze, improve, and control, which is many method and quality tools used inside. Define phase identifies the relationship between production elements in SIPOC Diagram, makes a flow chart to identify filling process, and determine the critical to quality to be examined which is product weight. Measure phase is done measurement with X-bar S control chart, all out of control values is eliminated and then calculating the capability process. Cp is obtained 1.09 and Cpk 0.95 for pouch packaging, and Cp 1.09 and Cpk 1.08 for bottle which it means all the capabilities were not good. All of the calculation results is analyzed in analyze phase, making the fishbone diagram, and FMEA. The root cause from each factor of weight nonconformance is machine setting. The executing experiment used One Way ANOVA method to find the best alternative about how many cycle of spindle. According to the research results there is no significant influence in many cycle of spindle.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Product Weight, Process Capability, ANOVA.

Pendahuluan

Perkembangan industri pangan di era globalisasi membuat pelanggan menjadi lebih peka terhadap kualitas dari suatu jenis produk yang akan dibelinya. Perusahaan yang bergerak dibidang yang sejenis dalam memproduksi suatu barang akan saling bersaing dalam

menarik, mempertahankan, dan menambah pelanggan. Perusahaan dapat memanfaatkan persaingan tersebut salah satunya dilihat dari segi kualitas produk. PT. *Java Egg Specialities* merupakan bagian dari *Macro Group* yang sangat memperhatikan kualitas produknya dalam menyajikan yang terbaik bagi pelanggan. Fokus penelitian adalah masalah kualitas yang dihadapi

perusahaan terkait dengan produk *mayonnaise*. Pada produksinya terjadi beberapa proses, yaitu *mixing*, homogenisasi, *filling*, *sealing*, dan *packing*. Masalah kualitas yang diteliti berhubungan dengan proses *filling* sehingga diperlukan suatu langkah perbaikan yang dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sehingga akan meminimasi tingkat cacat pada produk.

Masalah yang dihadapi oleh PT. *Java Egg Specialities* adalah banyaknya produk *mayonnaise* yang kualitas proses pengisian seringkali tidak sesuai dengan target yang telah ditentukan. Hal tersebut membuat produk tidak dijual ke konsumen yang kemudian akan dilakukan penyesuaian berat ulang.

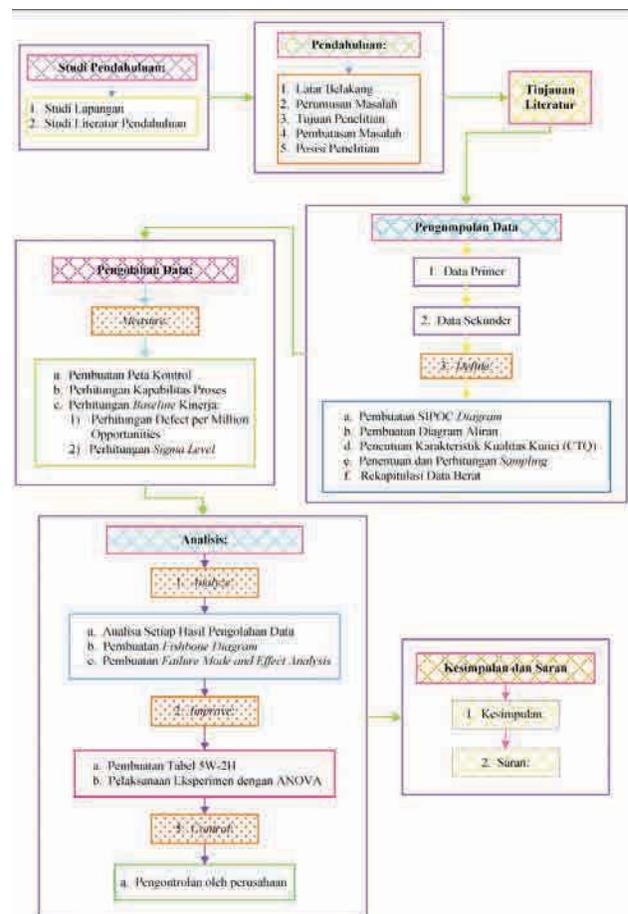
Tujuan dari melakukan penelitian ini yaitu: mengidentifikasi jenis produk (rasa dan kemasan) *mayonnaise* yang akan menjadi *Critical to Quality* penelitian, mengidentifikasi dan menganalisa jenis cacat *mayonnaise* yang menjadi *Critical to Quality* penelitian, melakukan pengukuran-pengukuran sehubungan mengenai proses yang diteliti, menganalisa lini produksi yang berhubungan dengan *Critical to Quality* yang menghasilkan produk tidak sempurna, melakukan eksperimen pada tahap *improve* sesuai dengan ketentuan yang telah direncanakan, memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas dari *mayonnaise* di lini produksi yang berhubungan dengan *Critical to Quality*. Asumsi penelitian adalah data yang diambil adalah berdistribusi seragam.

Beberapa batasan masalah yang dilakukan, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di PT. *Java Egg Specialities*, Cikupa, di lini produksi *filling*.
2. Penelitian dilakukan pada produk *mayonnaise* dalam kemasan botol dan *standing pouch*.
3. Periode penelitian dilakukan selama tiga bulan.
4. Pengukuran penelitian dilakukan pada tingkat proses dan *output*.
5. Data yang diteliti berupa data berat produk.
6. Data-data yang digunakan untuk mengetahui akar penyebab terjadinya cacat dominan diperoleh dari hasil pengamatan langsung, wawancara dan *brainstorming*.
7. Tidak membahas mengenai biaya kualitas, tidak menghitung biaya *under* dan *over filling*.

Metode Penelitian

Metodologi penelitian perlu dilakukan oleh peneliti agar dalam pelaksanaannya dapat lebih terarah dan



Gambar 1. Skema Metode Penelitian.

dapat melakukan penelitian dengan sistematis. Berikut langkah-langkah metode penelitian yang menjadi acuan dalam melakukan penelitian, dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil dan Pembahasan

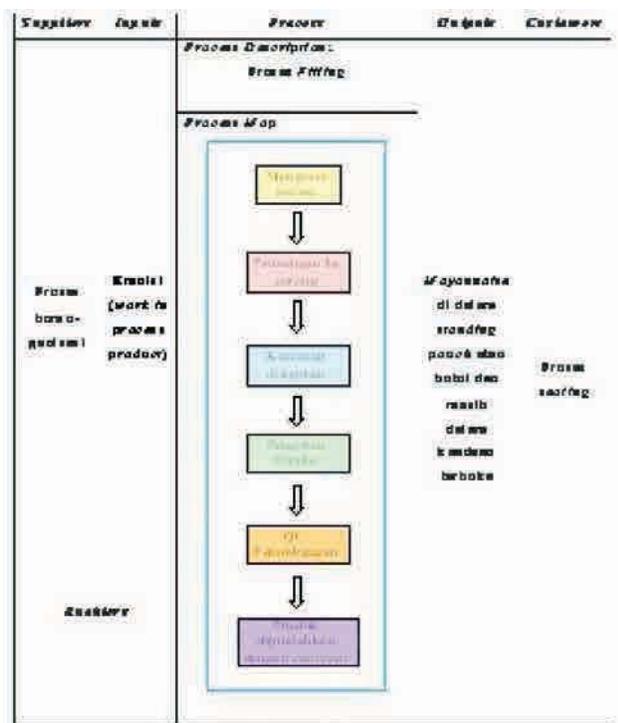
Define:

Diagram SIPOC

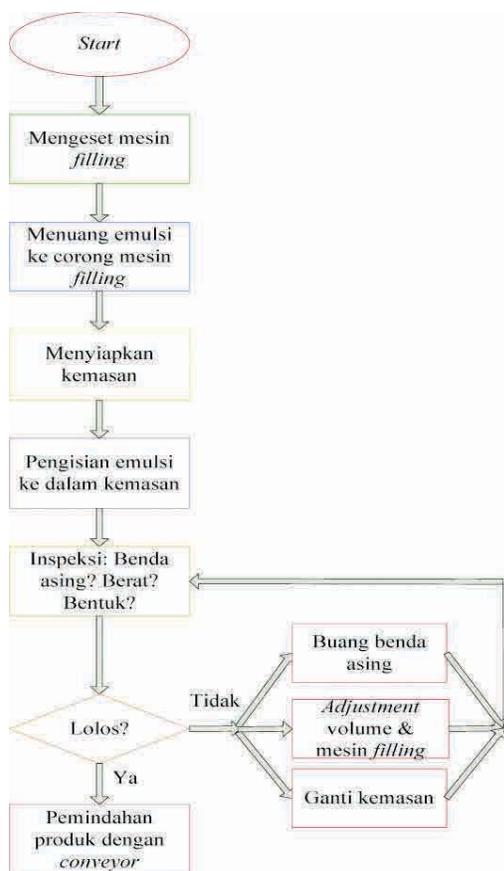
Pada diagram SIPOC hubungan antara elemen produksi *mayonnaise*, yaitu *supplier*, *input*, proses, *output* dan *customer* pada proses *filling* diidentifikasi. Diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 2.

Diagram Aliran

Diagram aliran atau flow chart dibuat berdasarkan pengamatan di rantai produksi pada saat proses pengisian work in process produk ke kemasan. Diagram aliran dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 2. Diagram SIPOC pada Proses *Filling Mayonnaise*.



Gambar 3. *Flow Chart* Proses *Filling* untuk Semua Jenis Produk.

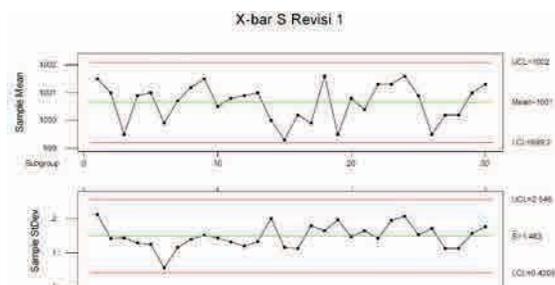
Critical to Quality

Penentuan *critical to quality* (CTQ) ini adalah mengenai berat produk baik untuk kemasan botol maupun *standing pouch*. Penentuan berat produk sebagai CTQ dilakukan berdasarkan pengamatan di perusahaan bahwa banyak produk yang *over* dan *under fi*. Hal ini menyebabkan komplain dari konsumen. Untuk meningkatkan kepuasan konsumen maka penting untuk mengatasi permasalahan ini.

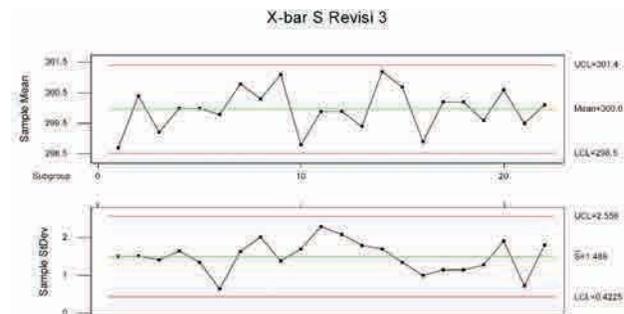
Measure:

Peta Kendali

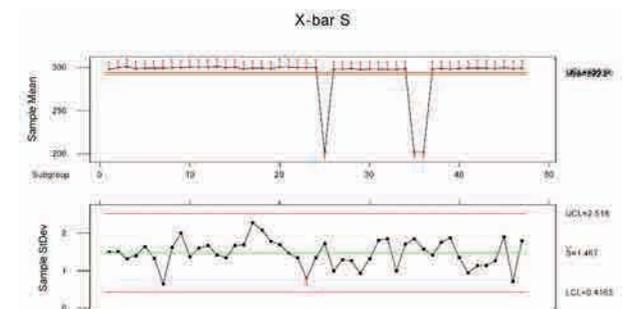
Pada pengukuran berat produk peneliti membuat peta kendali, yaitu menggunakan peta kendali X-bar S. Peta Kendali X-bar dan S untuk kemasan Standing Pouch dan Botol sampai pada revisi terakhir dapat dilihat di Gambar 4, 5, 6, 7 dan 8.



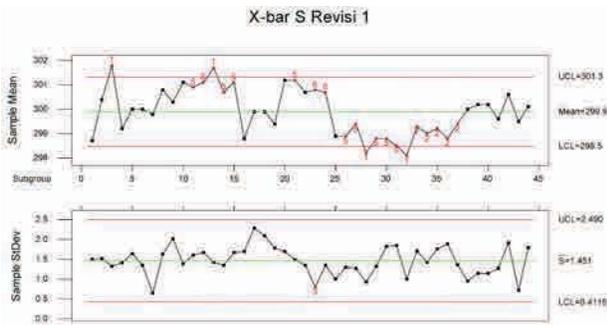
Gambar 4. Peta Kendali X-bar S Revisi 1.



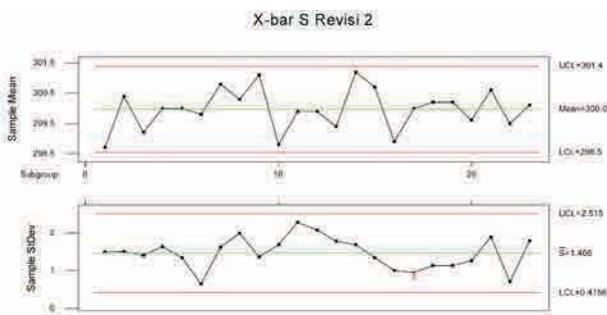
Gambar 5. Peta Kontrol X-bar S Revisi 3.



Gambar 6. Peta Kendali X-bar S.



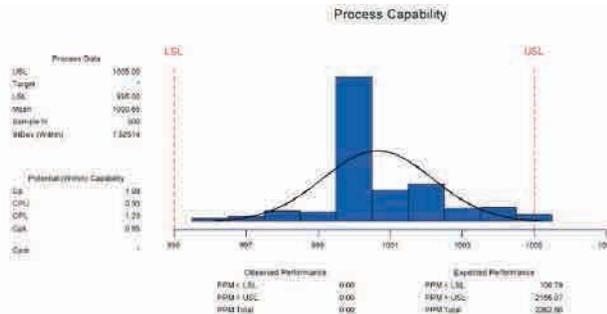
Gambar 7. Peta Kendali X-bar S Revisi 1.



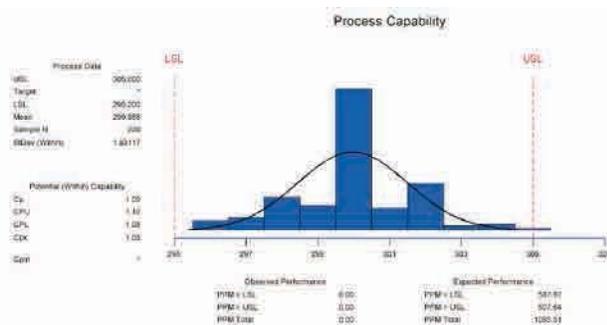
Gambar 8. Peta Kontrol X-bar S Revisi 2.

Kapabilitas Proses Berat Produk

Kapabilitas proses berat produk masing-masing dihitung untuk kemasan *standing pouch* dan botol. Hasil kapabilitas proses berat produk dapat dilihat di Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Hasil *Process Capability Standing Pouch*.



Gambar 10. Hasil *Process Capability Botol*.

Baseline Kinerja

Pengukuran *baseline* kinerja dilakukan dengan menghitung *Defects per Million Opportunities* atau level sigma. Rancangan rata-rata proses pengisian adalah 1000 g dan 300 g, dengan deviasi standar sekitar 1,6 g adalah berdasarkan persyaratan konsumen yang harus dipenuhi oleh produsen. Langkah-langkah perhitungannya yaitu:

1. Proses yang ingin diketahui
Proses yang diteliti di sini adalah proses *filling* (pengisian produk ke dalam kemasan) di mana hasil dari pengisian ini selanjutnya adalah penimbangan berat produk.
2. Tentukan nilai batas spesifikasi atas (*upper specification limit*):
USL *standing pouch* adalah 1005 gram.
USL botol adalah 305 gram.
3. Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (*lower specification limit*):
LSL *standing pouch* adalah 995 gram.
LSL botol adalah 295 gram.
4. Tentukan nilai spesifikasi target:
Target (T) *standing pouch* adalah 1000 gram.
Target (T) botol adalah 300 gram.
5. Tentukan nilai rata-rata (*mean*) proses:
 \bar{X} *standing pouch* adalah 1000,65 gram.
 \bar{X} botol adalah 299,968 gram.
6. Tentukan nilai standar deviasi (*standard deviation*) dari proses:
S *standing pouch* adalah 1,52514 gram.
S botol adalah 1,53117 gram.
7. Hitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO):

a) Pada kemasan *standing pouch* adalah:

$$P\{z \geq (USL - \bar{x})/s\} \times 1.000.000 =$$

$$P\{z \geq (1005 - 1000,65)/1,52514\} \times 1.000.000 =$$

$$P(z \geq 2,85) \times 1.000.000 =$$

$$\{1 - P(z \leq 2,85)\} \times 1.000.000 =$$

$$(1 - 0,997814) \times 1.000.000 = 0,002186 \times 1.000.000 = 2.186$$

b) Pada kemasan botol adalah:

$$P\{z \geq (USL - \bar{x})/s\} \times 1.000.000 =$$

$$P\{z \geq (305 - 299,968) / 1,53117\} \times 1.000.000 =$$

$$P(z \geq 3,28) \times 1.000.000 =$$

$$\{1 - P(z \leq 3,28)\} \times 1.000.000 =$$

$$(1 - 0,999481) \times 1.000.000 = 0,000519 \times 1.000.000 = 519$$

8. Hitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO):
- Pada kemasan *standing pouch* adalah:

$$P[z \leq (LSL - \bar{x})/S] \times 1.000.000 =$$

$$P\{z \leq (995 - 1000,65) / 1,52514\} \times 1.000.000 =$$

$$P(z \leq -3,7) \times 1.000.000 =$$

$$0,000108 \times 1.000.000 = 108$$
 - Pada kemasan botol adalah:

$$P[z \leq (LSL - \bar{x})/S] \times 1.000.000 =$$

$$P\{z \leq (295 - 299,968) / 1,53117\} \times 1.000.000 =$$

$$P(z \leq -3,24) \times 1.000.000 =$$

$$0,000598 \times 1.000.000 = 598$$
9. Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO) yang dihasilkan oleh proses di atas:
- Pada kemasan *standing pouch* adalah:
 $(\text{langkah 7}) + (\text{langkah 8}) =$
 $2.186 + 108 = 2.276$
 - Pada kemasan botol adalah:
 $(\text{langkah 7}) + (\text{langkah 8}) =$
 $519 + 598 = 1.117$
10. Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam level sigma
- Angka DPMO 2.276 berada di antara nilai DPMO 2.256 dan 2.327. Konversi ke dalam level sigma pada *standing pouch* adalah 4,33 – 4,34 sigma.
 - Angka DPMO 1.117 berada di antara nilai DPMO 1.107 dan 1.144. Konversi ke dalam level sigma pada botol adalah 4,55–4,56 sigma.
11. Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran level sigma
- Kemampuan proses kemasan *standing pouch* adalah 4,33 sigma.
 - Kemampuan proses kemasan botol adalah 4,55 sigma.

Analyze

Analisis Pemilihan Peta Kendali

Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali variabel X-bar S karena data yang diolah adalah berat produk (Gaspersz, 2006). Berat produk merupakan jenis data kontinu yang termasuk ke dalam skala rasio. Dipilih peta kontrol X-bar S ini karena data yang diteliti memiliki *sample size* sebesar 10.

Analisis Peta Kendali untuk Berat Produk Kemasan *Standing Pouch*

- Peta Kendali X-bar S Sebelum Revisi
Rata-rata sampel adalah 1001 gram, menggambarkan rata-rata berat produk di setiap sampel yang diambil dengan pengamatan sebanyak 10 kali pengambilan. Rata-rata standar deviasi sebesar 1,508, menggambarkan penyebaran berat produk yang terjadi dibandingkan dengan berat rata-rata. Nilai di luar batas UCL (2,589) dan LCL (0,4279) berarti di luar batas kontrol. Ada titik merah di grafi X-bar, menandakan adanya pola-pola tertentu sehingga proses berada di luar kontrol. Titik merah pertama di sampel ke-25 (pola ke-6). Titik merah kedua, tiga, empat, dan lima terjadi di sampel ke-28, 30, 31, dan 32 (pola ke-5). Titik ke-6 terjadi di sampel ke-35 yang diakibatkan karena ia berada di luar UCL.
- Peta Kendali X-bar S Revisi 1
Pada peta kontrol revisi 1 diketahui semua data telah berada di dalam batas kontrol, baik grafik *mean* maupun standar deviasi. Diperoleh besarnya UCL dan LCL di setiap grafik pada keadaan sudah stabil.

Analisis Peta Kendali untuk Berat Produk Kemasan *Standing Pouch*

- Peta Kendali X-bar S Sebelum Revisi
Nilai-nilai pada grafik X-bar tidak terlihat jelas yang disebabkan adanya data yang bernilai sangat ekstrim. Data ekstrim tersebut sangat memengaruhi rata-rata proses, UCL, LCL grafik dan menyebabkan semua nilai lainnya berada di luar batas kontrol. Penelusuran penyebab data-data yang sangat ekstrim dilakukan dan diketahui penyebabnya adalah adanya *special order* dengan berat demikian.
- Peta Kendali X-bar S Revisi 1
Terlihat bahwa grafik X-bar memiliki 21 titik merah dan grafik S terdapat 1. Pada grafik X-bar terdapat 4 titik yang berada di luar batas CL 3 sigma yaitu data ke-3, 13, 28, dan 32. Titik merah yaitu pola ke-2 terdapat di data ke-33, 34, 35, 36, dan 37. Pola ke-5 terlihat di data ke-11, 12, 15, 21, 26, 29, 30, 31. Pola ke-6 terlihat di data ke-14, 23, 24. Pola ke-8 yaitu di data ke-27. Grafik S pada data ke-23 terdapat pola ke-3.

- c. Peta Kendali X-bar S Revisi 2
Terdapat 1 titik merah yaitu data ke-17 pada grafik S. Disebabkan adanya pola ke-3, yaitu enam buah titik dalam satu baris kesemuanya naik atau turun.
- d. Peta Kendali X-bar S Revisi 3
Seluruh data telah dalam kondisi stabil. Rata-rata sampel adalah 300 gram, menggambarkan rata-rata berat produk di setiap sampel yang diambil dengan pengamatan sebanyak 10 kali pengambilan. Nilai standar deviasi 1,489 menggambarkan pengukuran variabilitas dari proses selama sampel tersebut diambil.

Analisis Pengukuran Kapabilitas Proses

Pengukuran kapabilitas proses menjelaskan bahwa variabilitas yang terjadi dalam proses dikarenakan oleh sistem dari proses itu sendiri (Brue & Howers, 2006). Pengukuran kapabilitas proses dilakukan dengan ketentuan batas spesifikasi berat produk yang telah ditentukan perusahaan, yaitu sebesar ± 5 gram dari target berat produk.

a. Kapabilitas Proses Berat Produk Kemasan *Standing Pouch*

Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov nilai *Approximate P-Value* $> 0,15$ berarti data berdistribusi normal. Kapabilitas ditinjau dari nilai Cp, CPU, CPL, dan Cpk. Nilai Cp 1,09 mengindikasikan potensi dari proses *filling* untuk memenuhi spesifikasi artinya proses menyebar sama seperti atau mendekati penyebaran spesifikasi. Proses dianggap cukup mampu dalam memenuhi spesifikasi berat yang ditentukan.

CPU diperoleh 0,95 berarti performansinya sedikit kurang bagus karena nilai CPU < 1 . CPL 1,23 menunjukkan performansi proses yang terbatas dengan spesifikasi bawah sudah cukup baik karena > 1 . Cpk adalah 0,95, yang mengukur sejauh mana berat produk yang ada berpusat ke target berat yang ditentukan. Nilai ppm di grafik menggambarkan tingkat ketidaksesuaian ditinjau dari CPL dan CPU.

- b. Kapabilitas Proses Berat Produk Kemasan Botol
Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov nilai *Approximate P-Value* $> 0,15$ berarti data berdistribusi normal. Nilai Cp 1,09 mengindikasikan potensi dari proses *filling* untuk memenuhi spesifikasi, artinya proses menyebar sama seperti atau mendekati penyebaran spesifikasi. Proses dianggap cukup mampu dalam memenuhi spesifikasi berat yang ditentukan.

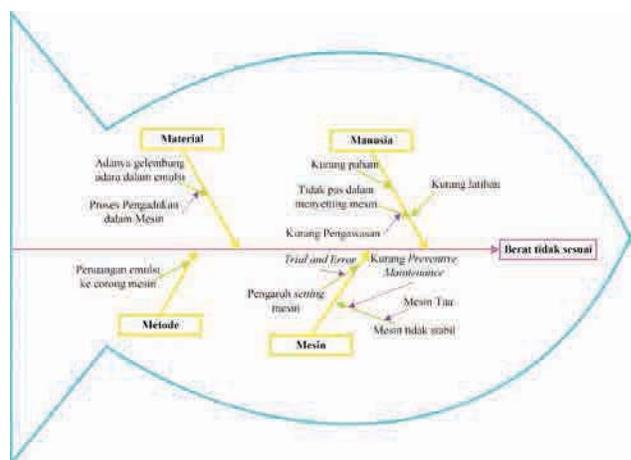
CPU 1.10 berarti performansinya cukup bagus karena CPU > 1 . CPL 1.08 menunjukkan performansi proses yang terbatas dengan spesifikasi bawah sudah cukup baik karena > 1 . Cpk adalah 1.08, ia mengukur sejauh mana berat produk yang ada berpusat ke target berat yang ditentukan. Nilai ppm di grafik menggambarkan tingkat ketidaksesuaian ditinjau dari CPL dan CPU.

Analisis Pengukuran *Baseline* Kinerja

Pengukuran *baseline* kinerja produksi di proses *fi* adalah dengan DPMO atau level sigma [2]. DPMO pada berat produk kemasan *standing pouch* diperoleh 2.276 dan kemasan botol 1.117. Masing-masing nilai dikonversi ke dalam level sigma. Nilai tersebut terletak di dua level, dipilih yang level sigmanya kecil, jadi 4,33 sigma untuk *standing pouch* dan 4,55 sigma untuk botol. Perbandingan antara perhitungan manual DPMO dengan ppm pada kurva *process capability* memperoleh hasil yang tidak jauh berbeda. Level sigma yang dihasilkan perbedaan nilainya $\pm 0,01$.

Pembuatan *Fishbone Diagram*

Diagram *fishbone* pada Gambar 11 dibuat untuk mengidentifikasi akar penyebab dari masalah berat produk. Masalah atau berat tidak sesuai ditempatkan di ujung kanan diagram atau di bagian kepala ikan. Faktor-faktor yang memengaruhi kualitas berat ditempatkan di dalam kotak atau cabang utama dari tulang ikan. Akar penyebab dari setiap faktor lalu ditempatkan di cabang-cabang kecil dari tulang ikan (Santoso, 2007). Akar masalah diperoleh berdasarkan hasil pengamatan



Gambar 11. Diagram *Fishbone* untuk Berat Produk Tidak Sesuai

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan *standing pouch* pada saat penimbangan.

H_1 : Ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan *standing pouch* pada saat penimbangan. Hasil uji ANOVA dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} . Berdasarkan perhitungan diperoleh $F_{hitung} < F_{tabel}$ di mana $2,79 < 3,35$. Kesimpulannya terima H_0 yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan *standing pouch* pada saat penimbangan.

b. Eksperimen Kemasan Botol

Masalah yang dibahas yaitu pengaruh banyaknya putaran dari *spindle* terhadap berat produk pada saat penimbangan. Tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan α 0,05. Perumusan hipotesis:

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan botol pada saat penimbangan.

H_1 : Ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan botol pada saat penimbangan.

Dilakukan analisis-*analisis residual* dan uji *Bartlett's and Levene* untuk menguji pemenuhan asumsi ANOVA dan semua asumsi terpenuhi. Hasil uji ANOVA di atas dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} . Berdasarkan perhitungan diperoleh $F_{hitung} < F_{tabel}$ di mana $0,83 < 3,35$. Kesimpulannya terima H_0 yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan dari banyaknya putaran *spindle* terhadap berat produk dalam kemasan *standing pouch* pada saat penimbangan.

Control

Karena tahap *improve* tidak berhasil, maka harus dicari faktor lain, yang dapat menurunkan variasi berat produk. Hal ini artinya tidak atau belum ada tahap *control*.

Simpulan

Simpulan yang dapat ditarik antara lain sebagai berikut:

1. Jenis produk *mayonnaise* yang akan menjadi *Critical to Quality* penelitian adalah berat *mayonnaise* rasa *original* dalam kemasan *standing pouch* dan botol.
2. Jenis cacat *mayonnaise* yang menjadi CTQ penelitian adalah berat produk. Hal tersebut dipilih berdasarkan beberapa faktor di pabrik.
3. Pengukuran-pengukuran yang dilakukan sehubungan mengenai proses *filling* adalah peta kendali *X-bar S*, kapabilitas proses, dan pengukuran *baseline* kinerja. Ketiga pengukuran tersebut dilakukan untuk setiap jenis kemasan produk.
4. Lini produksi yang berhubungan dengan ketidaksesuaian berat produk adalah lini *filling*. Analisisnya yaitu: analisis hasil pengolahan data, pembuatan *fishbone diagram*, dan analisis dengan FMEA.
5. Analisis dengan metode 5W-2H dan pelaksanaan eksperimen metode ANOVA untuk tahap *improve*, di mana tahap *improve* tidak berhasil, dan belum dilakukan tahap *control*.
6. Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan memilih metode yang akan digunakan yaitu *One Way ANOVA*. Metode ini dipilih karena hanya terdapat satu faktor yang berpengaruh langsung terhadap pengisian dengan mesin *filling*.

Daftar Pustaka

- [1] Brue, G. & Howes, R. (2006). *The McGraw-Hill 36-Hour Course Six Sigma*. USA: McGraw-Hill.
- [2] Gaspersz, V. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Gaspersz, V. (2006). *Total Quality Management (TQM) untuk Praktisi Bisnis dan Industri*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Santoso, S. (2007). *Total Quality Management (TQM) dan Six Sigma*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [5] Trihendradi, C. (2005). *SPSS 13: Step by Step Analisis Data Statistik*. Yogyakarta: Andi Offset.