

Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengantongan Semen di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan Pendekatan Six Sigma

Fitrah Indra Cahyani, Sri Mumpuni Retnaningsih
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: mumpuni@statistika.its.ac.id

Abstrak—Pengendalian kualitas proses pengantongan semen yang dilakukan di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, selama ini dengan cara yang sederhana yaitu menggunakan diagram pareto, dimana informasi yang diperoleh hanya mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi. Berdasarkan hasil proses pengantongan semen pada bulan Desember 2014, jumlah produk yang reject adalah 4,84%, jika dikonversikan ke level sigma menjadi 4,09 sigma. sehingga permasalahan dalam penelitian ini adalah menentukan level sigma untuk bulan selanjutnya. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan analisis menggunakan peta kendali p multivariat, level sigma, diagram pareto dan diagram ishikawa. Data yang digunakan adalah data release packer bag kantong semen PPC 50 kg Tuban 4 bulan Januari dan february 2015, dimana hasilnya peta p multivariat belum terkendali secara statistik, dengan level sigma pada bulan Januari 2015 sebesar 4,10 dan pada bulan Februari 2015 sebesar 4,12 sehingga level sigma mengalami kenaikan sebesar 0,02. Penyebab terjadinya produk cacat adalah kualitas bahan baku yang belum baik, karyawan kurang teliti dan kelelahan, lingkungan berdebu, keadaan mesin yang sudah aus, plat besi dan spot yang sudah tua.

Kata Kunci—Proses Pengantongan Semen, Peta Kendali p Multivariat, DMAIC, Diagram Pareto, Diagram *Ishikawa*

I. PENDAHULUAN

Semen merupakan bahan perekat yang berbentuk bubuk halus jika ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi. Dalam proses pembuatan semen pengantongan semen merupakan tahapan proses akhir yang harus dilalui material sehingga material yang keluar dari pengantongan ini sudah merupakan produk jadi yang siap dipasarkan. Pada unit proses pengantongan semen di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk masih sering dijumpai beberapa kerusakan kantong sak semen. Salah satu metode statistik yang akan digunakan adalah peta kendali [1]. Analisis yang cocok pada penelitian ini dengan menggunakan peta kendali p multivariat, karena dalam proses pengantongan semen memiliki karakteristik kualitas kerusakan kantong semen yang dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu kritis, mayor dan minor, dimana ketiga kerusakan semen tersebut diduga saling berkorelasi sehingga peta kendali yang digunakan yaitu peta kendali p multivariat [2]. *Six sigma* adalah sebuah metode yang mengaplikasikan alat-alat statistik dan teknik mereduksi produk gagal agar tidak lebih dari 3,4 produk gagal dari satu juta produk, atau kondisi tersebut nyaris tanpa cacat. Untuk meningkatkan level sigma metode

yang digunakan yaitu DMAIC yang merupakan singkatan dari *Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control* [3]. Penelitian sebelumnya yang membahas pengendalian kualitas dengan metode pmultivariat dilakukan [4] tentang pengontrolan kualitas produk PT. IGLAS (Persero) Gresik menggunakan peta pmultivariat. Penelitian menggunakan pmultivariat telah dilakukan [5] tentang pengontrolan kualitas pada proses pengemasan semen (*packaging*) PT. Semen Gresik (persero) Tbk, di tuban berbasis metode *six sigma*.

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, selama ini melakukan pengendalian kualitas pada proses pengantongan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan diagram pareto, informasi yang diperoleh hanya mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi. Metode pendekatan six sigma yang digunakan adalah DMAIC, langkah pertama adalah tahap *define* (merumuskan masalah). Selama bulan Desember 2014, jumlah produk yang *reject* adalah 4,84% atau jika dikonversikan ke level sigma menjadi 4,09 sigma, sehingga permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengendalikan kualitas proses pengantongan semen PPC 50 kg di Tuban 4 dengan menggunakan diagram p multivariat, bagaimana menentukan level sigma untuk bulan selanjutnya, serta variabel apa saja yang mempengaruhi kualitas proses pengantongan semen PPC 50 kg pada Tuban 4 tidak stabil, yang nantinya dapat memberikan masukan untuk perbaikan bagi pihak perusahaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengantongan semen apakah sudah terkendali, meningkatkan level sigma, serta mengetahui variabel apa saja yang menyebabkan proses tidak stabil pada proses pengantongan semen PPC 50 kg di Tuban 4.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data hingga memberikan informasi yang berguna [7]. Statistika deskriptif hanya memberikan informasi dan sama sekali tidak menarik inferensi atau kesimpulan apapun tentang gugus induknya yang lebih besar, sedangkan statistika inferensia merupakan statistik yang digunakan untuk menganalisis data sampel terhadap populasi.

B. Pengendalian Kualitas Statistika

Pengendalian kualitas statistika merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kualitas suatu produk hasil proses produksi dengan menggunakan metode-metode statistik, salah satu metode statistik yang akan digunakan adalah peta kendali [1].

C. Peta Kendali Multivariat Atribut

Analisis multivariat adalah analisis statistik pada data pengamatan yang mempunyai lebih dari satu dan antar variabel yang satu dengan yang lain saling berkorelasi [8]. Peta kendali multivariat atribut adalah peta kendali yang digunakan ketika terdapat lebih dari satu karakteristik kualitas dalam suatu pemeriksaan dan jenis pemeriksaannya hanya membedakan saja [9].

D. Peta Kendali p Multivariat

Dalam mengevaluasi tingkat cacat keseluruhan peta kendali p multivariat diberikan $D = (D_0, D_1, \dots, D_i, \dots, D_k)$, dimana D_i merupakan kategori tingkat cacat, D_0 kategori bebas cacat dan D_k adalah kategori tingkat cacat yang paling serius, dengan cacat yang berbeda dapat membawa kerugian bagi proses kualitas, maka dengan vector D, dapat didefinisikan sebagai vektor pembobot dari tingkat cacat yang ditemukan dalam produk. Produk yang diklasifikasikan dalam (k+1) kategori kualitas cacat, dalam hal ini variabel acak multivariat $X = (X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$ memiliki distribusi multinomial dengan parameter n dan vektor probabilitas $p = (p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$, sehingga $0 \leq p_i \leq 1$ dan $\sum_{i=0}^k p_i = 1$. Dimana, X_i merupakan jumlah item dalam sampel yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_i , dan p_i adalah proporsi cacat item yang diklasifikasikan sebagai cacat di kelas i. Peta kendali p multivariat memiliki nilai pembobot sebesar $0 < d_i < 1$, $d_i < d_{i+1}$, $d_0 = 0$ dan $d_k = 1$, dimana nilai pembobotnya ditentukan oleh besarnya tingkat kepentingan jenis cacat [2], sehingga mengasumsikan jenis cacat berdasarkan tingkat cacat keseluruhan dapat dilihat pada persamaan (1).

$$\delta = \sum_{i=0}^k d_i p_i \tag{1}$$

dimana:

- $d_i =$ vektor pembobot ($0 \leq d_i \leq 1$)
- $p_i =$ proporsi cacat pada item kelas cacat ke-i ($0 \leq p_i \leq 1$)
- $\delta =$ tingkat cacat keseluruhan ($0 < \delta < 1$)

Jika dimisalkan $X = (X_0, X_1, \dots, X_i, \dots, X_k)$, diketahui bahwa estimator maximum likelihood dari parameter $p = (p_0, p_1, \dots, p_i, \dots, p_k)$ adalah $\hat{p}_i = \frac{X_i}{n}$, dimana, \hat{p}_i proporsi jenis cacat ke-i,

X_i jumlah cacat ke-i dan ukuran sampel. Sehingga, untuk mengendalikan cacat keseluruhan dari parameter δ , dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$\hat{\delta} = \sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \tag{2}$$

dengan vektor \hat{p} memiliki (k+1) distribusi normal multivariat, sehingga estimasi δ memiliki distribusi normal, maka dapat

diperoleh selang kepercayaan $(1-\alpha)$ untuk statistik sampel cacat keseluruhan sebagai berikut [10].

$$\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \pm \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \hat{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \hat{p}_i \right)^2 \right]} \tag{3}$$

dimana $\chi_{k,\alpha}^2$ adalah batas atas dari distribusi *Chisquare* (χ^2) dengan derajat bebas k. Pada peta kendali p multivariat vektor $p_0 = (p_{00}, p_{10}, \dots, p_{j0}, \dots, p_{k0})$ tidak diketahui dan perlu diestimasi menggunakan m sampel awal dari ukuran n dari proses terkendali. Misalkan $X_t = (X_{t0}, X_{t1}, \dots, X_{ti}, \dots, X_{tk})$, $t = 1, 2, \dots, m$, menjadi m sampel awal dari ukuran n yang diambil pada proses X multinomial dengan parameter (n,p), sehingga X_{it} adalah jumlah item dalam sample ke-t yang diklasifikasikan dalam kategori cacat D_i . Penaksir parameter tak bias dari p_i sebagai berikut.

$$\bar{p}_i = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \hat{p}_{it}, i = 0, 1, 2, \dots, k \tag{4}$$

dimana $\hat{p}_{it} = \frac{X_{it}}{n}$ dengan $i = 0, 1, \dots, k$; $t = 1, 2, \dots, m$, sehingga nilai batas kendali peta kendali p multivariat sebagai berikut.

$$BKA = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i + \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \tag{5}$$

$$\text{Garis Tengah} = \sum_{i=1}^k d_i \bar{p}_i \tag{6}$$

$$BKB = \sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i - \sqrt{\chi_{k,\alpha}^2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\left(\sum_{i=0}^k d_i^2 \bar{p}_i \right) - \left(\sum_{i=0}^k d_i \bar{p}_i \right)^2 \right]} \tag{7}$$

E. Identifikasi Variabel Penyebab Terjadinya Proses Tidak Terkendali

Identifikasi penyebab terjadinya proses tidak terkendali, prosedur statistik yang benar berdasarkan statistik sampel adalah sebagai berikut.

$$Z_t = n_0 n_i \sum_{i=0}^k \frac{(\hat{p}_{it} - \hat{p}_{i0})^2}{X_{it} - X_{i0}} \tag{8}$$

dimana, Z_t indikator kontribusi relatif dari variabel ke-t, n_0 dan n_i ukuran sample periode ke-0 dan ke-t, \hat{p}_{it} dan \hat{p}_{i0} proporsi variabel ke-i periode ke-t dan ke-0, X_{it} dan X_{i0} jumlah cacat ke-i periode ke-t dan ke-0. Untuk perbaikan proses difokuskan pada variabel yang memiliki nilai Z_t lebih besar dari $\chi_{(k-1),\alpha}^2$ [11].

F. Membandingkan Proporsi Dua Populasi

Untuk mengetahui apakah dua populasi memiliki perbedaan proporsi, maka digunakan hipotesis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} H_0 &: P_1 = P_2 \\ H_0 &: P_1 \neq P_2 \end{aligned}$$

statistik uji:

$$Z_{hit} = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \tag{9}$$

daerah kritis : H_0 di tolak jika $Z_{hit} < \frac{Z_{\alpha}}{2}$ [1].

G. *Kapabilitas Proses*

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk/jasa yang sesuai spesifikasi yang diharapkan. Dalam kemampuan proses dapat dilihat dari nilai presisi dan akurasi [12]. Presisi dikatakan tinggi jika nilai $\hat{P}_p \geq 1$ dapat dihitung dengan persamaan berikut.

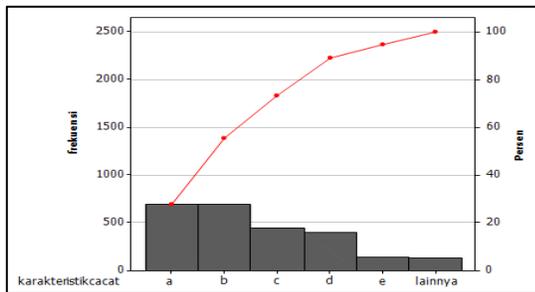
$$\hat{P}_p = \frac{Z(\hat{p}/2)}{3} = \frac{Z(\bar{p}/2)}{3} \tag{10}$$

sedangkan akurasi dikatakan tinggi jika $\hat{P}_{PK} \geq 1$ didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\hat{P}_{PK} = \frac{Z(\hat{p}')} {3} = \frac{Z(\bar{p}') } {3} \tag{11}$$

H. *Diagram Pareto*

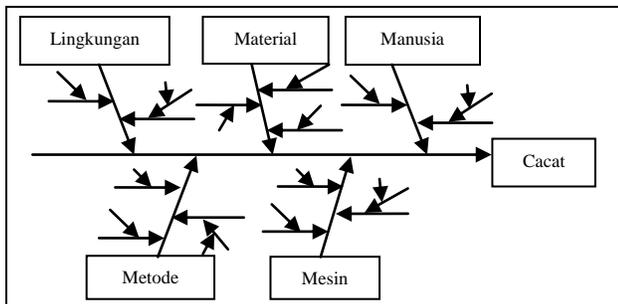
Diagram pareto berbentuk histogram frekuensi yang menjelaskan cacat berdasarkan penyebab ketidaksesuaian dan diurutkan mulai dari frekuensi paling besar sampai paling kecil [1].



Gambar 1. Contoh Diagram Pareto

I. *Diagram Ishikawa*

Diagram *ishikawa* merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor yang menjadi penyebabnya. Secara visual diagram *ishikawa* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Diagram Ishikawa

J. *Six Sigma*

Six sigma adalah sebuah proses yang mengaplikasikan alat-alat statistik dan teknik mereduksi produk gagal sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 produk gagal dari satu juta produk [3]. Metode pendekatan *six sigma* yang paling umum digunakan adalah DMAIC. Siklus DMAIC ini merupakan proses peningkatan terus menerus menuju target *six sigma*. Untuk mengetahui perbaikan proses selama proses berlangsung dan menentukan level sigma, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [13].

$$DPU \text{ (Defect per Unit)} = \frac{\text{Jumlah cacat yang diinspeksi}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi}} \tag{12}$$

$$DPMO = \frac{DPU \times 1.000.000}{\text{Jumlah kesempatan untuk cacat dalam satu unit}} \tag{13}$$

$$\text{Level Sigma} = z \left(\frac{1.000.000 \times DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \tag{14}$$

K. *Proses Pengantongan Semen*

Pada proses pengantongan bag/sak semen dilakukan setelah semen yang berada di Silo dimasukkan ke *bucket elevator* sebelum masuk ke *air slide*. Selanjutnya masuk pada *bin central* untuk dilakukan pengadukan agar bercampur dengan merata. Setelah itu, masuk dalam *packing machine* atau *roto packer* pada proses ini, sebuah mesin yang digunakan untuk pengantong semen secara otomatis. Semen yang sudah dikemas, kemudian disortir dan dicari penyebab cacat. Semen yang cacat akan di arahkan ke mesin *cutter* sehingga semen jatuh di *air slide* dan kembali ke *bucket elevator*. Selanjutnya semen yang sudah terisi dilanjutkan dengan alat transportasi berbentuk sabuk dan digerakkan oleh motor yaitu *belt conveyor*. Setelah semen per sak jatuh di truk, para sopir memeriksa semen pesannya. Apabila ada yang cacat atau sobek, semen akan dikembalikan dan diganti yang baru.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *release packer bag* PT Semen Indonesiayaitu data jenis cacat dalam proses pengantongan semen. Data diambil pada bulan Januari danfebruari 2015, dimana subgrup yang digunakan adalah hari. Langkah-langkah dalam menganalisis data dengan pendekatan *six sigma* adalah sebagai berikut.

1. Tahap *define*, sebagai tahap awal penelitian yaitu mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan.
2. Tahap *measure*, yaitu menentukan dan mengukur variabel, dimana variabel-variabel yang digunakan dalam metode DMAIC disebut dengan CTQ (*Critical To Quality*), Ada 10 variabel kualitas cacat pada pengantongan semen yang diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu:
 - a. Kelas kritis terdiri atas Lem, kertas dan valver.
 - b. Kelas mayor terdiri atas PM (*Packer Machine*), BR (*Belt Rotary*) dan Belt-to.
 - c. Kelas minor terdiri atas BC-4 (*Bin Central 4*), BC-5 (*Bin Central 5*), kertas dan truk.
3. Tahap *analyze*, yaitu merupakan tahap untuk mencapai tujuan, langkahnya sebagai berikut.
 - a. Mengidentifikasi proses pengantongan semen dengan menggunakan peta kendali *p* multivariat. Apabila proses tidak terkendali maka dicari penyebabnya, jika diketahui penyebab maka dilakukan perbaikan, tetapi jika peta kendali *p* multivariat sudah terkendali pada tahap 1 maka dilakukan pengambilan data untuk tahap 2.
 - b. Melakukan pengendalian kualitas data tahap 2 dengan langkah hampir sama dengan analisis pada data tahap 1 langkah ke-a.
 - c. Menentukan level nilai sigma.

- d. Membuat diagram pareto, untuk mengetahui jenis kerusakan yang paling banyak terjadi dalam proses pengantongan semen.
- e. Membuat diagram *ishikawa*, untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kerusakan kantong sak semen.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, dimana tahap 1 untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali dan tahap 2 untuk memonitoring produksi selanjutnya.

A. Analisis Statistika pada Tahap 1

Analisis data tahap 1 proses pengantongan semen digunakan untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali, dimana data yang digunakan adalah hasil pengantongan semen pada tanggal 1 s/d 31 Januari 2015. Berikut hasil analisis statistik pada tahap 1 semen PPC 50 Kg.

B. Deskripsi Data

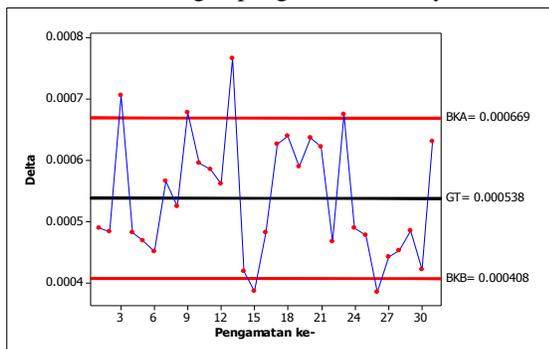
Hasil pengamatan data jenis cacat yang terjadi pada proses pengantongan semen Tuban 4 dimana jumlah sampel yang digunakan sebanyak 2.806.210 kantong. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa jumlah cacat yang paling banyak berasal dari kelas cacat kritis yaitu cacat lem sebanyak 1.805 kantong dan jumlah cacat yang paling sedikit atau jarang terjadi berasal dari kelas cacat minor dengan cacat truk sebanyak 0 kantong.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Tahap 1

Kelas Cacat	Jenis Cacat	Jumlah Cacat
Kritis	Lem	1.805
	Valver	500
	Kertas	4
Mayor	PM	725
	Belt To	429
	BR	3
Minor	BC-4	12
	BC-5	18
	Truck	0
	Kertas	759

C. Peta Kendali p Multivariat Tahap 1

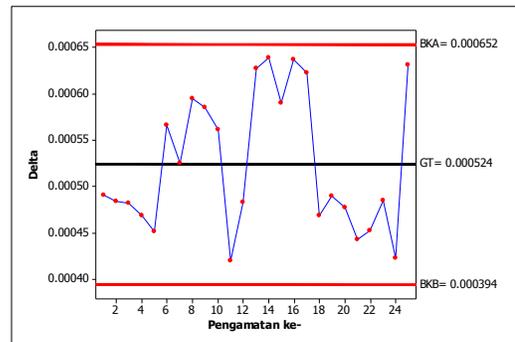
Dalam peta *p* multivariat pada tahap 1, menggunakan data jenis cacat proses pengantongan semen PPC 50 Kg pada bulan Januari 2015 dengan pengamatan sebanyak 31 subgrup.



Gambar 3. Peta Kendali p Multivariat Tahap 1

Gambar 3 terdapat 6 titik pengamatan yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik pengamatan ke- 3, 9, 13, 15, 23, dan 26, maka peta belum terkendali dikarenakan *reducer* sebagai

penggerak belt conveyor macet dan beban terlalu berat karena permintaan konsumen yang terlalu banyak sehingga mengakibatkan *cubical/stop* kontak mati, metode pembuatan kantong semen salah, mesin yang sudah aus sehingga mengakibatkan banyak semen yang pecah, dan pekerja yang kurang fokus dalam proses pengantongan semen. Sehingga perlu dilakukan pengendalian ulang tanpa menggunkan 6 titik pengamatan yang berda diluar batas kendali. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada hasil peta kendali *p* multivariat tahap 1 data cacat pada proses pengantongan semen sudah terkendali secara statistik, dengan batas kendali atas 0,000652, garis tengah adalah 0,000524 dan batas kendali bawah adalah 0,000394, untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Peta Kendali p Multivariat Tahap 1

D. Analisis Statistika pada Tahap 2

Analisis Statistika tahap 1 didapatkan hasil analisis peta kendali sudah terkendali secara statistik. Untuk mengetahui kestabilan proses pengantongan semen atau ada pergeseran proses maka dilakukan analisis statistika pada tahap 2 dengan menggunkan data tanggal 1 s/d 28 Februari 2015.

E. Deskripsi Data

Hasil deskripsi data cacat pada tahap 2 semen PPC 50 Kg bulan Februari 2015, dengan jumlah sampel sebanyak 2.806.210 kantong. Tabel 2 dapat diketahui bahwa tahap 2 jumlah cacat yang paling banyak sama seperti tahap 1, yaitu dari kelas cacat kritis yaitu cacat lem sebanyak 1.440 kantong dan jumlah cacat yang paling sedikit atau jarang terjadi berasal dari kelas cacat minor dengan cacat truk sebanyak 0 kantong.

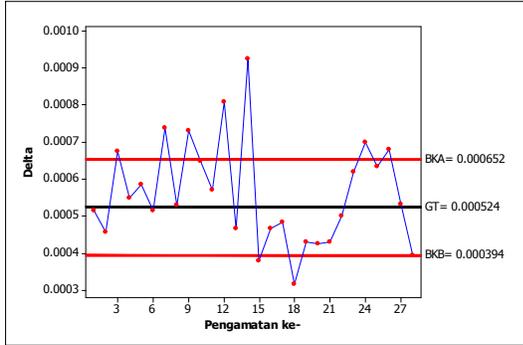
Tabel 2. Statistika Deskriptif Tahap 1

Kelas Cacat	Jenis Cacat	Jumlah Cacat
Kritis	Lem	1.440
	Valver	452
	Kertas	0
Mayor	PM	684
	Belt To	381
	BR	3
Minor	BC-4	16
	BC-5	26
	Truck	0
	Kertas	621

F. Peta Kendali p Multivariat Tahap 2

Tahap 2 dilakukan monitoring kembali untuk pengamatan selanjutnyadengan menggunakan nilai batas kendali yang diperoleh dari tahap 1. Peta kendali *p* multivariat tahap 2 diperoleh pengamatan sebanyak 28 subgrup.

Gambar 5 dapat dilihat bahwa data tahap 2 belum terkendali, dikarenakan terdapat pengamatan yang beradadi luar batas kendali yaitu pengamatan ke-3, 7, 9, 12, 14, 15,18, 24 dan 26. Batas kendali atas yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 adalah 0,0,000652, garis tengah adalah 0,000524 dan batas kendali bawah adalah 0,000394. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengantongan semen tahap 2 belum terkendali secara statistik



Gambar 5. Peta Kendali p Multivariat Tahap 2

G. Analisis Pergeseran Proses

Uji proporsi digunakan untuk melihat pergeseran proses berdasarkan 2 tahap, yaitu bulan Januari 2015 untuk tahap 1 dan bulan Februari 2015 untuk tahap 2, dengan menggunakan tingkat signifikan sebesar 0,05 diperoleh nilai $Z_{\alpha/2} = Z_{0,025}$ sebesar 1,96, dapat diketahui bahwa keputusan untuk tahap 1 dan tahap 2 adalah H_0 gagal ditolak dikarenakan $|Z_0| < Z_{0,025}$ yaitu $0,5876 < 1,96$. Jadi, dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tahap 1 dan tahap 2 terhadap hasil proses pengantongan semen.

H. Penentuan Level Sigma

Hasil kapabilitas proses dapat dilihat level sigma proses pengantongan semen dengan pendekatan pengendalian proses Six Sigma dari Motorola. Berikut Tabel 3 hasil perhitungan.

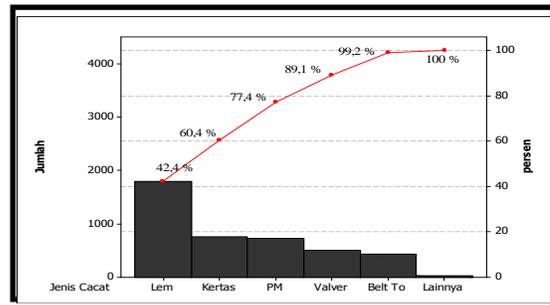
Tabel 3.
Nilai DPO, DPMO dan Level Sigma

Tuban 4	Kelas Cacat	Nilai		
		DPO	DPMO	Level Sigma
Januari	Kritis	0,00850	8.502	3,89
	Mayor	0,00426	4.260	4,13
	Minor	0,00218	2.179	4,35
	Total	0,00470	4.700	4,10
Februari	Kritis	0,00763	7.636	3,93
	Mayor	0,00431	4.260	4,13
	Minor	0,00201	2.007	4,38
	Total	0,00438	4.386	4,12

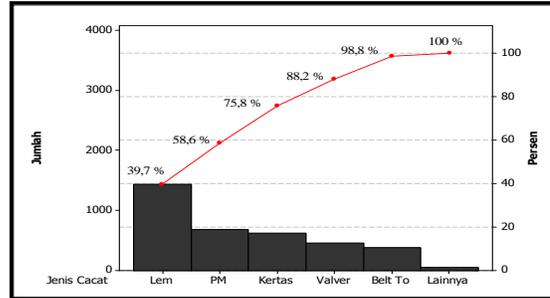
Perbandingan hasil proses di Tuban 4 antara bulan Januari dan bulan Februari secara keseluruhan, bulan Februari mengalami peningkatan level sigma, yang tadinya pada bulan januari diperoleh level sigma 4,10 dan bulan februari diperoleh level sigma 4,12.

I. Analisis Jenis Cacat Dominan

Untuk mengetahui jenis cacat dominan pada proses pengantongan semen PPC 50 Kg di Tuban 4 menggunakan diagram pareto.



Gambar 6a. Diagram Pareto tahap 1



Gambar 6b. Diagram Pareto tahap 2

Berdasarkan Gambar 6a dan Gambar 6b masing-masing tahap diketahui nilai persentase kumulatif cacat tahap 1 sebesar 89,1% cacat yang terjadi didominasi oleh jenis cacat lem, kertas, PM dan Valver, untuk nilai presentase kumulatif cacat tahap 2 sebesar 88,2% cacat yang terjadi didominasi oleh jenis cacat lem, PM, kertas dan Valver.

J. Faktor Penyebab Cacat

Diagram ishikawa digunakan untuk melihat faktor penyebab cacat yang terjadi pada saat proses berjalan berdasarkan faktor manusia, material, mesin, metode dan lingkungan. Hasil diagram ishikawa dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Diagram Ishikawa penyebab cacat proses pengantongan semen

Menunjukkan bahwa dengan menggunakan diagram ishikawa dapat melihat penyebab terjadinya cacat pada proses pengantongan. Pada mesin, karena sebagian besar semua dijalankan oleh mesin, akibatnya dengan keadaan mesin yang sudah aus, plat besi yang sudah tua dan valuer yang terlalu kecil sehingga semen tidak dapat masuk menyebabkan cacat lebih banyak. Dari segi metode, disebabkan bak truck yang mana belum dibersihkan dengan seksama sehingga ada kerikil/benda yang membuat sak pecah. Lem yang belum kering dan pembuatannya yang salah membuat sak semen tidak merekat dengan baik serta membentuk lubang sak terlalu

kecil.segi lingkungan sangat berdebu dan tempat produksi yang kurang penerangan menyebabkan para karyawan kurang nyaman dan suara yang bising mengakibatkan kinerja karyawan yang kurang fokus sehingga hasilnya banyak pecah. Segi material yang disebabkan oleh mutu kertas (kraft) jelek/murah dan bahan pembuatan lem jelek sehingga hasilnya pun kurang memuaskan. Dalam Segi karyawan mengakibatkan cacat produk yang disebabkan karena kelelahan, kurang fokus dan lengah dalam pengamatan alur proses pengantongan semen. Oleh karena itu, akibat dari penyebab-penyebab tersebut adalah terjadinya cacat paling penting yang menjadi faktor prioritas untuk diperbaiki.

V. KESIMPULANDAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hasil evaluasi proses pengantongan semen PPC 50 Kg Semen Indonesia di Tuban 4 dengan menggunakan peta kendali peta p multivariat masih belum terkendali secara statistik. Hasil perhitungan level sigma tahap 1 bulan Januari 2015 dan tahap 2 bulan Februari 2015 mengalami kenaikan sebesar 0,02, dimana bulan januari diperoleh level sigma 4,10 yang berarti DPMO 4.700, sedangkan pada bulan february 2015 diperoleh level sigma 4,12 yang berarti DPMO sebesar 4.386. Variabel penyebab proses pengantongan semen yaitu jenis cacat lem dikarenakan lem kurang kering, bahan pembuat lem jelek dan tidak rata. Jenis cacat kertas disebabkan mutu kertas (kraft) jelek dan bak truk kotor, untuk jenis cacat PM dikarenakan sudah aus, plat besi dan spot yang sudah tua, serta kurang fokusnya karyawan, sedangkan untuk jenis cacat valver dikarenakan lubang kertas terlalu kecil.

Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan yaitu melakukan perbaikan untuk jenis cacat yang mendominasi yaitu lem, kertas, PM dan valver pada proses pengantongan semen. Selain itu, pihak perusahaan juga perlu melakukan pengendalian kualitas secara statistik pada proses pengantongan semen untuk mengurangi jumlah produk cacat dan proses dalam keadaan terkendali. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya melakukan penyelesaian masalah dengan menggunakan metode yang sesuai untuk jenis cacat yang sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Montgomery, Douglas C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control Seventh Edition*. John Wiley & Sons, Inc : New York.
- [2] Cozzucoli, P. C. 2009. *Process Monitoring with Multivariate P Control Chart*. *Journal of Quality Statistic and Reli.*
- [3] Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [4] Mayananda Karina. 2012. *Pengontrolan Kualitas Produk PT. IGLAS (Persero) Gresik Menggunakan Diagram P Multivariat*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS : Surabaya.
- [5] Suhartono, E.O. 2012. *Pengontrolan Kualitas Pada Proses Pengemasan Semen (Packaging) PT. Semen Gresik (Persero) Tbk, di Tuban Berbasis Metode Six Sigma*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Statistika ITS : Surabaya.
- [6] Wahyudi dan Khunaizah Siti, 2000. *Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Pengantongan Semen Di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk*. Kerja Praktek Jurusan Statistika ITS : Surabaya.
- [7] Walpole, Ronald E. 2012. *Probability & Statistics for Engineers & Scientists Ninth Edition*. Prentice Hall : New York.

- [8] Johnson, A.R. and Wichern, D.W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis Sixth Edition*. New Jersey. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- [9] Mukhopadhyay, A.R. 2008. *Multivariate Attribute Control Chart Using Mahalanobis D² Statistic*. *Journal of Applied Statistics*, Vol.35, No.4, 421-429.
- [10] R.Z.Gold. 1963. Tests auxiliary to tests in a Markov chain. *The Annals of Mathematical Statistics*, vol.34 no 1 pp 56-74.
- [11] H.Taleb. 2009. *Control Chart Applications For Multivariate Attribute Processes*. *Computers and Industrial Engineering*, Vol.56 No.1, pp. 399-410.
- [12] Bothe, D.R., 1997. *Measuring Process Capability*. McGraw-Hill : New York.
- [13] Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.