

Analisis Six Sigma pada Produk *Casing* Pompa Tipe X di PT. Zenith Allmart Precisindo sebagai Metode Perbaikan Kualitas Produk

Nanda Praba Pramudita dan Haryono
Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: haryono@statistika.its.ac.id

Abstrak—Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur baja adalah PT. Zenith Allmart Precisindo (ZAP). Namun pada proses produksi casing pompa Tipe X terjadi reject yang melebihi batasan perusahaan. Reject pada bulan Februari mencapai 3,2% (level sigma 3,35). Padahal batasan reject hanya 2% (level Sigma 3,55). Selain itu sistem pengukuran visual masih belum diketahui kapabilitasnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapabilitas proses produksi serta level sigmanya dan kapabilitas sistem pengukuran menggunakan metode six sigma yang didalamnya terdapat metode kappa statistik. Setelah dilakukan analisis terhadap data inspeksi visual terhadap produk pada Maret dan April 2015 diperoleh hasil bahwa sistem pengukuran inspeksi visual di PT. ZAP sudah kapabel untuk masing-masing hasil within appraiser dan between appraiser. Hal ini menandakan bahwa sistem pengukuran visual tidak memerlukan perbaikan. Level Sigma dari proses produksi pompa casing tipe x secara keseluruhan di PT ZAP adalah 3,65 yang artinya terdapat 15647 produk cacat dari 1 juta produksi casing pompa tipe x. Jenis defect bocor menjadi jenis defect yang paling sering dijumpai di dalam area produksi Dipping. Area produksi tersebut memiliki level sigma terkecil yaitu hanya 3.25. Hal-hal yang paling berpengaruh terhadap jenis defect bocor adalah cetakan keramik kurang tebal dan bahan campuran yang kurang sesuai dengan spesifikasi.

Kata Kunci—casing pompa tipe x, Six Sigma, PT ZAP, kapabilitas sistem pengukuran, reject, kapabilitas proses produksi, inspeksi visual

I. PENDAHULUAN

Baja pada dasarnya ialah besi (*Fe*) dengan tambahan unsur karbon (*C*) maksimal sampai dengan kadar 1,67%. Apabila kadar unsur karbon (*C*) lebih dari 1,67% maka material tersebut biasanya disebut sebagai besi cor (*Cast Iron*). Makin tinggi kadar karbon dalam baja akan mengakibatkan kuat leleh dan kuat tarik baja akan naik sedangkan keliatan (elongasi) baja berkurang sehingga akan mengakibatkan semakin sukar dilas. Penambahan unsur-unsur ini dikombinasikan dengan proses heat treatment akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi, tetapi keuletan dan

keliatan, dan kemampuan khusus lainnya tetap baik. Unsur-unsur tersebut antara lain: *Mangan (Mn)*, *Chromium (Cr)*, *Molybdenum (Mo)*, *Nikel (Ni)* dan tembaga (*Cu*). Tetapi proporsional pertambahannya tidak sebesar karbon. Pertambahan kekuatannya semata-mata karena unsur tersebut memperbaiki struktur mikro baja [1].

Data dari *Bureau of Resources and Energy Economics, World Steel* menunjukkan kebutuhan baja dunia surplus 21 juta ton dari total produksi sebesar 1,6 miliar ton pada 2013. Sementara itu, China sebagai produsen baja terbesar di dunia dengan total produksi 775 harus menelan pil pahit dengan surplus produksi sebesar 46 juta ton pada tahun yang sama. Berdasarkan data Indonesia Iron and Steel Asosiasi (IISIA) menunjukkan produksi baja nasional 6 juta ton pada 2014 dari total kapasitas 9 juta ton per tahun. Sementara kebutuhan nasional mencapai 13 juta ton per tahun, sehingga sisanya sebesar 55% kebutuhan baja nasional dipenuhi oleh produk impor. Hal ini mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2013 Indonesia mengimpor 8,19 juta ton baja atau sama dengan 65% dari total kebutuhan baja di Indonesia sebesar 12,69 juta ton [2].

Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur baja adalah PT. Zenith Allmart Precisindo (ZAP) yang beralamat di Krian, Sidoarjo, Jawa Timur. PT. ZAP memproduksi berbagai *sparepart* mesin kendaraan, pompa air, kaliber, dan sebagainya. Meskipun sebagaimana besar produk yang dihasilkan PT. ZAP diekspor ke luar negeri, ternyata proses produksinya masih banyak menggunakan tenaga kerja manusia daripada mesin produksi otomatis. Mereka (operator, *quality controller (QC)*, inspektor) bekerja dalam 2 tim berbeda, dan dalam 1 hari terdiri dari 2 *shift* dengan masing-masing 10 jam kerja.

Namun pada proses produksi casing pompa Tipe X terjadi reject yang melebihi batasan perusahaan. Reject pada bulan Februari mencapai 3,2% (level sigma 3,35). Padahal batasan reject hanya 2% (level Sigma 3,55). Di sisi lain sistem pengukuran visual masih belum diketahui kapabilitasnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapabilitas proses produksi serta level sigmanya dan kapabilitas sistem pengukuran menggunakan metode six sigma yang didalamnya terdapat metode kappa statistik. Pada kasus yang terjadi di PT. ZAP, dilakukan pengamatan banyaknya produk *reject* yang

terjadi pada bulan Maret dan April 2015. Dengan menggunakan analisis serupa untuk data atribut, digunakan metode *Six Sigma* untuk memberikan saran perbaikan proses kepada perusahaan, sehingga diharapkan jumlah produk *reject* akan berkurang dan level sigma meningkat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Six Sigma

Six sigma adalah level kinerja proses yang mampu memproduksi 3,4 produk cacat dalam 1 juta produk. Metode yang umumnya digunakan yaitu *define, measure, analyze, improve, & control* (DMAIC) [4].

1. Fase Define

Di fase *define*, didefinisikan permasalahan, konsumen & CTQ, pemetaan proses, lingkup penelitian, & membuat *project charter*. CTQ didapatkan dari *voice of customer* (VOC) pada *supplier, input, process, output, and customer* (SIPOC) [5].

2. Fase Measure

Pada fase *measure* dilakukan *measurement system analysis* (MSA), mengumpulkan data, membuat *capability analysis*, & analisis sigma proses. Pada MSA diukur *repeatability* (variasi karena *gauge/alat* ukur) dan *reproducibility* (variasi karena karyawan yang berbeda) [6].

Jika dari penilaian *QC/appraiser* dihasilkan data atribut, digunakan *attribute agreement analysis* [7]. Beberapa QC menginspeksi kondisi (*reject* atau *good*) beberapa bagian dari suatu produk. Inspeksi dilakukan berulang-ulang pada produk yang sama. Hasil dari inspeksi masing-masing saling bandingkan (*reproducibility*), dan dibandingkan dengan penilaiannya sendiri dalam beberapa kali pengulangannya (*repeatability*) [5]. *Reproducibility* adalah untuk mengukur variasi yang diakibatkan oleh operator yang berbeda menggunakan alat ukur yang sama. Sedangkan *repeatability* mengukur variasi yang diakibatkan oleh operator mengulangi pengukuran.

Kappa (κ) adalah ukuran untuk kesepakatan/pengelompokan penilaian dengan harapannya [8].

$$\hat{\kappa}_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}(m - x_{ij})}{nm(m-1)\bar{p}_j\bar{q}_j} \quad (1)$$

dengan
$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = m \quad (2)$$

dimana:

x_{ij} : banyaknya penilaian di titik pengamatan ke- i ($i=1,2,\dots,n$) yang dikelompokkan ke dalam kategori ke- j ($j=1,2,\dots,k$)

m : banyaknya penilaian tiap titik pengamatan

n : banyaknya titik pengamatan

\bar{p}_j : proporsi banyaknya penilaian secara keseluruhan yang dikelompokkan ke dalam kategori j ($\bar{p}_j = 1 - \bar{q}_j$)

Jika $\kappa < 0,7$, sistem penilaian perlu perbaikan dan jika $\kappa > 0,9$, sistem penilaian baik [8]. Hipotesis yang digunakan yaitu

H_0 : pengelompokan penilaian tidak sesuai ($\kappa_j = 0$)

H_1 : pengelompokan penilaian sesuai ($\kappa_j > 0$) dengan statistik uji:

$$Z = \frac{\hat{\kappa}_j}{se_0(\hat{\kappa}_j)} = \frac{\hat{\kappa}_j}{\sqrt{\frac{2}{nm(m-1)}}} \quad (3)$$

Tolak H_0 jika $Z > Z_{\alpha}$.

3. Fase Analyze

Pada fase ini dilakukan perhitungan kapabilitas proses serta level sigma kemudian menggunakan peta p, diagram pareto serta diagram ishikawa untuk mengetahui penyebab cacat.

Ukuran kapabilitas data atribut yaitu sebagai berikut,

$$Equivalent P_{PK}^{\%} = \frac{Equivalent Z_{MIN,LT}}{3} = \frac{Z(\bar{p})}{3} \quad (4)$$

$$ppm_{TOTAL,LT} = p \times 10^6 \quad (5)$$

dimana p ialah proporsi *reject* tiap subgroup dan $Z(\bar{p})$ adalah *inverse cumulative distribution function* distribusi normal standar dengan peluang \bar{p} . Semakin kecil *Equivalent P_{PK}[%]* berarti kondisi buruk untuk kapabilitas proses [9].

Level sigma dicari menggunakan rumus berikut [10],

$$Level\ sigma = Z\left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000}\right) + 1,5 \quad (6)$$

dengan

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (7)$$

$$DPO = \frac{jumlah\ produk\ reject}{jumlah\ produk\ yang\ diamati \times DO} \quad (8)$$

dimana DO (*defect opportunities*) adalah CTQ.

Di fase *analyze*, diterapkan alat analisis dalam bentuk grafik (*Pareto chart* dan *fishbone diagram*) dan identifikasi sumber *variance* [4], serta dilihat peta kendali prosesnya (peta kendali p). Estimasi rata-rata proses peta kendali p sebagai berikut.

$$\hat{p}_i = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k (np)_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (9)$$

dimana np ialah jumlah produk *reject* tiap subgroup dan n ialah ukuran subgroup. Jika ukuran subgroup berbeda, maka batas kendali atas (*UCL*) dan batas kendali bawah (*LCL*) pada peta p juga berbeda-beda pada setiap subgroup [11].

$$BKB_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (10)$$

$$BKA_i = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (11)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

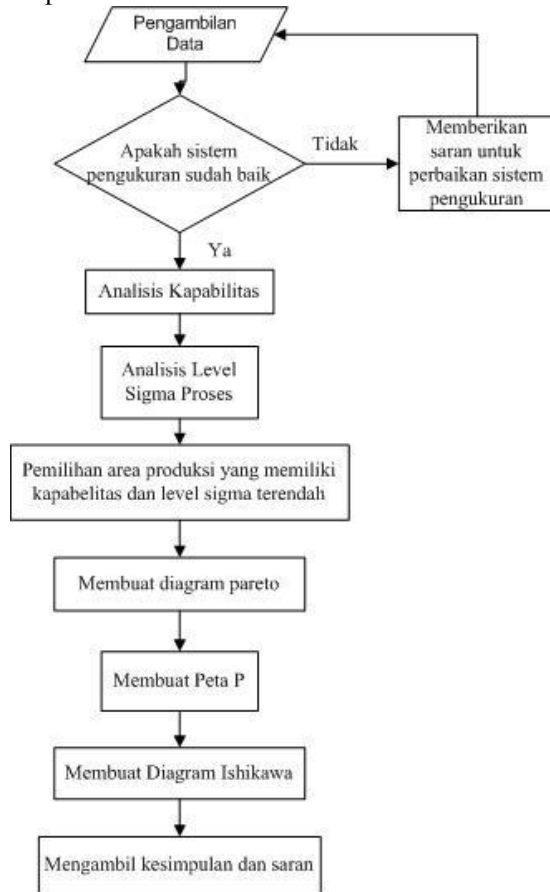
A. Data Penelitian

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini terdapat 2 kelompok data utama. Kedua kelompok data yang akan digunakan adalah data sekunder. Data diperoleh di PT ZAP mengenai cacat produk *casing pompa* tipe X. Kelompok data pertama tentang hasil inspeksi visual pada 3 produk *reject* oleh

Inspektor QC. Kelompok data kedua tentang jumlah produk *casing pompa* tipe X yang *reject* pada proses produksi *assembly, dipping* dan *pouring* berdasarkan variabel CTQ yaitu bocor, *coldshut*, inklusi keramik, kurang cairan, patah terbentur, patah tidak kuat, *porosity*, keramik jatuh, salah komposisi kimia, dan penetrasi logam oleh QC pada bulan Maret dan April 2015 dengan subgrup adalah hari dan data yang digunakan merupakan adalah total dari produksi pada hari tersebut sejumlah 50 hari.

B. Diagram Alir Analisis

Langkah analisis dalam penelitian ini disajikan dalam diagram pada Gambar 1 berikut.



Gambar. 1. Diagram Alir penelitian

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Six Sigma

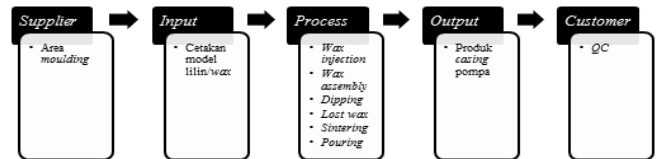
1. Fase Define

Pada fase *define* dilakukan pembuatan *project charter*, peta proses, dan menentukan CTQ. *Project charter* disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya adalah membuat peta proses produksi yang ditunjukkan pada Gambar 2. SIPOC *diagram* untuk menentukan CTQ ditunjukkan pada Gambar 3. QC menentukan CTQ, yaitu: bocor, *cold shut*, inklusi keramik, kurang cairan, patah terbentur, patah tidak kuat, *porosity*, keramik jatuh, salah komposisi kimia, dan penetrasi logam.

Tabel 1. *Project charter* analisis Six Sigma

Institusi : Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Nama Penelitian : Analisis Six Sigma Pada Produk <i>Casing pompa</i> Tipe X di PT. Zenith Allmart Precisindo Sebagai metode perbaikan Kualitas Produk
Mulai Penelitian : Februari 2015	Peneliti : Nanda Praba Pramudita
Selesai Penelitian : Juni 2015	Inspektor : Diksa Christyan H.A.
	Pembimbing : Drs. Haryono, MSIE
Permasalahan : Pada bulan Februari 2015 produk <i>casing pompa</i> mengalami <i>reject</i> yang cukup besar yaitu 3,2% (Level Sigma 3,35). Padahal perusahaan menetapkan target mak-simal <i>reject</i> produk <i>casing pompa</i> adalah 2% perbulan(Level Sigma 3,55). Hal ini mengindikasikan adanya <i>gap</i> sebesar 1,2%.	
Tujuan dan Lingkup Penelitian : Tujuan Penelitian ini adalah untuk menghitung kapabilitas dan level sigma produksi <i>casing pompa</i> . Kemudian menentukan area mana yang perlu dianalisis lebih lanjut. Kemudian menentukan jenis <i>defect</i> yang paling banyak pada area tersebut sehingga nantinya akan diketahui apa saja penyebab jenis <i>defect</i> tersebut. Lingkup penelitian ini adalah pada kualitas produk, dan tidak menghitung biaya produksi.	

Sedangkan Gambar 2 berikut adalah diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) *casing pompa* tipe x. Diagram SIPOC ini disusun dari diagram proses produksi. Data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari proses produksi yang menghasilkan cacat yaitu pada proses *assembly, dipping* dan *pouring*.



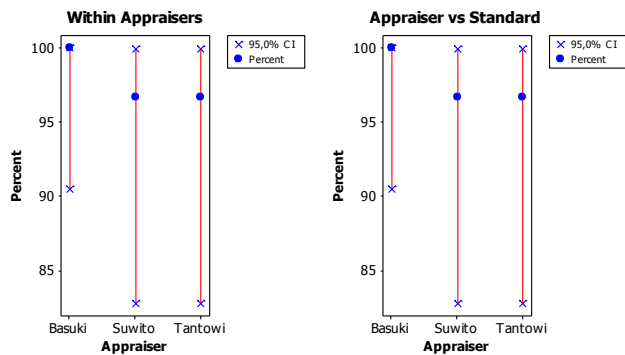
Gambar. 2. SIPOC *diagram*

2. Fase Measure

Pada fase *measure* dilakukan *attribute agreement analysis*. Tiga QC (Basuki, Suwito dan Tantowi,) melakukan inspeksi visual 30 titik pengamatan pada 3 *casing pompa*. Semua QC memberikan penilaian *good* (0) atau *reject* (1) secara bergantian & dengan pengulangan 3 kali.

Seorang inspektor perusahaan telah menyiapkan kunci jawaban (*known standard*) untuk setiap titik pengamatan. Gambar 3 merupakan hasil analisis *attribute agreement analysis*. Pada bagian *within appraisers*, hasil inspeksi Basuki paling konsisten dari 3 kali pengulangan, diikuti Suwito dan Tantowi. Grafik ketepatan hasil inspeksi QC terhadap *known standard*, menunjukkan hasil inspeksi Basuki 100% sama dengan *known standard*, sedangkan Suwito dan Tantowi 96,7%.

Pada Tabel 2, nilai κ Basuki untuk respon *good* & respon *reject* masing-masing 1,00. Ini menunjukkan konsistensi sempurna & sistem penilaian sudah baik.



Gambar. 3. Grafik *assessment agreement*

Sedangkan nilai κ untuk respon 0 dan 1 inspektor lainnya adalah 0,98 & 0,98 untuk Suwito dan 0,95 & 0,95 untuk Tantowi, dikatakan sudah konsisten sempurna dan sistem penilaian sudah baik. Jadi tidak perlu mendapatkan pelatihan inspeksi visual produk.

Tabel 2.
Hasil *attribute agreement analysis (within appraiser)*

Inspektor QC	Respon	$\hat{\kappa}$	Standard Error $\hat{\kappa}$	Z	$\hat{\kappa}$
Basuki	0	1	0,105	9,49	1
	1	1	0,105	9,49	
Suwito	0	0,98	0,105	9,25	0,98
	1	0,98	0,105	9,25	
Tantowi	0	0,95	0,105	8,99	0,95
	1	0,95	0,105	8,99	

Untuk Basuki respon *good* (0) dengan hipotesis alternatif: $\kappa_0 > 0$ (pengelompokan hasil inspeksi Basuki untuk respon *good* setiap kali pengulangan sesuai), didapatkan $Z > Z_{0,05} = 1,65$ maka tolak H_0 . Analisis serupa untuk QC lain dengan respon masing-masing, sehingga disimpulkan bahwa pengelompokan hasil inspeksi masing-masing respon setiap kali pengulangan yang dilakukan oleh setiap QC telah sesuai. Ini menunjukkan *repeatability* sistem pengukuran sudah bagus. Bagian *Between Appraisers* mengukur *reproducibility*.

Tabel 3.
Hasil *attribute agreement analysis (between appraisers)*

Respon	$\hat{\kappa}$	Standard Error $\hat{\kappa}$	Z
0	0,9539	0,0304	31,35
1	0,9539	0,0304	31,35

Nilai $\kappa = 0,954$ menunjukkan sistem pengukuran sudah konsisten sempurna & sudah baik. Nilai $Z = 31,35 > Z_{0,05} = 1,65$ maka tolak H_0 , jadi pengelompokan hasil inspeksi untuk respon *good* dan respon *reject* oleh semua QC telah sesuai. Ini berarti *reproducibility* sistem pengukuran sudah bagus.

Berdasarkan kedua hasil analisis tersebut, diketahui *repeatability* dan *reproducibility* sistem pengukuran sudah bagus. Semua QC dianggap telah ahli dalam inspeksi visual produk *casing* pompa. Dengan demikian, data hasil inspeksi visual oleh QC selanjutnya dapat dijamin kevalidannya.

Ada 3 area produksi yang dilakukan analisis kapabilitas & sigma proses, yaitu *assembly*, *dipping*, & *pouring*. Di ketiga area ini sering dijumpai produk *reject*. CTQ yang penyebabnya berasal dari area *assembly* adalah patah tidak kuat, sedangkan yang berasal dari area *dipping* adalah bocor,

inklusi keramik, dan penetrasi logam. CTQ yang penyebabnya berasal dari area *pouring* adalah *cold shut*, kurang cairan, patah terbentur, *porosity*, keramik terjatuh, dan salah komposisi kimia.

Tabel 4.
Analisis kapabilitas dan sigma proses produksi *casing* pompa

Area Proses	\bar{p}	Equivalent $P_{PK}^{\%}$	$ppm_{TOTAL,LT}$
<i>Asembly</i>	0,008826	0,79095	8825,88
<i>Dipping</i>	0,155403	0,33784	155403,99
<i>Pouring</i>	0,047882	0,55525	47881,74
<i>Overall</i>	0,212110	0,26637	212110,62

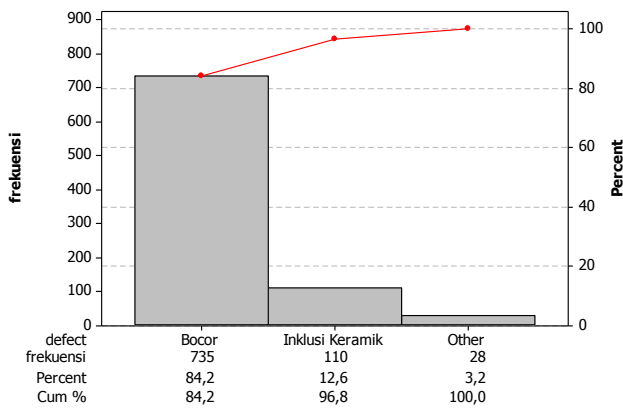
Pada tabel 4 bisa diketahui seberapa kapabilitas proses produksi dengan nilai dari *Equivalent $P_{PK}^{\%}$* dan *ppm_{TOTAL,LT}*. Secara keseluruhan (*Overall*) proses produksi *casing* pompa tipe x memiliki kapabilitas yang rendah karena nilai *Equivalent $P_{PK}^{\%}$* hanya 0,26637 dan *ppm_{TOTAL,LT}* sebesar 212110,62. Area yang paling kapabel adalah area proses *Assembly* dengan nilai *Equivalent $P_{PK}^{\%}$* sebesar 0,79095. Hal ini berarti pada proses *Assembly* menyebabkan paling sedikit cacat dibandingkan dengan area lain. Berikutnya adalah analisis sigma proses untuk mengetahui level sigma dari proses produksi.

Tabel 5.
Hasil *attribute agreement analysis (between appraisers)*

Area Proses	DO	DPO	DPMO	Level Sigma
<i>Asembly</i>	1	0,00642	6417,26	3,98833
<i>Dipping</i>	3	0,03973	39732,39	3,25380
<i>Pouring</i>	6	0,00514	5142,91	4,06607
<i>Overall</i>	10	0,01565	15647,19	3,65331

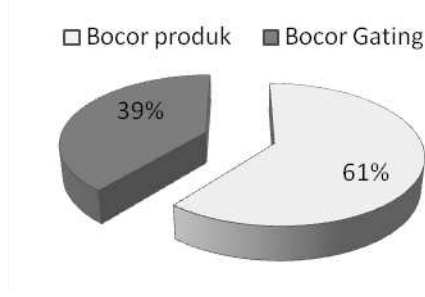
Dari 5 Level sigma terbesar diperoleh pada area *pouring* dengan level sigma mencapai 4,06607 yang berarti dari satu juta produk yang diproduksi hanya ditemukan 5142 produk *reject*. Sedangkan secara keseluruhan proses produksi *casing* pompa tipe x mendapatkan level sigma sebesar 3,65331. Hal tersebut berarti dari satu juta proses produksi hanya ditemukan *reject* sebanyak 15647 buah. Sedangkan untuk proses dengan level sigma terendah adalah pada area *dipping* dengan level sigma hanya 3,25. Sehingga jumlah ditemukannya produk *reject* adalah sebanyak 39732 dari satu juta produk. Oleh karena itu maka selanjutnya pembahasan akan lebih difokuskan untuk area *dipping* karena memiliki level sigma terendah diantara area produksi yang diamati.

Pada fase *analyze*, dibuat diagram pareto dari CTQ di *dipping*. Pada Gambar 4 disajikan diagram pareto untuk jenis cacat di area *dipping*.



Gambar. 4. Pareto chart yang disebabkan pada dipping

Sebagian besar *reject* pada area *dipping* disebabkan oleh *defect* jenis bocor dengan jumlah 735. Jumlah tersebut setara 84,2% dari keseluruhan jumlah *defect* yang ditemukan di area *dipping*. Melihat diagram pareto tersebut selanjutnya pembahasan akan lebih memfokuskan pada jenis *defect* bocor pada proses *dipping* maka *defect* jenis ini dianalisis lebih lanjut dengan peta kendali p dan *fishbone diagram*.



Gambar. 5. Pie Chart jenis bocor

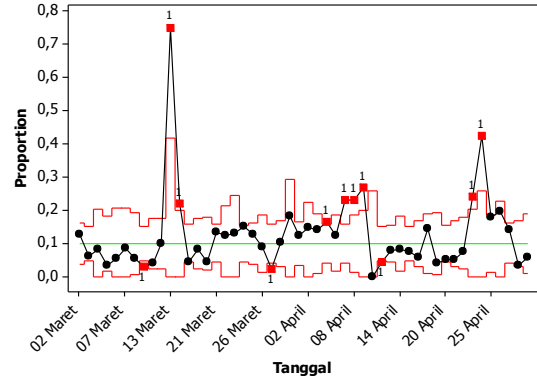
Bocor produk adalah bocor yang terjadi pada cetakan keramik bagian produk. Sedangkan bocor *gating* adalah bocor yang terdapat pada bagian selain produk yaitu bagian tangkai dan saluran masuk cairan. Jumlah bocor produk mencapai 447 (61%) sedangkan untuk bocor *gating* sebesar 288 (39%). Jumlah bocor produk yang mencapai 1,5 kali lipat dari bocor *gating*.

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa peta kendali masih belum terkendali dengan rata-rata proporsi terdapat *defect* sebesar 0,1004. Ada titik yang berada di atas batas kendali atas dan diantaranya terdapat 2 titik yang sangat berbeda dari yang lain. Titik tersebut memiliki nilai yang sangat tinggi yaitu 0,75 pada tanggal 13 Maret dan 0,424 pada 24 April.

Pada tanggal 13 Maret besarnya proporsi ditemukannya *defect* bocor disebabkan oleh Tim A yang belum baik dalam membuat cetakan sehingga dari 8 cetakan keramik yang dibuat terjadi kebocoran pada 6 cetakan keramik. Pada tanggal 13 Maret tersebut produksi dalam sehari hanya 8 buah dan semuanya diproduksi oleh Tim A.

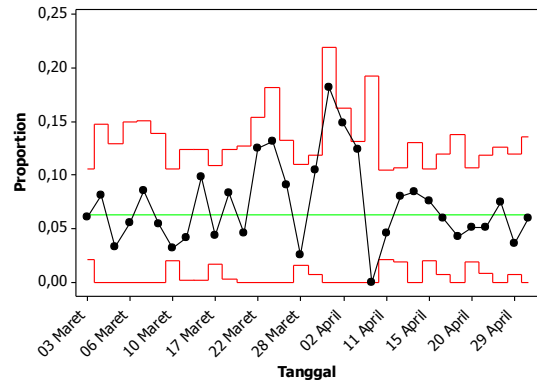
Pada tanggal 24 April masing-masing tim memproduksi barang yang kurang memenuhi spesifikasi sehingga terjadi kebocoran. Pada tanggal tersebut dari Tim A terdapat 15 cetakan keramik yang bocor dari produksi 23 cetakan.

Sedangkan Tim B terdapat 4 cetakan yang bocor dari 10 cetakan yang dibuat..



Gambar. 6. Peta kendali p proses dipping

Pada gambar 6 terlihat proporsi cacat produk tersebut sebesar 0,1004. Selanjutnya titik yang *out of control* dikeluarkan sehingga akan didapatkan peta kendali baru. Diketahui juga ada 8 titik yang *out of control* dan perlu dikeluarkan. Namun dalam pembauatan peta kendali yang baru setelah titik tersebut dikeluarkan menghasilkan titik *out of control* yang baru. Hal tersebut dilakukan beberapa kali sehingga akhirnya didapatkan peta kendali yang tidak terdapat titik *out of control*.

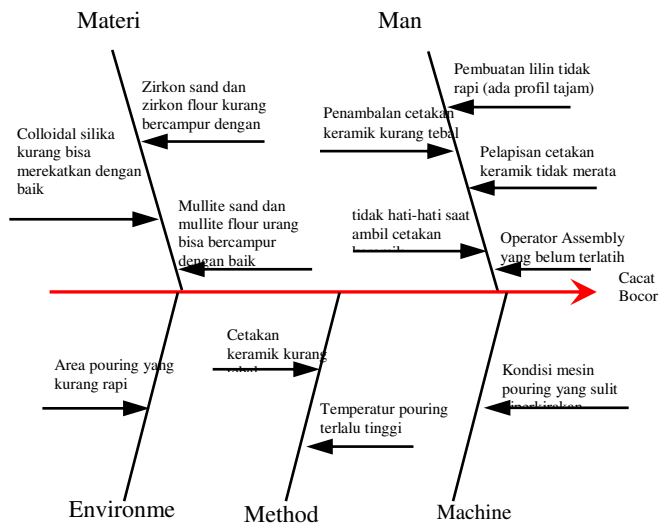


Gambar. 7. Peta kendali p proses dipping (revisi)

Pada gambar 6 terlihat proporsi *defect* bocor produk tersebut sebesar 0,1004. Sedangkan pada gambar 7 hanya 0,0631. Jadi proporsi *defect* bocor akan turun sebesar 4% apabila perusahaan mampu mengendalikan jenis *defect* bocor.

Gambar 6 menjelaskan penyebab bocor berdasarkan diskusi dengan inspektur. Dari beberapa penyebab bocor, penyebab utamanya yaitu cetakan keramik kurang tebal dan pelapisan/penambalan cetakan keramik tidak merata ketebalannya.

Faktor yang menyebabkan bocor juga berasal dari material yang tidak sesuai spesifikasi. Pada pembuatan cetakan keramik terdapat berbagai bahan komposisi. Pada lapisan pertama terdapat campuran *zircon sand* dan *zircon flour*. Sedangkan pada lapisan ke dua terdapat campuran dari *mullite sand* dan *mullite flour*. Untuk sebagai bahan merekatkan bahan-bahan tersebut digunakan *colloidal silica*



Gambar. 6. Fishbone diagram penyebab bocor

Ketepatan spesifikasi dari bahan-bahan tersebut juga sangat penting. Apabila bahan-bahan campuran tidak sesuai dengan spesifikasi maka campuran tidak bisa merekat dengan kuat. Begitu juga apabila bahan pengikatnya yaitu *colloidal silica* tidak sesuai maka campurannya pun tidak bisa merekat dengan baik. Sehingga campuran pada lapisan pertama dan kedua bisa menghasilkan cetakan yang bagus apabila bisa bercampur dengan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pengukuran inspeksi visual di PT. ZAP sudah baik untuk masing-masing hasil *within appraiser* dan *between appraiser*. Untuk hasil *within appraiser* nilai tertinggi didapatkan oleh inspektur Basui dengan nilai Kappa sempurna yaitu 1. Sedangkan untuk hasil *between appraiser* juga sudah sangat baik dengan nilai Kappa 0,9539. Hal ini menandakan bahwa sistem pengukuran visual tidak memerlukan perbaikan.

Kapabilitas produksi casing pompa tipe x di PT ZAP masih cukup rendah dengan nilai $Equivalent P_{PK}^{\%}$ hanya 0,26637 dan ppm_{TOTAL} sebesar 212110,62. Area yang paling kapabel adalah area proses *Assembly* dengan nilai $Equivalent P_{PK}^{\%}$ sebesar 0,79095.

Level Sigma dari PT ZAP adalah 3,653 yang artinya terdapat 15647 produk cacat dari 1 juta produksi casing pompa tipe x. Level sigma terbesar diperoleh pada area *pouring* dengan level sigma mencapai 4,06607 yang berarti dari satu juta produk yang diproduksi hanya ditemukan 5142 produk *reject*. level sigma terendah adalah pada area *dipping* dengan level sigma hanya 3,25

Jenis *defect* bocor menjadi jenis *defect* yang paling sering dijumpai di dalam area produksi *Dipping*. Area produksi tersebut memiliki level sigma terkecil yaitu hanya 3,25. Hal-hal yang paling berpengaruh terhadap jenis *defect* bocor adalah cetakan keramik kurang tebal dan pelapisan cetakan keramik tidak merata ketebalannya. Selain itu penyebab utamanya adalah bahan campuran pada lapisan keramik tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga tidak merekat dengan kuat.

Saran atau rekomendasi kepada perusahaan adalah dilakukan pengecekan terhadap spesifikasi bahan baku keramik, *training* ISO 9001:2008, serta sosialisasi proyek *Six Sigma*.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar membuat penjadwalan yang baik dan memperhatikan waktu penelitian agar siklus DMAIC mampu dilakukan secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. ZAP atas kesediaannya membantu penelitian tentang *Six Sigma* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SteelIndonesia, "Komposisi Kimia Baja," 2014. [Online]. Available: http://steelindonesia.com/article/01-komposisi_kimia_baja.htm. [Accessed 24 February 2015].
- [2] Kementerian Perindustrian, "Permintaan Baja Nasional Capai 15 Juta Ton," 2015. [Online]. Available: <http://www.kemenperin.go.id/artikel/10836/Baja-Indonesia-Berharap-Arena-Bertarung-Seimbang>. [Accessed 24 February 2015].
- [3] Walpole, Pengantar Statistika, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1995.
- [4] D. H. Stamatis, *Six Sigma and Beyond*. Vol: 3. Foundations of Excellent Performance, Boca Raton, Florida: St. Lucia Press, 2002.
- [5] S. Hamza, "Design Process Improvement through the DMAIC Six Sigma Approach: A Case Study from the Middle East," *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 4 No. 1, pp. 35-47, 2008.
- [6] Q. Brook, *Six Sigma and MINITAB—A Tool Box Guide for Managers, Black Belts, and Green Belts*, London: QSB Consulting Ltd, 2004.
- [7] H. P. Rakasiwi, Analisis Six Sigma pada Produk Casing Pompa sebagai Metode Perbaikan Kualitas (Studi Kasus : Pt. Zenith Allmart Precising), Surabaya: ITS, 2014.
- [8] J. L. Fleiss, B. Levin and M. C. Paik, *Statistical Methods for Rates and Proportions*, 3rd ed., Hoboken: NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2003.
- [9] D. R. Bothe, *Measuring Process Capability: Techniques and Calculations for Quality and Manufacturing Engineers*, New York: McGraw-Hill, 1997.
- [10] J. R. Evans and W. M. Lindsay, *An Introduction to six sigma & process improvement*, Jakarta: Salemba Empat, 2007.
- [11] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control* (5th ed), Hoboken: NJ : John Wiley & Sons, 2005.