

Usulan Penerapan *Six Sigma* dan *Quality Loss Function* (QLF) Untuk Mengurangi Variasi Berat Pada *out sole* merk A Jenis WR 996 BVD (Studi Kasus PT. XYZ)

Athur Hermawan¹, Faula Arina², Putro Ferro Ferdinant³

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa¹²³

athurhermawan@yahoo.co.id¹, faula_arina@ft-untirta.ac.id², putro_ferro@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *out sole* sepatu, terdapat 2 merk *out sole* yang diproduksi yaitu merk A dan B dengan 52 jenis *out sole*. Perusahaan melakukan inspeksi ketat terhadap *out sole* yang diproduksi dengan menimbang berat dari *out sole* tersebut demi menjaga kenyamanan penggunaannya dan didapatkan bahwa *out sole* merk A jenis WR 996 BVD rata-rata sebesar 30% dari hasil produksinya *defect* karena berat dari *out sole* tersebut yang bervariasi dan tidak sesuai dengan spesifikasi berat yang telah ditentukan untuk setiap size dari jenis *out sole* ini. Produk *defect* pada jenis *out sole* ini sangat besar dibandingkan dengan jenis *out sole* lain yang di produksi di PT. XYZ dan untuk mengurangi penyebab produk *defect* akan dilakukan program *six sigma* yang belum pernah dilakukan perusahaan sebelumnya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kemampuan proses, mengestimasi *expected loss* untuk mengestimasi besarnya kerugian akibat adanya berat *out sole* yang tidak sesuai dengan spesifikasi berat yang telah ditentukan, mencari penyebabnya, dan memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan PDPC. Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan *six sigma* pada perusahaan dengan tahapan DMAIC (*define, measure, analyze, improvement, control*) untuk mengetahui kemampuan proses pembuatan *out sole* dan mengurangi variasi beratnya dengan memberikan usulan perbaikan sedangkan QLF (*quality loss function*) digunakan untuk mengestimasi *expected loss* akibat adanya penyimpangan dari spesifikasi yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil pengolahan didapatkan kemampuan proses produksi pembuatan *out sole* merk A jenis WR 996 BVD size 4, 4T, 5, dan 5T didapatkan rata-rata nilai $Cpk < 1$ dan nilai $\sigma < 3$. Sehingga menimbulkan *expected loss* sebesar Rp. 118.096.340,- pada size 4, Rp. 110.938.107,- pada size 4T, Rp. 116.114.385,- pada size 5, dan Rp. 13.222.664,- pada size 5T. Penyebab adanya variasi berat *out sole* adalah kurangnya keahlian operator mesin rolling, mesin rolling bekerja kurang maksimal, cetakan *out sole* tidak presisi, dan *out sole* yang kurang matang. Usulan perbaikan untuk mengurangi variasi berat *out sole* dan kerugian yang dialami perusahaan dilakukan dengan memaksimalkan penerapan SOP melalui pengawasan, membuat jadwal perawatan mesin, mencari operator yang sudah berpengalaman, dan mengganti cetakan *out sole* dengan yang lebih presisi dan harga terjangkau.

Kata Kunci: *Six Sigma*, QLF, DMAIC, *Expected Loss*

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *out sole* sepatu yang dibutuhkan untuk pembuatan sepatu di induk perusahaannya yaitu PT. ABC yang akan di ekspor ke berbagai negara di Eropa dan Amerika. *Out sole* sepatu merupakan bagian bawah atau alas dari sepatu. Terdapat 2 merk *out sole* yang diproduksi yaitu merk A dan B dengan 52 jenis *out sole*. Dalam memproduksi *out sole* dimensi berupa berat dari *out sole* tidak boleh melebihi batas toleransi atau spesifikasi berat yang telah ditentukan untuk menjaga kenyamanan penggunaannya. Demi menjaga mutu PT. XYZ melakukan inspeksi yang sangat ketat salah satunya dengan melakukan penimbangan dari berat *out sole* yang dihasilkan.

Pada saat proses inspeksi atau pemeriksaan dengan menimbang berat *out sole* terdapat banyak *out sole* yang beratnya melebihi batas toleransi (besarnya toleransi $\pm 1\%$ dari target berat yang ditentukan) dan bervariasi sehingga menghasilkan produk *defect*. Produk *defect* untuk *out sole* merk A jenis WR 996 BVD ini mencapai 30% dari hasil produksinya. Besarnya produk *defect* ini melebihi standart yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2,5% produk *defect* yang diperbolehkan. Banyaknya produk *defect* disebabkan oleh proses produksi yang kurang baik sehingga menghasilkan *out sole* yang beratnya tidak sesuai dengan target atau spesifikasi yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan *six sigma* dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze,*

improvement, control) untuk mengurangi variasi berat dari *out sole* sehingga mengurangi banyaknya produk *defect* pada *out sole*. Menurut Pyzdek (2001) *six sigma* adalah sebuah visi, dalam hal ini *six sigma* diharapkan tidak terjadi *defect* dalam sebuah proses yang juga diharapkan oleh sebuah organisasi. Dalam penerapan *six sigma* diperlukannya data sampel berupa hasil pengukuran terhadap dimensi berat dari *out sole* merk A jenis WR 996 BVD untuk mengetahui kemampuan atau kapabilitas proses produksi. Jika hasil produksinya tidak dapat memenuhi spesifikasi berarti kapabilitas proses produksinya masih rendah. Semakin rendah kapabilitas proses produksi maka kesempatan produk mengalami *defect* akan semakin tinggi. Menurut Park (2001) terdapat hubungan antara nilai kapabilitas proses, *fraction defective*, dan *loss function* yaitu apabila semakin tinggi *fraction defective* maka semakin rendah kapabilitas prosesnya dan semakin besar *loss function* nya.

Kemampuan proses produksi yang rendah akan menghasilkan produk yang mutunya kurang baik sehingga menimbulkan kerugian bagi konsumen yang menggunakannya. Kerugian tersebut dapat diukur dengan mengestimasi *expected loss* yang harus di tanggung akibat adanya produk *out sole* merk A jenis WR 996 BVD yang beratnya bervariasi tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Menurut Ciptani (1999) Kerugian ini termasuk juga aspek ketidakpuasan konsumen yang akan menyebabkan buruknya reputasi perusahaan. Pada metode Taguchi digunakan *quality loss function* (QLF) untuk mengestimasi *expected*

loss. Taguchi menjelaskan bahwa QLF merupakan metode untuk mengukur besarnya kerugian kualitas yang dialami konsumen akibat adanya penyimpangan dari spesifikasi target yang telah ditetapkan.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan proses produksi pembuatan *out sole merk A Jenis WR 996 BVD*, mengestimasi *expected loss* dengan QLF, mencari penyebab adanya variasi berat dari *out sole* dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi variasi tersebut sehingga diharapkan besarnya produk *defect* dapat berkurang dan meminimumkan kerugian perusahaan.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian untuk mengurangi variasi berat pada *out sole merk A jenis WR 996 BVD* adalah dengan pengumpulan data berupa hasil penimbangan terhadap berat *out sole* untuk *size 4, 4T, 5, dan 5T* yang memiliki spesifikasi berat yang berbeda-beda. Kemudian mencatat hasil penimbangan dengan mengambil sampel sebanyak 23 sampel untuk setiap *size* nya dengan 8 kali pengukuran berat *out sole*. Hasil pengukuran berupa berat (gramasi) *out sole* digunakan untuk mengukur kemampuan proses produksi. Kemudian mengumpulkan data biaya produksi untuk pembuatan *out sole* berupa data bahan baku, tenaga kerja dan biaya listrik untuk penggunaan mesin. Data biaya produksi diperlukan untuk mengestimasi *expected loss*. Selanjutnya adalah pengolahan data dengan penerapan *six sigma* dengan metode DMAIC (*define, measure, analyze, improvement, control*).

Tahap pertama adalah *define* menjelaskan mengenai pendeskripsian masalah, penetapan tujuan, pihak yang terlibat dan uji kenormalan data. Tahap kedua adalah *measure* untuk menentukan CTQ (*critical to quality*), menghitung kemampuan proses produksi, dengan PCS (*process capability analysis*) mengetahui besarnya % *defect*, DPMO, dan nilai *sigma* serta mengestimasi *expeted loss* untuk mengukur besarnya kerugian akibat adanya berat *out sole* yang bervariasi. Tahap ketiga adalah *analyze* menganalisis kesesuaian spesifikasi produk *out sole* berada dalam batas kendali atau tidak dengan SPC (*statistical process control*). Tahap keempat adalah *Improvement* membuat usulan perbaikan dengan menggunakan PDPC (*process decision program chart*) yaitu menganalisis masalah dan membuat usulan perbaikan dengan kemungkinan-kemungkinan subjektif untuk solusi dari kemungkinan yang akan terjadi. Setelah itu membuat rencana aktifitas yang dapat dilakukan untuk mengurangi variasi dari berat *out sole merk A Jenis WR 996 BVD*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Define

1. Pendeskripsian masalah

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *out sole* sepatu manusia dengan berbagai jenis dan ukuran salah satunya adalah *out sole merk A jenis WR 996 BVD* untuk *size (ukuran) 4, 4T, 5, dan 5T* yang banyak diproduksi dan dipesan. Berdasarkan hasil inspeksi atau pemeriksaan produk jadi oleh bagian QC didapatkan bahwa *out sole* untuk *merk A jenis WR 996 BVD* ini memiliki berat yang bervariasi dari setiap hasil produksinya dan beratnya banyak yang tidak sesuai dengan target yang telah ditentukan. Terdapat 30% produk *defect* untuk *out sole* jenis ini dan banyak produk *defect* melebihi dari target yang telah ditentukan perusahaan sebesar 2,5% produk *defect*. Hal ini dikarenakan proses produksi pembuatan *out sole* yang kurang baik. Proses produksi yang kurang baik dipengaruhi oleh kurangnya keahlian operator mesin *rolling*, mesin *rolling* bekerja kurang maksimal, cetakan *out sole* yang tidak presisi, dan kurang matangnya *out sole* hasil produksi *out sole* yang tidak sesuai dengan standart waktu dan suhu pemanasan untuk mencetak *out sole* tersebut.

2. Penetapan Tujuan

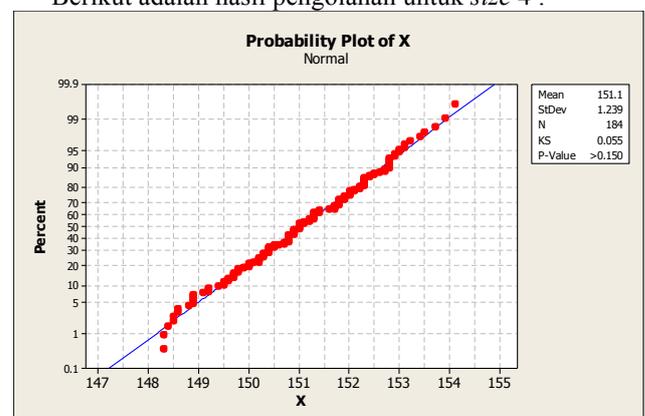
Untuk mengurangi variasi berat dari produk *out sole merk A Jenis WR 996 BVD* dengan mengusulkan perbaikan pada proses produksinya dan mengukur jumlah kerugian secara finansial akibat adanya variasi berat dan tidak sesuai dengan target berat dari produk *Out sole Merk A Jenis WR 996 BVD* untuk *size 4, 4T, 5, dan 5T*.

3. Pihak yang terlibat

Pihak yang terlibat dalam proyek *six sigma* ini adalah bagian QC (*quality control*) dan bagian produksi PT. XYZ.

4. Uji kenormalan data

Berdasarkan hasil pengolahan data sampel untuk berat *out sole merk A jenis WR 996 BVD* dengan menggunakan hipotesa uji *kolmogorov-smirnov* dengan nilai α 0,05 didapatkan nilai *p-value* untuk *size 4* sebesar 0,15, *size 4T* sebesar 0,101, *size 5* sebesar 0,107, dan *size 5T* sebesar 0,15. Berikut adalah hasil pengolahan untuk *size 4* :



Gambar 1 Grafik probability plot size 4

Menurut Bass dan Lawton (2009) dalam pengujian hipotesis jika nilai alpha sama dengan 0,05, maka dalam hipotesis nol data *reject* apabila *p-value* kurang dari 0,05. Artinya data tidak berdistribusi normal. Berdasarkan nilai *p-value* pada setiap *size* lebih besar dari nilai alpha yaitu 0,05. Terima H_0 Berarti data sampel hasil pengukuran berat *out sole* untuk setiap *size* berdistribusi normal.

Tahap Measure

Tahapan *measure* adalah mengukur kinerja proses (Gaspersz, 2011). Pada tahap menjelaskan mengenai penentuan CTQ (*critical to quality*), pengukuran kemampuan proses, *baseline* kinerja, dan estimasi *expected loss*.

1. Menentukan CTQ (*critical to quality*) berupa dimensi berat *out sole merk A* jenis WR 996 BVD untuk setiap *size* nya dengan spesifikasi berat sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi berat *out sole*

No	Size	Spesifikasi Berat
1	4	150 gram ± 1.5 gram
2	4T	153 gram ± 1.53 gram
3	5	156 gram ± 1.56 gram
4	5T	158 gram ± 1.58 gram

Spesifikasi *out sole* tersebut akan digunakan sebagai batasan USL (*upper specification limit*), Target, dan LSL (*lower specification limit*).

2. PCS (*process capability analysis*)

Mengukur kemampuan proses pembuatan *out sole merk A* jenis WR 996 BVD dengan menggunakan PCS. Kemampuan proses diukur dengan melihat indeks *Cp*, *Cpk*, dan *Cpm* untuk masing-masing *size out sole* jenis ini. Berikut adalah hasilnya:

Tabel 2 kemampuan proses *out sole*

Process capability	Size 4	Size 4T	Size 5	Size 5T
<i>Cp</i>	0,41	0,54	0,43	0,55
<i>Cpk</i>	0,12	0,15	0,15	0,51
<i>Cpm</i>	0,31	0,35	0,32	0,54

Secara keseluruhan indeks *Cp* dan *Cpk* < 1 artinya kemampuan proses baik secara potensial maupun aktual tidak dapat memenuhi spesifikasi berat *out sole* yang telah ditentukan. Sedangkan pada *Cpm* juga kurang dari 1 artinya kemampuan proses tidak dapat memenuhi target berat *out sole* yang telah ditetapkan.

3. Menghitung % *defect* dan *baseline* kinerja

Mengetahui besarnya %*defect* dengan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ defect} = [(1 - p((Z > (USL - \bar{X}) / \hat{\sigma})) + P((Z > (LSL - \bar{X}) / \hat{\sigma}))) \times 100 \quad (1)$$

Untuk mengetahui nilai DPMO dengan menggunakan persamaan

$$DPMO = [(1 - p((Z > (USL - \bar{X}) / \hat{\sigma})) + P((Z > (LSL - \bar{X}) / \hat{\sigma}))) \times 1.000.000 \quad (2)$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai *sigma* dengan persamaan :

$$\text{Sigma} = ((\text{NORMSINV}((1.000.000 - \text{DPMO}) / 1.000.000)) + 1.5 \quad (3)$$

Berikut adalah hasil perhitungan %*defect*, DPMO, dan nilai *sigma* untuk *out sole merk A* jenis WR 996 BVD pada *size 4*, *size 4T*, *size 5*, dan *size 5T* :

Tabel 3 Presentase *defect* dan *baseline* kinerja

Out sole merk A jenis WR 996 BVD	Size 4	Size 4T	Size 5	Size 5T
% <i>defect</i>	37,46%	33,38%	34,65%	10,26%
DPMO	374.659	333.841	346.506	102.648
Sigma	1,82	1,93	1,9	2,7

4. Mengestimasikan *expected loss*

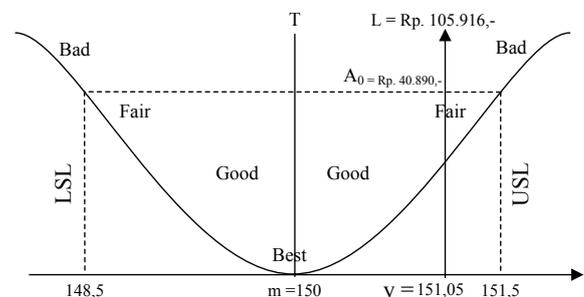
Estimasi *expected loss* digunakan untuk menghitung besarnya kerugian yang harus ditanggung perusahaan akibat adanya penyimpangan dari nilai target dan spesifikasi yang telah ditentukan. Menurut Park (2001) persamaan yang digunakan untuk mengestimasikan *expected loss* adalah

$$L = k [V + (\bar{y} - m)^2] \quad (4)$$

dengan konstanta *k*

$$k = \frac{A_0}{\Delta_0^2} \quad (5)$$

Dalam mengestimasikan *expected loss* hal yang paling penting adalah menentukan karakteristik kualitas dari *out sole merk A* jenis WR 996 BVD yaitu berupa dimensi berat yang sudah ditentukan spesifikasinya yaitu *Nominal The Best* (NTB). Menurut Park (2001) Karakteristik kualitas ini memperkirakan kerugian kualitas yang dapat dihitung dengan *Taguchi Loss Function* yang menggabungkan kerugian secara financial dengan spesifikasi produk melalui hubungan kuadrat. Berikut adalah hubungan kuadrat yang digambarkan dengan grafik QLF salah satunya pada *size 4* dari hasil perhitungan *expected loss*:



Gambar 2 Grafik QLF untuk *size 4*

Pada gambar 2 dapat terlihat bahwa terdapat penyimpangan nilai rata-rata hasil produksi yang ditunjukkan oleh *y* dengan nilai target yaitu *m* dan *y* berada pada posisi *fair* yang menyimpang dari nilai targetnya yaitu *m* sehingga menimbulkan *expected*

loss (L) atau kerugian sebesar Rp. 105.916/pasang *out sole* yang diakibatkan adanya penyimpangan dari nilai targetnya. Sedangkan A0 merupakan biaya produksi yang harus dikeluarkan untuk mengganti produk yang tidak sesuai dengan target yaitu sebesar Rp. 40.890,-.

Berikut adalah ringkasan dari hasil perhitungan *expected loss*, *% defect*, dan kemampuan proses aktual (*Cpk*).

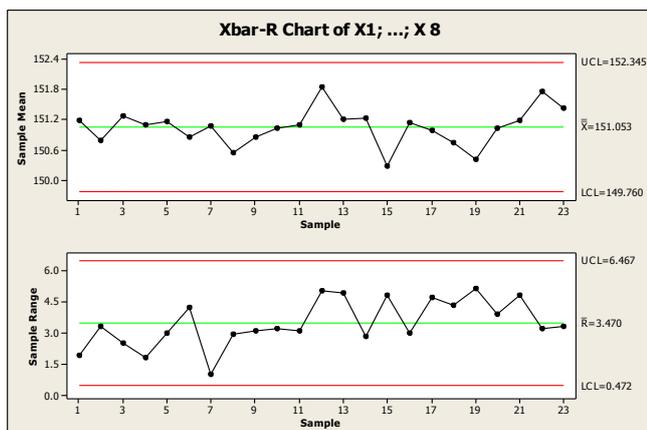
Tabel 4 Ringkasan hasil dari *L*, *%defect*, dan *Cpk*

No	Size	Estimasi Expected Loss (L)	% defect	Total Loss	Cpk
1	4	Rp. 105.961	37,46 %	Rp. 118.096.340	0,12
2	4T	Rp. 85.799	33,38%	Rp. 110.938.107	0,15
3	5	Rp. 99.669	34,65%	Rp. 116.114.385	0,15
4	5T	Rp. 36.326	10,26%	Rp. 13.222.664	0,5

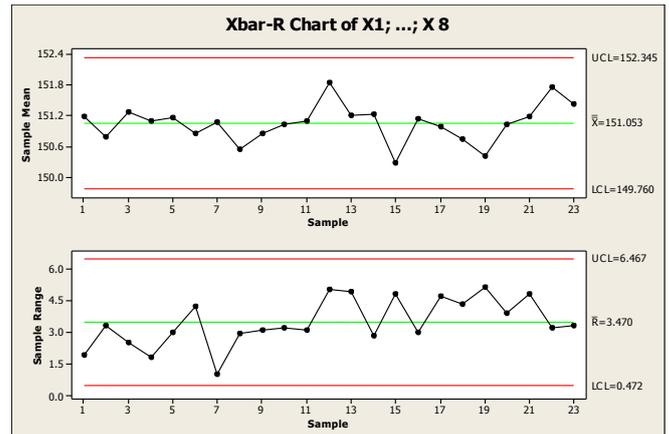
Menurut Park (2001) terdapat hubungan antara *expected loss (L)*, *%defect*, dan *Cpk*. Semakin besar *% defect* maka semakin besar *L* dan semakin kecil indeks *Cpk*.

Tahap Analyze

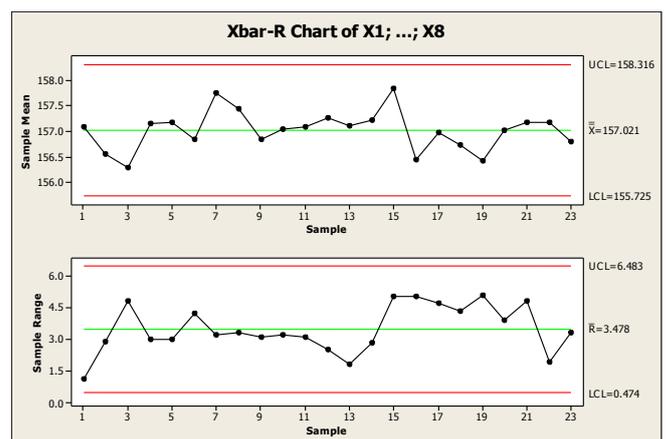
Pada tahapan ini akan dilakukan analisa untuk mengetahui apakah data rata-rata hasil produksi *out sole merk A* jenis WR 996 BVD untuk setiap *size*nya sesuai dengan spesifikasi dan data berada dalam batas kendali atau tidak. Analisa dilakukan dengan menggunakan peta kendali X bar dan R pada SPC (*statistical process control*) dengan 23 sampel dan 8kali pengukuran berat *out sole*. Secara keseluruhan dari hasil peta kendali X bar dan R untuk *out sole merk A* jenis WR 996 BVD *size 4*, 4T, 5 dan 5T berada dalam batas kendali karena tidak ada yang melewati batas kontrol UCL dan LCL. Walaupun tidak ada yang melewati batas kontrol tetapi nilai X bar menunjukkan adanya perbedaan nilai yang cukup signifikan dengan nilai target dari berat *out sole* yang telah ditentukan untuk setiap *size* nya. Artinya rata-rata hasil produksi beratnya tidak sesuai dengan target dan bahkan mendekati batas spesifikasi atas (USL). Berikut adalah hasil pengolahannya :



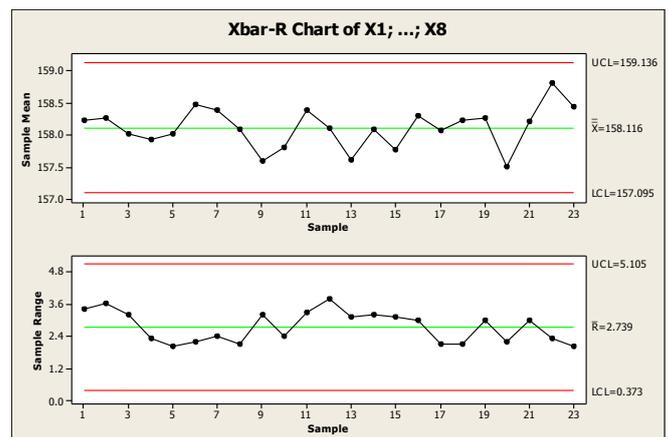
Gambar 3 Peta Kendali X bar dan R size 4



Gambar 4 Peta Kendali X bar dan R size 4T



Gambar 5 Peta Kendali X bar dan R size 5

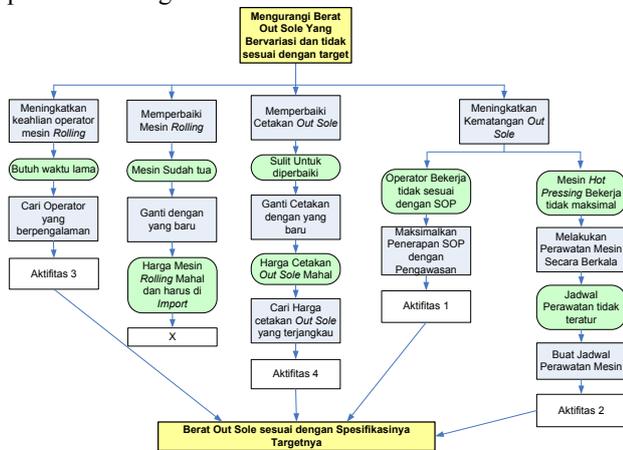


Gambar 6 Peta Kendali X bar dan R size 5T

Tahap Improve

Pada tahap ini akan dibuat usulan perbaikan dengan menggunakan PDPC (*process decision program chart*) yaitu menganalisis masalah dan membuat usulan perbaikan dengan kemungkinan-kemungkinan subjektif untuk solusi dari kemungkinan yang akan terjadi dalam satu diagram. Setelah itu membuat rencana aktifitas yang dapat dilakukan untuk mengurangi variasi dari berat *out sole merk A* Jenis WR 996 BVD.. Berdasarkan hasil diskusi dan *brainstorming* dengan pihak QC

didapatkan bahwa permasalahan yang menyebabkan adanya variasi dari berat *out sole* yang tidak sesuai dengan target adalah kurangnya keahlian operator mesin *rolling*, mesin *rolling* bekerja kurang maksimal, cetakan *out sole* yang tidak presisi, dan kurang matangnya *out sole* yaitu hasil produksi *out sole* yang tidak sesuai dengan standart waktu dan suhu pemanasan untuk mencetak *out sole* tersebut. Berikut adalah usulan perbaikan dengan *tools* PDPC.



Gambar 5 PDPC

Berdasarkan gambar 5 dapat disimpulkan bahwa permasalahan pertama yaitu kurangnya keahlian operator mesin penggiling dapat diatasi dengan mencari operator mesin penggiling yang sudah berpengalaman. Kedua adalah mesin penggiling yang bekerja tidak maksimal tidak dapat diganti dengan mesin yang baru karena dibutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk menggantinya. Ketiga adalah cetakan *out sole* yang tidak presisi dapat diatasi dengan mengganti cetakan *out sole* dengan harga yang terjangkau. Keempat adalah kurang matangnya *out sole* dapat diatasi dengan memaksimalkan penerapan SOP dengan pengawasan dan membuat jadwal perawatan mesin *hot pressing*. Setelah itu, memprioritaskan rencana usulan perbaikan yang dimulai dari aktifitas 1 sampai dengan aktifitas 4. Sedangkan tanda X menunjukkan aktifitas yang belum bisa dilakukan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan hasil analisis, maka dapat disimpulkan untuk penelitian ini yaitu kemampuan proses pada pembuatan *out sole merk A* jenis WR 996 BVD untuk *size 4*, *size 4T*, *size 5*, dan *size 5T*. dilakukan dengan perhitungan *process capability analysis* untuk mendapatkan indeks *Cp*, *Cpk*, dan *Cpm*. Secara keseluruhan proses produksi dari *out sole* ini tidak mampu memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan karena indeks *Cp*, *Cpk*, dan *Cpm* < 1. Artinya kemampuan proses produksi *out sole merk A* jenis WR 996 BVD ini sangat rendah. Kemampuan proses produksi yang rendah akan membuat semakin banyak produk *defect* dari hasil produksinya. Banyak produk *defect* disebabkan oleh banyaknya produk

bervariasi dan tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sehingga menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Kerugian tersebut dapat diukur dengan mengestimasi *expected loss*. Kerugian yang harus ditanggung untuk setiap *size* nya dengan yaitu *size 4* sebesar Rp. 118.096.340,- , *size 4T* sebesar Rp. 110.938.107,- , *size 5* sebesar Rp. 116.114.385,- dan *size 5T* sebesar Rp. 13.222.664,-. Faktor penyebab adanya produk produk bervariasi dan tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dikarenakan kurangnya keahlian operator mesin *rolling*, mesin *rolling* bekerja kurang maksimal, cetakan *out sole* yang tidak presisi, dan kurang matangnya *out sole*. Untuk mengurangi variasi dari berat *out sole* tersebut dapat diusulkan rencana perbaikan yaitu dimulai dari aktifitas 1 dan 2 yang bisa langsung diterapkan perusahaan yaitu memaksimalkan penerapan SOP dengan pengawasan dan membuat jadwal perawatan mesin. Sedangkan aktifitas 3 dan 4 perlu adanya pertimbangan untuk mencari operator yang berpengalaman dan mengganti cetakan *out sole* dengan cetakan *out sole* yang lebih presisi dan harganya terjangkau.

DAFTAR PUSTAKA

- Ciptani, M.K. 1999. Pengukuran Biaya Kualitas : Suatu Paradigma Alternatif, *Jurnal Akutansi dan Keuangan*, Volume 01, hal. 68-83.
- Gaspersz, V. 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Grant, E.L dan Leavenworth, R. 1989. *Pengendalian Mutu Statis*. Jakarta : Erlangga.
- Handayani, R., 2007, Minimasi Jumlah Produk Cacat dengan Tools Six Sigma dan Analisa Ekonomis Quality Loss Function dalam Rangka Menciptakan Lean Manufacturing, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, FT.Untirta, Cilegon.
- Hidayat, A. 2007. *Strategi Six Sigma Peta Pengembangan Kualitas dan Kerja Bisnis*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Juran, J.M dan Godfrey, A.B. 1998. *Juran's Quality Hand Book*, 5th edition. New York : The Mc Graw-Hill Company, Inc.
- Lawton, B dan Bass, I. 2009. *Lean Six Sigma Using SigmaXL and Minitab*. New York : The Mc Graw-Hill Companies, Inc.
- Montgomery, D.C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*, 6th edition. United States Of America : John Willy & Sons, Inc.
- Montgomery, D.C. 1985. *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Nayatani, Y. 1994. *The New Seven Tools QC Tools : Practical Applications for Managers*. Tokyo : 3 A Corporation.
- Park, S.H. 1996. *Robust Design And Analysis For Quality Engineering*. London: Chapman And Hall.
- Pyzdek, T. 2001. *The Six Sigma Handbook*. Jakarta : PT. Salemba Empat.

- Sharma, N.K. dan Ragsdell, K.M. 2007. Quality Loss Function – A Common for Three Cases, *Jurnal of Industrial and System Engineering*, Volume 01, hal. 218-234.
- Subiadinata, 2009, Perbaikan Kualitas Produk Gula dengan Menggunakan New Seven Tools di PT. Angel Product, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, FT.Untirta, Cilegon.
- Sukardi, Effendi, U., dan Astuti, D.A. 2011. Aplikasi Six Sigma Pada Pengujian Kualitas Produk Di UKM Keripik Apel Tinjauan Dari Aspek Proses, *Jurnal Teknologi Pertanian*, Volume 12, hal. 1-7.