

IMPLEMENTASI METODE DMAIC-SIX SIGMA DALAM PERBAIKAN MUTU DI INDUSTRI KECIL MENENGAH: STUDI KASUS PERBAIKAN MUTU PRODUK *SPRING ADJUSTER* DI PT. X

Yogi Yusuf Wibisono dan Theresa Suteja

Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94, Bandung – 40141, Tlp/Fax: (022) 2032700
Email: yogi@unpar.ac.id atau yogi.yusuf@gmail.com

ABSTRAK

Mutu produk merupakan salah satu faktor kunci dalam menghadapi persaingan. Upaya perbaikan mutu harus terus dilakukan oleh perusahaan. Six Sigma merupakan salah satu strategi perbaikan yang berfokus pada dampak bottom-line perusahaan dengan pendekatan yang komprehensif dalam pengembangan perusahaan dan perbaikan performansi baik produk maupun proses yang sudah terbukti keberhasilannya. Pendekatan Six Sigma ini akan digunakan dalam perbaikan proses produksi spring adjuster di PT. STL dengan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Tahap define bertujuan untuk memahami proses dan produk. Tahap measure mengukur kinerja proyek saat ini dimana perusahaan saat ini memiliki kinerja pada tingkat sigma 3,19. Tahap analyze mengidentifikasi akar masalah yang menimbulkan cacat pada produk. Tahap improve mengambil tindakan perbaikan berdasarkan akar masalah yang teridentifikasi. Uji coba perbaikan memberikan peningkatan nilai sigma menjadi 4,07. Berdasarkan hasil penerapan metode DMAIC-Six Sigma, ada potensi keuntungan yang dapat diperoleh perusahaan.

Kata kunci : quality, quality improvement, dmaic, six sigma

PENDAHULUAN

Dalam persaingan yang semakin tajam, perusahaan dituntut untuk selalu menghasilkan produk dengan mutu yang dapat diterima oleh konsumennya, menyampaikan produk dengan cepat dan tepat waktu, fleksibel dalam memenuhi permintaan konsumen, dan menawarkan produknya dengan harga yang murah. Banyak perusahaan yang memandang bahwa perbaikan hanya sebagai ongkos yang harus dikeluarkan tanpa menyadari dampak positif yang akan diperolehnya. Pandangan ini terbentuk karena orientasi perusahaan jangka pendek dimana segala pengeluaran harus bisa dikembalikan dalam jangka waktu yang singkat. Perbaikan itu sendiri harus melalui proses yang panjang dan hasilnya tidak dapat dirasakan dengan segera.

Untuk mempertahankan dan meningkatkan keunggulan kompetitif di pasar, perusahaan banyak bergeser dalam memandang mutu dari mendefinisikan mutu sebagai tugas yang dijalankan oleh departemen kualitas ke arah pendefinisian mutu sebagai tujuan jangka panjang bisnis (Wessel, 2004). *Six Sigma* sebagai salah satu strategi perbaikan memfokuskan pada dampak *bottom-line* perusahaan sehingga perusahaan dapat mengevaluasi program perbaikan yang dilakukan dari sisi keuntungan bisnisnya (Antony, 2004).

Banyak perusahaan yang sukses meningkatkan mutu dan daya saingnya melalui penerapan *Six Sigma* diantaranya Motorola, General Electric, AlliedSignal/Honeywell. *Six Sigma* merupakan pendekatan yang komprehensif dalam pengembangan perusahaan dan perbaikan performansi baik produk maupun proses yang telah dikenal oleh banyak perusahaan besar, tetapi belum banyak dikenal dan diterapkan di perusahaan kecil (Wessel, 2004). Penerapan *Six Sigma* tidak hanya efektif di perusahaan besar, tetapi di perusahaan kecil dan menengah pun efektivitas penerapan *Six Sigma* dapat diperoleh bahkan hasil yang diperoleh lebih cepat dan lebih nyata dibandingkan dengan di perusahaan besar (Antony, 2008).

Karena penerapan *Six Sigma* di berbagai perusahaan memberikan dampak yang positif bagi perusahaan, penelitian ini menerapkan pendekatan *Six Sigma* untuk membantu dalam memperbaiki mutu di perusahaan kecil menengah yang bergerak dalam bidang *spare part* motor. Perbaikan akan difokuskan pada produk *spring adjuster* dimana tingkat *defective-nya* masih belum memuaskan perusahaan yaitu pada tingkat 9,17%. Saat ini perusahaan hanya melakukan inspeksi untuk menghindari pengiriman produk yang cacat ke konsumen. Usaha ini tidak cukup untuk meningkatkan performansi perusahaan secara keseluruhan karena tidak ada perbaikan secara berkesinambungan terhadap proses yang menghasilkan produk yang tidak bermutu.

Metodologi yang digunakan dalam proyek perbaikan *Six Sigma* adalah DMAIC (*define, measure, analysis, improve, control*). Metode DMAIC banyak digunakan pada program *Six Sigma* di perusahaan kecil menengah di Inggris dan memberikan hasil yang memuaskan (Antony, 2005) dan secara tradisional metode ini banyak diterapkan oleh tim *Six Sigma* dalam melakukan perbaikan untuk mencapai tingkat enam *sigma* (Thomas, 2006).

SIX SIGMA

Six Sigma merupakan implementasi dari prinsip dan teknik mutu yang terstruktur, fokus, dan efektif yang ditujukan untuk mencapai performansi bisnis yang bebas dari kesalahan dimana performansi bisnis diukur dari level *sigma* (Pyzdek, 2010). *Six sigma* merupakan pendekatan dalam perbaikan berkelanjutan yang mengkombinasikan elemen-elemen terbaik dari inisiatif-inisiatif mutu sebelumnya mulai dari masa Eli Whitney sampai dengan *Malcolm Baldrige National Quality Award / MBNQA* (Folaron, 2003).

Six Sigma pertama kali muncul di Motorola pada pertengahan tahun 1980-an sebagai program perbaikan mutu dalam rangka meningkatkan daya saing produknya terhadap para pesaingnya terutama perusahaan-perusahaan Jepang. Program ini memberikan hasil yang positif bagi Motorola dan pada tahun 1988 Motorola mendapatkan MBNQA. Keberhasilan ini mendorong banyak perusahaan mengadopsi program *Six Sigma* dalam program perbaikan mutu di perusahaan seperti GE dan Allied Signal.

Cara pandang *Six Sigma* terhadap mutu berbeda dibandingkan dengan cara tradisional yaitu mutu merupakan nilai tambah oleh suatu usaha yang produktif. Mutu tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk mutu potensial dan mutu aktual. Mutu potensial merupakan nilai tambah per unit input maksimum yang mungkin dicapai, sementara mutu aktual nilai tambah per unit input saat ini. Perbedaan mutu potensial dan mutu aktual dipandang sebagai pemborosan (Pyzdek, 2010). *Six Sigma* berfokus pada perbaikan mutu melalui produksi produk yang lebih baik, lebih cepat, dan lebih murah.

Aktivitas *Six Sigma* berfokus pada tiga pemangku kepentingan utama yaitu: pelanggan, pemegang saham, dan karyawan (Pyzdek, 2010). Fokus berasal dari dua perspektif yaitu ke bawah dari sasaran tingkat atas dan ke atas dari masalah dan peluang. Proyek *Six Sigma* menghubungkan aktivitas perusahaan dengan sasaran perbaikan.

Tidak ada konsensus terhadap definisi *Six Sigma*. Berikut adalah ringkasan definisi dari beberapa pakar (Aboelmaged, 2010):

1. Andersen et. al.: "Program perbaikan untuk mengurangi variasi dengan berfokus pada perbaikan yang kontinyu dan besar".
2. Antony: "Strategi perbaikan performansi bisnis yang bertujuan mengurangi jumlah cacat sampai sejauh 3,4 kejadian per satu juta kesempatan".
3. Banuelas and Antony: "Suatu filosofi yang menggunakan metodologi perbaikan berkesinambungan yang terstruktur untuk mengurangi variabilitas proses dan menghilangkan pemborosan dalam proses bisnis dengan menggunakan teknik dan *tool* statistika".
4. Behara et al.: "Suatu *rating* yang menandakan '*best in class*', dengan hanya 3,4 cacat per sejuta unit atau operasi".
5. Bendel: "Pendekatan strategis, yang mencakup perusahaan, berfokus pada pengurangan variasi, proyek yang mempunyai potensi dalam pengurangan biaya dan peningkatan kepuasan konsumen secara simultan".
6. Black and Revere: "Gerakan mutu, metodologi, dan ukuran. Sebagai gerakan mutu, *Six Sigma* merupakan pemain utama baik dalam industri manufaktur maupun jasa di seluruh dunia. Sebagai metodologi, *Six Sigma* digunakan untuk mengevaluasi kapabilitas proses".
7. Chakarabrtty and Tan: "Program perbaikan mutu dengan sasaran mengurangi jumlah cacat sampai 3,4 part per sejuta kesempatan".
8. Kwak and Anbari: "Strategi bisnis yang digunakan untuk memperbaiki profitabilitas bisnis, meningkatkan efektivitas dan efisiensi seluruh operasi agar memenuhi atau melebihi kebutuhan dan harapan konsumen".

Salah satu metodologi *Six Sigma* yaitu DMAIC yang terdiri dari 5 tahap yaitu: *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control*. Metodologi ini digunakan untuk memperbaiki proses yang sudah ada. Beberapa studi menunjukkan keberhasilan aplikasi DMAIC di berbagai industri seperti kesehatan, pembangkit listrik, retail, keuangan, dan manufaktur (Aboelmaged, 2010).

APLIKASI METODOLOGI DMAIC

PT. STL merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan komponen *spare part* kendaraan bermotor. Perusahaan selalu berusaha untuk menjaga mutu produk yang dikirim ke konsumen melalui inspeksi yang ketat. Walaupun konsumen dari perusahaan ini sudah puas dengan mutu produk yang diterimanya, namun demikian tidak berarti bahwa perusahaan menghasilkan produk yang terbebas dari produk-produk cacat. Inspeksi tidak bertujuan untuk memperbaiki proses, tetapi hanya untuk memastikan produk yang dikirim ke pelanggan adalah produk yang memiliki mutu yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Karena saat ini perusahaan masih berfokus pada kegiatan inspeksi sementara program-program perbaikan mutu masih diabaikan, maka penelitian ini mendorong perusahaan untuk melakukan perbaikan dengan metodologi DMAIC.

Define

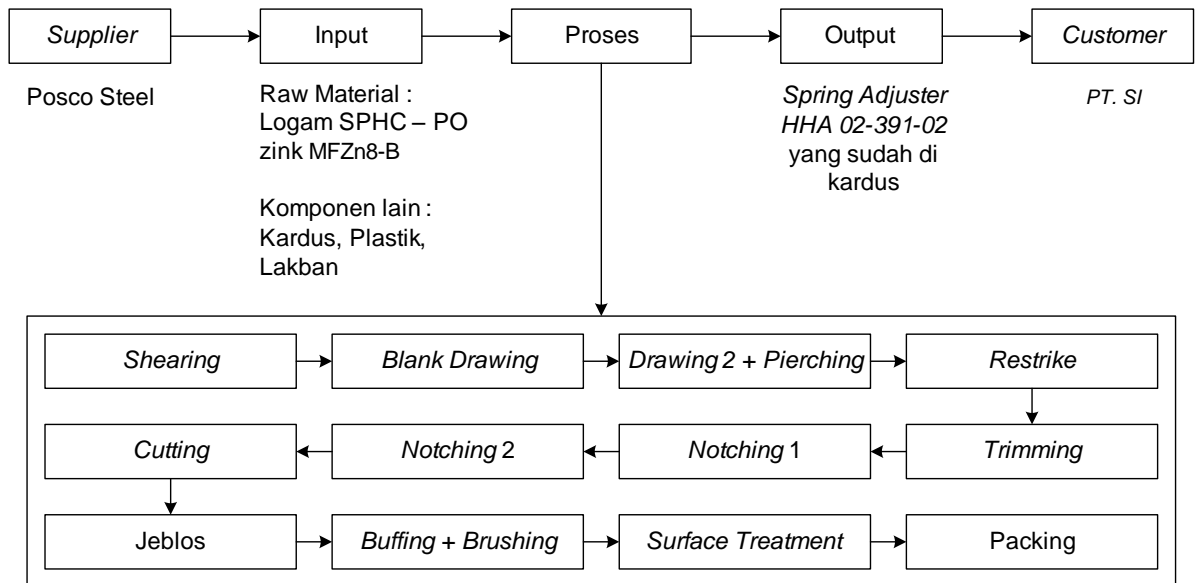
Salah satu produk yang diproduksi oleh perusahaan adalah produk *Spring Adjuster*. Produk ini merupakan produk yang secara rutin dipesan oleh perusahaan sepeda motor. Tingkat *defective* produk *Spring Adjuster* masih tinggi yaitu sebesar 9,17%. Tingkat *defective* yang tinggi menyebabkan

pemborosan material, waktu kerja, energi, dan adanya kemungkinan produk yang cacat terkirim ke konsumen.

Secara umum proses produksi *Spring Adjuster* melewati empat tahap yaitu:

1. *Shearing* – proses ini merupakan proses pemotongan material sesuai dengan dimensi yang ditetapkan.
2. *Forming* – proses ini mencakup proses pembentukan material menjadi produk yang berbentuk lonceng dimana proses ini dimulai dari proses *blank drawing* sampai dengan *brushing*.
3. *Surface treatment* – proses ini melapisi produk dengan *zink*.
4. *Packing* – proses pengemasan produk yang sudah dilapisi *zink* ke dalam kantong plastik.

Gambar 1 berikut adalah alur proses yang digambarkan dengan diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*).



Gambar 1. Diagram SIPOC Produk *Spring Adjuster*

Karakteristik kritis produk *Spring Adjuster* terdiri dari 4 kategori yaitu: dimensi, permukaan, bentuk, dan ketajaman produk. Kategori dimensi terdiri dari ketinggian *notching*, lebar potongan bagian bawah, dan radius produk. Kategori permukaan dibagi ke dalam kerataan lapisan *zink* pada produk dan kemulusan permukaan produk. Kategori bentuk terkait dengan kondisi produk yang harus terbebas dari gompal dan pecah. Secara total ada 10 jenis karakteristik mutu produk *Spring Adjuster* yang harus diperhatikan perusahaan.

Measure

Proyek-proyek *Six Sigma* berfokus pada pencapaian keuntungan finansial yang terukur (Antony, 2004). Banyak metrik *Six Sigma* yang biasa digunakan dalam mengevaluasi proyek *Six Sigma*. Metrik *Six Sigma* di industri kecil dan menengah yang digunakan adalah jumlah complain, persentase *scrap*, *cost of poor quality*, *defect rate*, *process capability*, *first time yield*, *throughput yield* (Antony, 2005). Dalam evaluasi kinerja di perusahaan ini, *defect rate* dijadikan sebagai ukuran kinerja dimana ukuran ini dapat digunakan juga untuk mengukur level *sigma* dari proses yang menjadi proyek perbaikan.

Saat ini kinerja proses produksi *Spring Adjuster* diukur dari data-data hasil produksi selama 30 hari dengan data-data sebagai berikut:

1. Jumlah produk yang diperiksa (U) = 9000 unit
2. Jumlah cacat yang ditemukan (D) = 2497 cacat dengan rincian jenis cacat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi kemunculan jenis cacat

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase
1	Ketidakrataan Permukaan	788	31.56
2	Gompal	546	21.87
3	Pecah	497	19.90
4	Notching Pendek	299	11.97
5	Radius Tidak Rata	208	8.33
6	Gores	159	6.37

	Jumlah	2497	
--	--------	------	--

Walaupun jumlah karakteristik mutu produk ada sebanyak 10, namun dalam perhitungan kinerja berbasis *level sigma* jumlah karakteristik yang dijadikan sebagai *critical to quality* sebanyak 6 buah sesuai dengan jumlah *defect* yang sering muncul. Semakin banyak jumlah CTQ yang dimasukkan ke dalam perhitungan kinerja *Sigma* akan memberikan kesan kinerja *Sigma* semakin baik. Gambaran kinerja yang terlalu positif akan membuat lebih sulit dalam menunjukkan perbaikan (Pande, 2000)

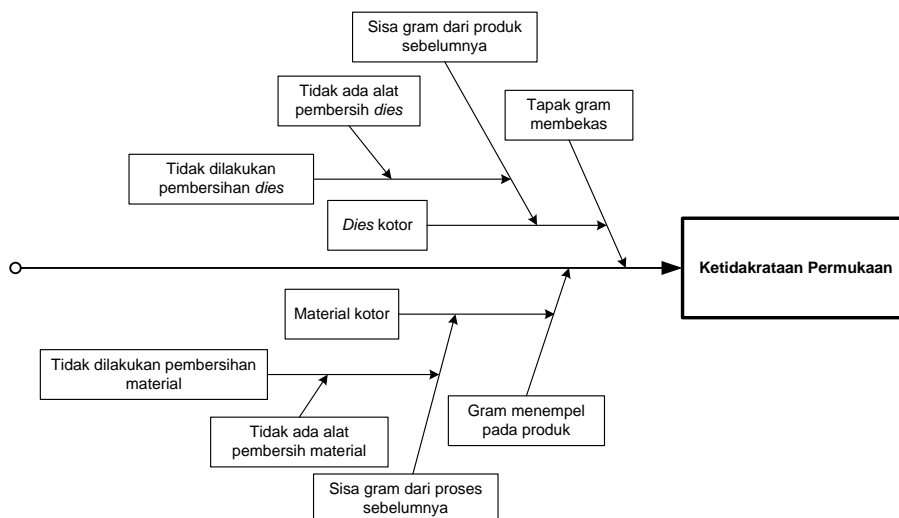
Berdasarkan data di atas diperoleh ukuran-ukuran berbasis peluang (Pande, 2000):

1. *Defect per Opportunities* (DPO) = $\frac{D}{U \times OP} = \frac{2497}{9000 \times 6} = 0,046241$
2. *Defect per Million Opportunities* (DPMO) = $DPO \times 1.000.000 = 0,046 \times 1.000.000 = 46240,74$
3. Nilai *Sigma* = $0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(DPMO)} = 3,19$

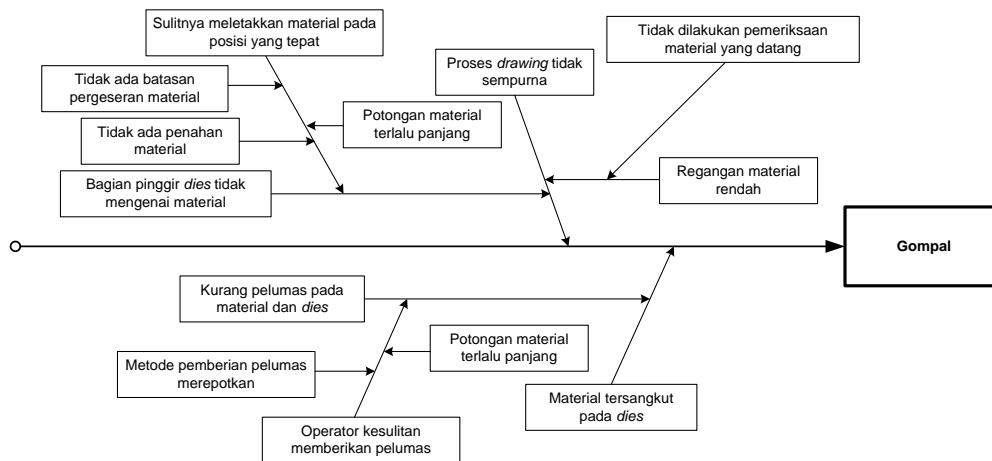
Nilai *sigma* saat ini masih jauh dari nilai *sigma* 6 dimana untuk mencapai nilai *sigma* 6 perusahaan harus selalu melakukan proses perbaikan secara berkesinambungan.

Analyze

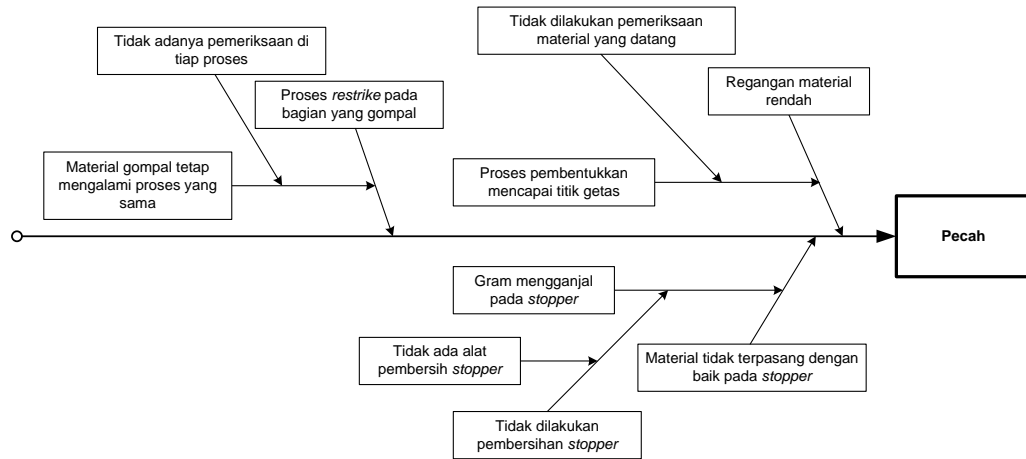
Tahap analisis ditujukan untuk mencari akar masalah yang menyebabkan terjadinya cacat. Identifikasi masalah dibantu dengan *tool fishbone diagram*. Gambar 2 - 7 berikut adalah *fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar masalah dari cacat-cacat yang muncul.



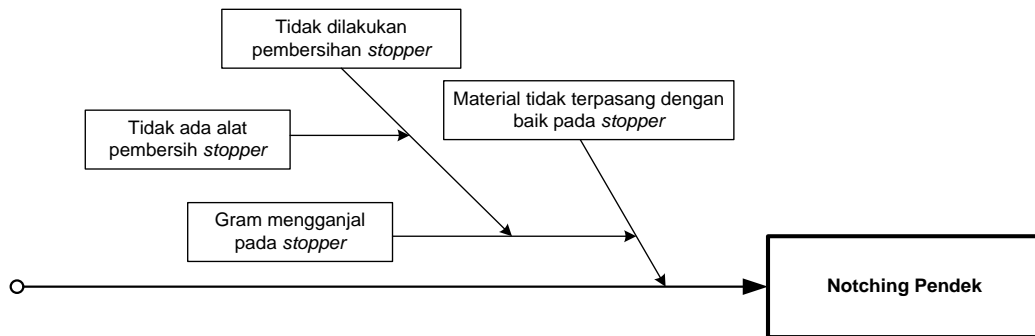
Gambar 2. *Fishbone diagram* ketidakrataan permukaan



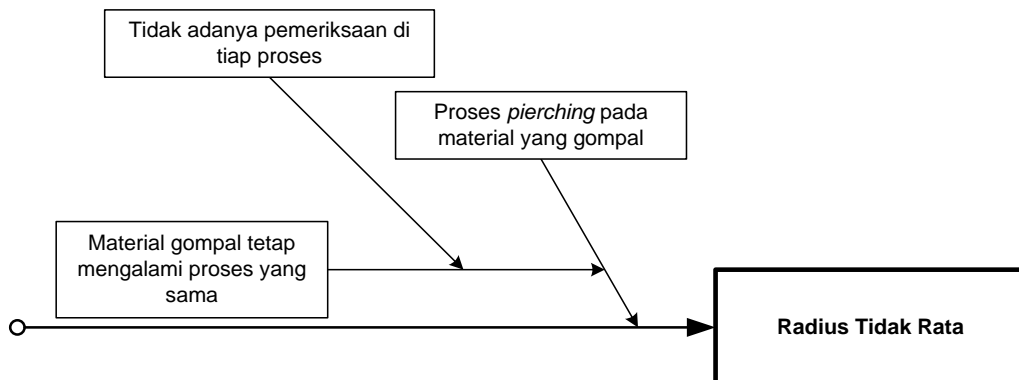
Gambar 3. *Fishbone diagram* gompal



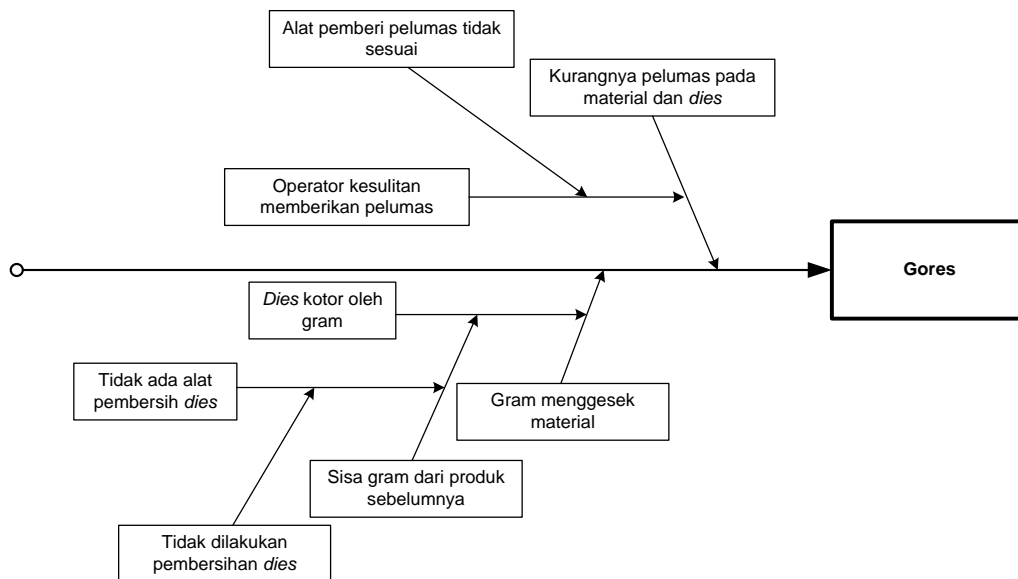
Gambar 4. Fishbone diagram pecah



Gambar 5. Fishbone diagram notching pendek



Gambar 6. Fishbone diagram radius tidak rata

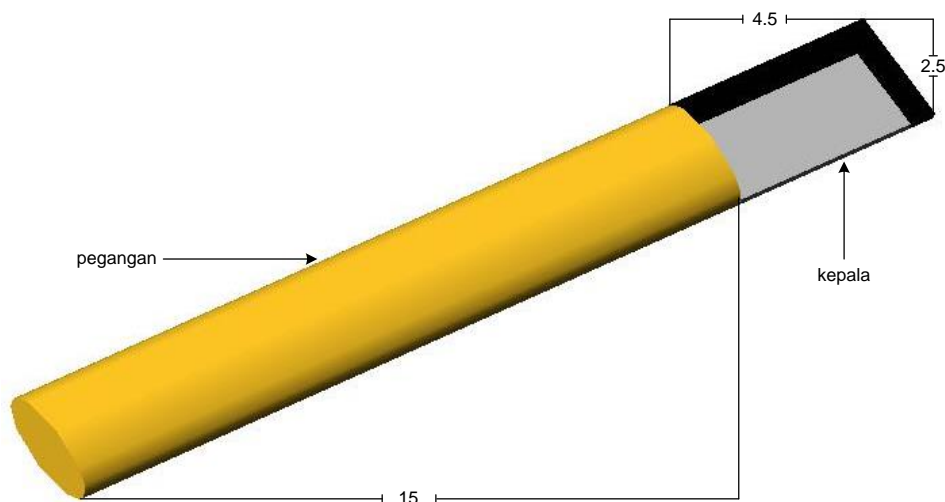


Gambar 7. Fishbone diagram gores

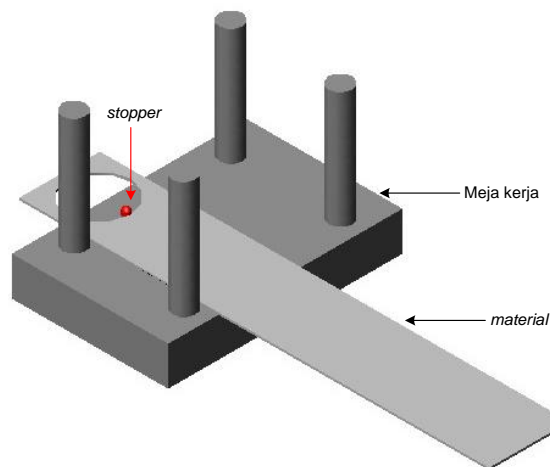
Improve

Tahap perbaikan merupakan tahapan penentuan tindakan-tindakan perbaikan yang ditujukan untuk mengurangi akar masalah. Berdasarkan hasil analisis, usulan perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan meliputi:

1. Membuat alat bantu pembersih *dies*
Usulan ini ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat gores dan ketidakrataan permukaan dengan menghilangkan *mode* kegagalan potensial yang terjadi di proses *piercing* dan jeblos yaitu adanya gesekan gram dengan material dan adanya tapak gram yang membekas. Rancangan alat pembersih ini dapat dilihat pada gambar 8.
2. Membuat alat bantu pembersih material
Usulan ini ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat ketidakrataan permukaan dengan menghilangkan *mode* kegagalan potensial adanya tempelan gram pada produk yang dapat terjadi di proses *piercing*, *trimming*, *notching* 1 dan 2, *cutting*, dan jeblos. Rancangan alat pembersih ini dapat dilihat pada gambar 8.
3. Membuat alat bantu pembersih *stopper*
Usulan ini ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat pecah dan *notching* pendek dengan menghilangkan mode kegagalan potensial tidak terpasangnya material pada *stopper* dengan pas yang dapat terjadi di proses *trimming*, *notching* 1 dan 2, serta *cutting*. Rancangan alat pembersih ini dapat dilihat pada gambar 8.

Gambar 8. Alat bantu pembersih *dies*, material, dan *stopper*

4. Mengganti alat pemberi pelumas
Usulan penggantian alat pemberi pelumas ini ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat gores dan gompal dengan menghilangkan *mode* kegagalan potensial adanya gesekan *dies* pada permukaan material di proses *blank drawing*, *drawing*, *restrike*, dan *jeblos*. Saat ini kuas sebagai alat pemberi pelumas menggunakan ukuran yang besar yaitu 8 cm yang menyebabkan bagian-bagian kecil pada *dies* tidak terlumasi. Kuas yang diusulkan yaitu yang berukuran 1 cm.
5. Memotong material lebih pendek
Usulan pemotongan material lebih pendek dari ukuran yang sekarang ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat gompal dengan menghilangkan *mode* kegagalan potensial yaitu material tersangkut pada *dies* yang terjadi di proses *blank drawing*, *drawing*, *restrike*, dan *jeblos*. Pemotongan material yaitu logam SPHC-PO yang lebih pendek 1219 mm menjadi 609,5 mm akan memberikan kemudahan bagi operator dalam meletakkan material di meja kerja pada posisi yang benar.
6. Membuat *stopper* pada mesin yang digunakan untuk proses *Blank Drawing*
Usulan ini ditujukan untuk mengurangi jumlah cacat gompal dengan menghilangkan *mode* kegagalan potensial yaitu ketidaktepatan peletakkan benda kerja di atas meja kerja yang terjadi di *blank drawing*. Gambar meja kerja dan *stopper* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Meja kerja dan *stopper* pada mesin *blank drawing*

Usulan-usulan perbaikan di atas diuji coba selama 14 hari. Jumlah produk yang dihasilkan selama 14 hari tersebut adalah 4200 buah di mana jumlah produk yang diproduksi setiap harinya sama yaitu 300 buah. Total cacat yang muncul dari 4200 produk tersebut sebanyak 212 cacat. Sebelum dihitung kinerja *sigma* setelah perbaikan ini, terlebih dahulu pengujian statistik untuk membandingkan sistem sekarang dan usulan dilakukan.

Jumlah cacat per unit memiliki distribusi Poisson. Distribusi populasi yang tidak diketahui masih dapat didekati dengan baik dengan distribusi normal jika ukuran sampel > 40 (Montgomery, et. al.). Ukuran sampel yang diambil baik sebelum maupun setelah perbaikan sangat besar di atas 40, sehingga pengujian statistik akan dilakukan dengan pendekatan distribusi normal.

1. $\lambda_{\text{Awal}} = 2497/9000 = 0,28$ cacat per unit = 83,23 cacat per 300 unit
2. $\lambda_{\text{Usulan}} = 212 / 4200 = 0,05$ cacat per unit = 15,14 cacat per 300 unit

Hipotesis: Rata-rata jumlah cacat pada sistem usulan lebih rendah daripada rata-rata jumlah cacat pada sistem awal. Z perhitungan = 34,67 jauh di atas nilai Z batas = 1,645 ($\alpha = 0,05$), sehingga dapat disimpulkan rata-rata jumlah cacat pada sistem usulan lebih rendah daripada rata-rata jumlah cacat pada sistem awal.

PEMBAHASAN

Penerapan metode DMAIC *Six Sigma* mempunyai potensi dalam memberikan keuntungan kepada perusahaan. Perbaikan yang berhasil dilakukan di PT. STL melalui penerapan *Six Sigma* yaitu adanya penurunan jumlah cacat per unit yaitu dari 83,23 cacat per 300 unit menjadi 15,14 cacat per 300 unit.

Metode DMAIC melibatkan sejumlah *tool* dan teknik baik statistik ataupun non-statistik. Hambatan di lapangan adalah pengetahuan karyawan di PT. STL akan *tool* dan teknik yang digunakan dalam DMAIC masih rendah. *Tool* dan teknik ini sangat penting untuk memahami, menganalisis, dan memperbaiki sistem. Karyawan PT. STL mempunyai pengetahuan teknik produksi yang mumpuni dan ide-ide perbaikan yang kreatif, akan tetapi potensi ini tidak bisa dioptimalkan karena sejumlah faktor yaitu:

1. Perspektif manajemen terhadap mutu yang masih terbatas dan terfokus pada produk akhir. Pendekatan yang dilakukan masih berupa inspeksi yaitu memeriksa produk dan memisahkan produk yang baik dengan yang tidak baik. Tujuan dari inspeksi ini adalah untuk memastikan produk yang dikirim ke konsumen adalah produk yang baik.
2. Pengetahuan dan penguasaan terhadap *tool* dan teknik statistik ataupun non statistik dari para karyawan masih rendah. Cakupan pelatihan yang diberikan perusahaan kepada karyawannya masih berfokus pada keterampilan yang terkait dengan kegiatan produksi belum menyinggung pelatihan-pelatihan yang terkait dengan mutu.

Penelitian ini bertujuan untuk mendorong perusahaan meningkatkan kesadaran akan mutunya melalui program perbaikan mutu yang berkesinambungan dengan pendekatan *Six Sigma*. Keberhasilan penerapan *Six Sigma* sangat tergantung pada keterlibatan dan partisipasi manajemen, infrastruktur organisasi, perubahan budaya, pelatihan, pemahaman metodologi *Six Sigma*, pengelolaan dan pemilihan proyek (Antony, 2005).

KESIMPULAN DAN SARAN

Perbaikan yang berkesinambungan sangat perlu dilakukan oleh setiap perusahaan termasuk oleh PT. STL. Salah satu pendekatan dan metode yang efektif adalah DMAIC *Six Sigma* yang berhasil memperbaiki kualitas produksi *spring adjuster* di PT. STL dari 83,23 cacat per 300 unit menjadi 15,14 cacat per 300 unit. Perbaikan ini melibatkan karyawan yang mengerti dan menguasai secara teknis proses produksi *spring adjuster*.

Proyek perbaikan diasumsikan sudah terpilih, sementara dalam kenyataannya perusahaan akan dihadapkan pada sejumlah proyek perbaikan. Pemilihan proyek merupakan salah satu faktor terpenting dalam penyebaran program *Six Sigma* secara efektif (Aboelimged, 2010). Oleh karena itu pemilihan proyek dapat ditelaah lebih lanjut.

Penelitian ini hanya berfokus pada aplikasi dan potensi DMAIC *Six Sigma* dalam proyek perbaikan mutu untuk satu jenis produk di mana dalam proyek ini hanya melibatkan orang-orang di bagian produksi. Keberhasilan penerapan *Six Sigma* di perusahaan tidak hanya sekedar penerapan DMAIC tetapi mencakup aspek-aspek organisasi seperti kepemimpinan, komunikasi, budaya organisasi, sumber daya manusia, pengelolaan proyek. Agar perusahaan dapat memperoleh manfaat dari *Six Sigma*, maka aspek-aspek infrastruktur *Six Sigma* harus diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboelimged, M. G. (2010). "Six Sigma quality: a structured review and implications for future research". *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 27, No. 3: 268-317.
- Antony, J. (2004). "Some pros and cons of six sigma: an academic perspective". *The TQM Magazine*. Vol. 16, No. 4: 303-306.
- Antony, J. Kumar, M., Madu, C. N. (2005). "Six sigma in small-and-medium-sized UK manufacturing enterprises: some empirical observations". *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 22, No. 8: 860-874.
- Folaron, J., Morgan, J. P. (2003). "The evolution of Six Sigma". *ASQ Six Sigma Forum Magazine*. Vol. 2, No. 4: 38-44.
- Montgomery, D. C., Runger, G. C. (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 3rd Ed.. New York: John Wiley & Sons, Inc..
- Pande, P. S., Neuman, R. P., Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way – How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc..
- Pyzdek, T., Keller, P. A. (2010). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*, 3rd Ed.. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc..
- Thomas, A., Barton, R. (2006). "Developing an SME based six sigma strategy". *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 17, No. 4: 417-434.
- Wessel, G., Burcher, P. (2004). "Six sigma for small and medium-sized enterprises". *The TQM Magazine*. Vol. 16, No. 4: 264-272.