

MINIMASI DEFECT PRODUK DENGAN KONSEP SIX SIGMA

SHANTY KUSUMA DEWI

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: shanty.kusumadewi@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan dapat bersaing dalam industri dengan cara memberikan produk sesuai dengan spesifikasi dan tidak cacat, dalam menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dan seragam dengan cara memperkecil variasi yang terjadi dalam proses produksinya. Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui tahap DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Dari tahap measure dengan diagram pareto diketahui bahwa defect cone Polyester 30 adalah lapping, swelled, silang, pattern, berkerut dan ribbon dan diketahui bahwa nilai sigma sebesar 3,05. Pada tahap analyze digunakan diagram sebab-akibat untuk menganalisa sebab-sebab suatu masalah. Pada tahap improve ini digunakan metode Potential Failure Mode Effect and Analysis. Pada tahap control pengendalian digunakan statistical process control (SPC) untuk data atribut yaitu menggunakan grafik pengendali np. Dari hasil penelitian didapatkan penurunan DPM sebesar 29,87% dan terjadi peningkatan nilai sigma menjadi 3,8 setelah aplikasi konsep Six Sigma.

Kata kunci: DMAIC, diagram pareto, diagram sebab akibat, potential failure mode effect and analysis (PFMEA), statistical process control (SPC)

ABSTRACT

Company can be competitive in industry with giving a product which pursuit with the specification and have no defect, in order to produce product which have good and uniform quality existed variance had to be minimized. Six Sigma was a total approach to solve problems and increase process through DMAIC phase (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Measure phase with Pareto diagram of defect cone polyester 30, it was found that percentage of cone defect polyester 30 were: lapping, swelled, stitch, pattern, wrinkles, and ribbon and in the measure phase, it was known that sigma value equal to 3,05. Analyze phase used cause and effect diagram to analyze causes of a problem in detail. Improve phase used potential failure mode effect and analysis (PFMEA). In control phase statistical process control (SPC) was used, attribute data np control chart. The result of research were reducing DPMO to 29,87% and increasing value of sigma to 3.8 after the application of Six Sigma.

Key words: DMAIC, Pareto diagram, cause and effect diagram, potential failure mode effect and analysis (PFMEA), statistical process control (SPC)

PENDAHULUAN

Pada saat ini pelaku bisnis dalam industri di Indonesia menyadari akan semakin berubahnya orientasi pelanggannya terhadap kualitas. Dalam persaingan dunia industri yang semakin ketat, perusahaan harus dapat bertahan dan bersaing dengan perusahaan sejenis. Oleh sebab itu, perusahaan harus dapat memenuhi keinginan pelanggan dan berusaha untuk dapat mempertahankan pelanggan. Komitmen dari perusahaan untuk terus mempertahankan kualitas dan keinginan pelanggan adalah dengan diterapkannya berbagai sistem manajemen mutu ISO dalam perusahaan, perusahaan telah mengalami perubahan dalam bidang kualitas. Namun perusahaan tidak dapat berhenti begitu saja karena pada kenyataannya masih terdapat produk yang belum sesuai dengan

spesifikasi yang ditetapkan atau produk cacat (*defect product*).

Kualitas pada industri manufaktur selain menekankan pada produk yang dihasilkan, juga perlu diperhatikan kualitas pada proses produksi (Ariani, 2003). Bahkan, yang terbaik adalah apabila perhatian pada kualitas bukan pada produk akhir, melainkan proses produksinya atau produk yang masih ada dalam proses (*work in process*), sehingga apabila diketahui ada cacat atau kesalahan masih dapat diperbaiki. Dengan demikian, produk akhir yang dihasilkan adalah produk yang bebas cacat dan tidak ada lagi pemborosan yang harus dibayar mahal karena produk tersebut harus dibuang atau dilakukan pengerjaan ulang. Hal ini dapat dicapai melalui penentuan metode-metode yang dapat diterapkan, termasuk teknik-teknik statistika dan

lainnya (Gaspersz, 2003). Untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik maka variasi yang terjadi harus diperkecil. Untuk dapat menyelesaikan masalah cacat produk, tidak semua penyebab dapat di atasi sekaligus, perusahaan harus mampu mengidentifikasi masalah-masalah apa yang perlu diprioritaskan terlebih dahulu. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Konsep *Six Sigma* merupakan perbaikan secara terus menerus (*continous improvement*) untuk mengurangi cacat adalah dengan meminimalisasi variasi yang terjadi pada proses produksi. Hendradi (2006) menyatakan *General Electric* (GE) sebagai salah satu perusahaan yang sukses menerapkan *Six Sigma* menyatakan, "*Six Sigma* merupakan proses disiplin tinggi yang membantu dalam mengembangkan dan menghantarkan produk mendekati sempurna. Ide sentral dibelakang *Six Sigma* adalah jika perusahaan dapat mengukur berapa banyak cacat yang dimiliki dalam suatu proses, maka secara sistematis perusahaan dapat mengatasi bagaimana menekan dan menempatkan perusahaan dekat dengan *zero-defect*. *Six Sigma* telah mengubah DNA GE, dalam setiap tindakan pada setiap produk GE. Dalam prespektif metodologi, *Six Sigma* merupakan pendekatan menyeluruh untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Dalam penelitian *Banuelas et al.* (2005) tentang aplikasi *Six Sigma* untuk mengurangi cacat (*defect*) diperoleh hasil pengurangan cacat yang cukup signifikan antara sebelum penggunaan metode *Six Sigma* dan sesudah penggunaan metode *Six Sigma* yaitu pengurangan presentase cacat sebesar 9,37%.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada PT. X, yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan benang. Data yang dibutuhkan antara lain: Data atribut yang diperoleh berdasarkan karakteristik kualitas yang dapat digolongkan atas baik (diterima) atau cacat (ditolak) produk benang, data variabel dalam hal ini adalah data berat benang, data penyebab produk cacat, data yang dikumpulkan dalam hal ini adalah sebab-sebab terduga yang menyebabkan terjadinya produk cacat yaitu pada proses pembuatan benang. Untuk memperoleh data tersebut dilakukan dengan cara pengamatan langsung dan melakukan wawancara dengan pihak yang bersangkutan.

Vanany dan Emilasari (2007) mengaplikasikan metode *Six Sigma* untuk melakukan perbaikan kualitas pada perusahaan manufaktur yang

memproduksi produk *stationery* dengan pendekatan DMAIC. Penentuan proyek *Six Sigma* pada penelitian ini didasarkan atas proses dan jenis cacat pada setiap *section*. Pendekatan FMEA yang dilakukan mampu memberi rekomendasi perbaikan kualitas. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah aplikasi *Six Sigma* untuk meningkatkan kualitas penting dilakukan perusahaan agar peningkatan daya saing produk semakin baik dalam era yang semakin kompetitif dan dinamis. Aplikasi tersebut perlu ditunjang oleh adanya metode dan *tools* yang sistematis dan komprehensif agar pelaksanaan jalannya perbaikan berjalan dengan baik dan memenuhi target yang hendak dicapai seperti DMAIC, *seven tools*, *big picture mapping* dan FMEA.

Menurut Gasperz (2002) ada enam aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan konsep *Six Sigma* dibidang *manufactur*: 1) identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan), 2) mengklasifikasikan karakteristik kualitas yang akan dianggap sebagai CTQ (*Critical to Quality*), 3) menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja, dan lain-lain. 4) menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai *Upper Specification Limit* dan *Lower Specification Limit* dari setiap CTQ), 5) menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standart deviasi untuk setiap CTQ), 6) mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma* yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_p minimum sama dengan dua ($C_p \geq 2$) atau 3,4 DPMO.

Tahapan penelitian ini mengacu pada Gasperz (2002) untuk menyelesaikan masalah dan peningkatan proses melalui tahap DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Tahap Define

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan dilakukan penentuan sasaran dan tujuan perbaikan dan identifikasi cacat produk.

Tahap Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hal-hal yang dilakukan dalam tahap *measure* yaitu: menentukan cacat yang paling vital yang merupakan karakteristik kualitas kunci (CTQ)

dengan menggunakan diagram pareto, mengukur kinerja saat ini (*current performance*) pada tingkat proses untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja awal proyek *Six Sigma*.

Tahap Analyze

Fase mencari dan menemukan akar sebab dari suatu masalah. Dari data-data yang telah dikumpulkan pada tahap *define* dan tahap *measure*. Maka perlu dicari proses produksi beserta faktor-faktor yang memengaruhi CTQ. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*). Diagram sebab-akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab-akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Gazpers, 2003).

Tahap Improve

Pada tahap ini merupakan tahap meningkatkan proses dan menghilangkan sebab-sebab cacat. Pada tahap *improve* ini digunakan PFMEA (*Potential Failure Mode Effect and Analysis*). PFMEA adalah sistematis dari aktivitas yang mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kegagalan (*failure*) potensial yang ada pada system, produk atau proses terutama pada bagian akar-akar fungsi produk atau proses pada faktor-faktor yang memengaruhi produk atau proses. Tujuan PFMEA adalah mengembangkan, meningkatkan, dan mengendalikan nilai-nilai probabilitas dari *failure* yang terdeteksi dari sumber (*input*) dan juga mereduksi efek-efek yang ditimbulkan oleh kejadian "*failure*" tersebut (Hidayat, 2007).

Tahap Control

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kapabilitas proses (*Cp*) dan *level* sigma setelah dilakukan tahap *improve*. Tahap *control* ini digunakan untuk mengendalikan pada *level* tersebut sampai dicapai kestabilan proses sebelum dilakukan siklus DMAIC selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

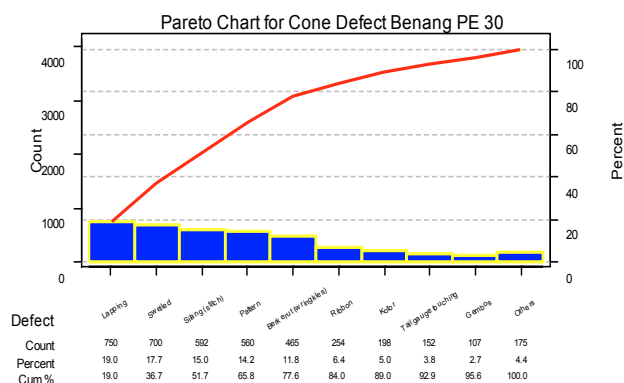
Tahap Define

Pada tahap ini ditentukan sasaran dan tujuan perbaikan, yang menjadi obyek penelitian adalah benang polyester Ne 30, karena produk ini merupakan produk yang paling rutin diproduksi setiap bulannya. Identifikasi CTQ dikembangkan dari spesifikasi

yang bersumber dari *voice of customer* dan standart spesifikasi yang ada di perusahaan. Kondisi benang (*cone*) yang diproduksi dan diterima oleh konsumen harus Bebas dari cacat (berlapis, *ribbon*, *pattern*, berkerut, silang, nglokori, gembos, *swelled*, cekung, *lapping*, *tail gauge touching*, kotor, kena oli/cat, tanpa ekor, *cone* penyok).

Tahap Measure

Pembuatan diagram pareto untuk menentukan cacat paling dominan yang nantinya akan diidentifikasi sebagai CTQ, hasil diagram pareto seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto

Dari hasil perhitungan diagram pareto didapatkan bahwa cacat yang dominan (yang memberikan kontribusi sampai $\pm 80\%$ dari total jumlah cacat) dan yang dikualifikasikan sebagai CTQ yang sehingga harus segera dilakukan tindakan perbaikan adalah *lapping*, *swelled*, silang (*stitch*), *pattern*, berkerut (*wrinkles*) dan *ribbon*. Dari perhitungan didapatkan nilai DPMO sebesar 15576,73 dan bila dikonversikan ke dalam nilai sigma maka nilainya adalah 3,7.

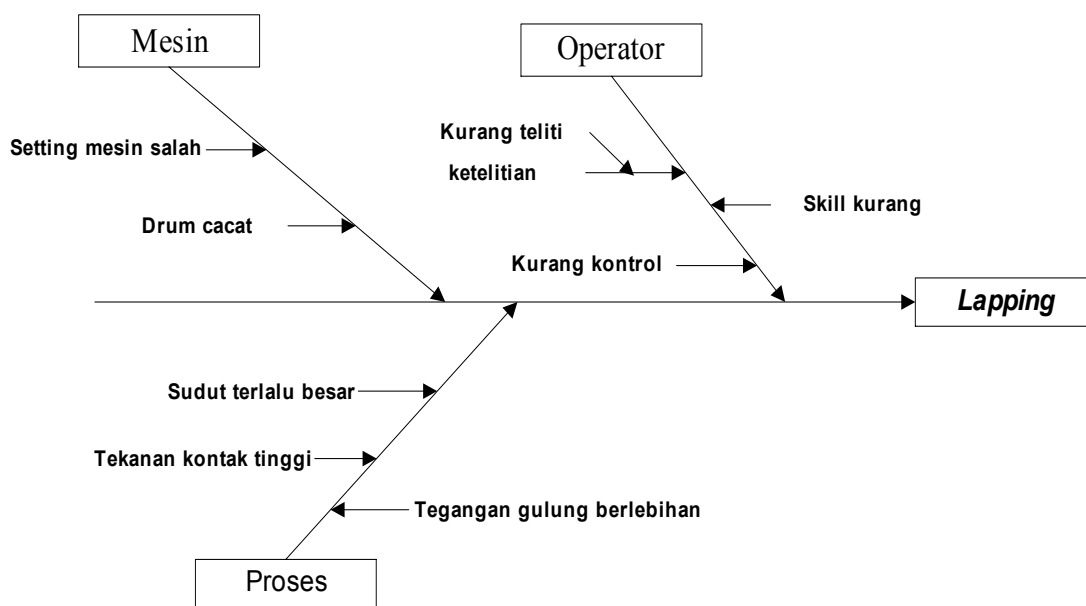
Tahap Analyze

Berdasarkan hasil dari tahap *measure* diketahui CTQ yang paling dominan adalah *lapping*, *swelled*, silang (*stitch*), *pattern*, berkerut (*wrinkles*) dan *ribbon*, selanjutnya evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui penyebab jenis cacat yang sering terjadi dijelaskan oleh diagram sebab akibat yang merupakan suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada (Nasution, 2001) dan dievaluasi sebagai berikut.

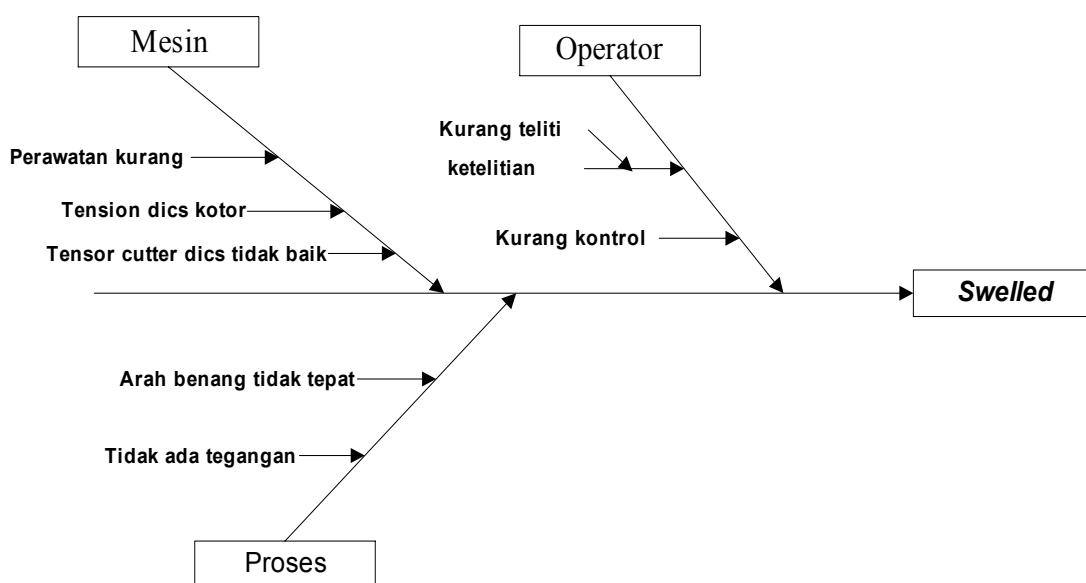
Melalui diagram sebab akibat pada gambar 2 dijelaskan bahwa terjadinya cacat *lapping* disebabkan beberapa hal di antaranya adalah: pada faktor proses sudut terlalu besar, tekanan kontak tinggi dan

tegangan gulungan yang berlebihan menyebabkan kompresi di dalam naik sehingga diameter gulungan naik. Pada faktor mesin disebabkan karena kesalahan pengesetan mesin dalam penentuan tekanan kontak dan tegangan gulungan. Drum yang cacat juga menyebabkan meningkatnya kepadatan benang sehingga menyebabkan cacat *lapping*. Ketelitian dan *skill* agar memperoleh hasil yang maksimal tergantung pada faktor manusia sebagai operator mesin. Kurangnya *skill* operator pada saat pengesetan mesin menyebabkan terjadinya cacat.

Pada gambar 3 dijelaskan bahwa terjadinya cacat *swelled* disebabkan beberapa hal di antaranya adalah: Pada faktor proses ini arah benang yang tidak tepat dan tidak adanya tegangan menyebabkan cacat *swelled*. Pada faktor mesin kurangnya perawatan menyebabkan *tension cutter disc* tidak berfungsi dengan baik dan *tension discs* kotor juga menyebabkan cacat *swelled*. Sedangkan pada faktor operator kurang ketelitian dari operator dan kurangnya kontrol pada mesin dan proses juga menyebabkan *cone* mengalami kecacatan.



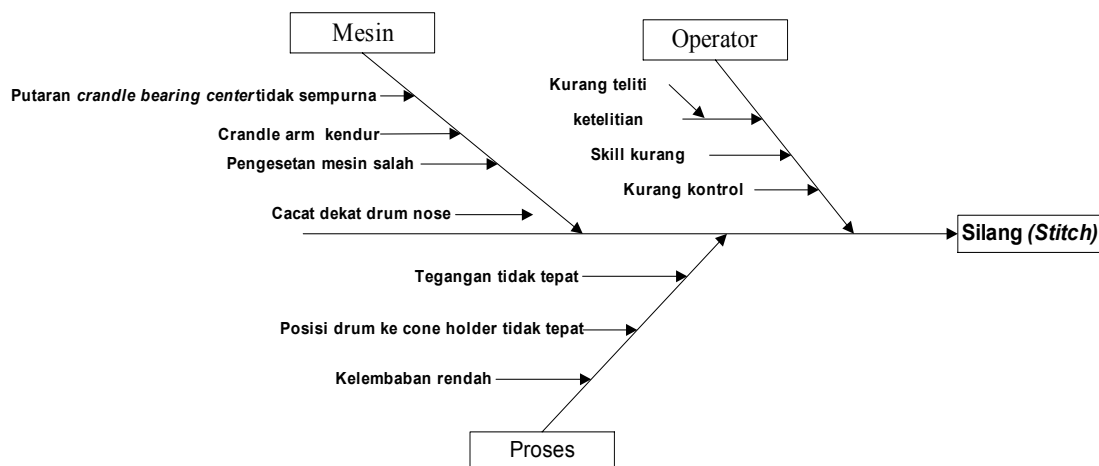
Gambar 2. Diagram Sebab – Akibat Cacat *Lapping*



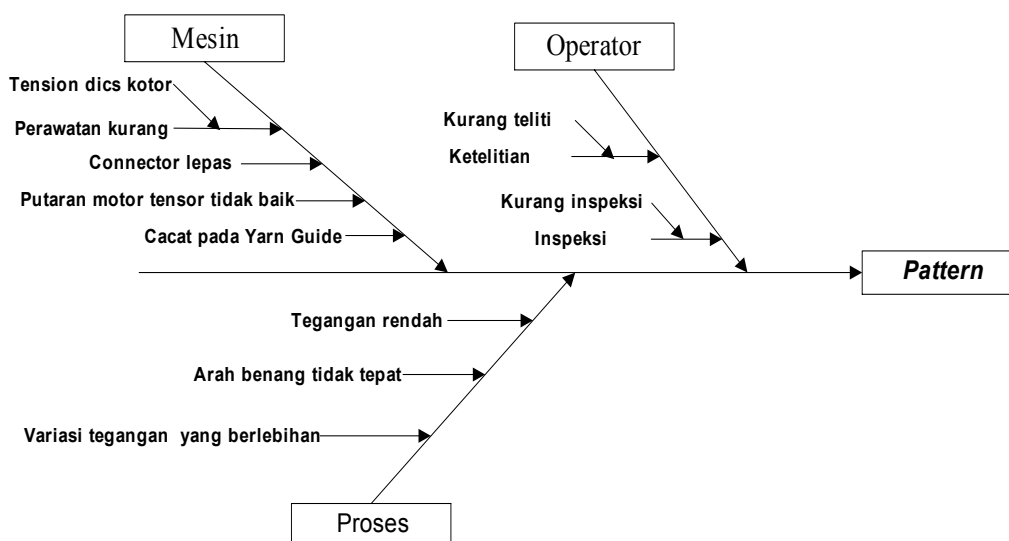
Gambar 3. Diagram Sebab-Akibat Cacat *Swelled*

Pada diagram sebab akibat gambar 4 dijelaskan bahwa terjadinya cacat silang disebabkan beberapa hal di antaranya adalah: faktor proses, pada faktor ini tegangan yang tidak tepat, posisi *drum cone holder* dan kelembaban yang rendah menyebabkan benang jatuh keluar dari package sehingga mengakibatkan cacat silang. Faktor Mesin disebabkan karena kesalahan pengesetan mesin dalam penentuan tegangan gulungan sehingga tegangan tidak tepat atau bervariasi. Putaran *cradle bearing center* yang tidak sempurna dan *cradle arm* yang kendur dan adanya cacat pada *drum nose* menyebabkan cacat silang. Faktor manusia sebagai operator mesin, kurang ketelitian dari operator dan kurangnya control pada mesin dan proses juga menyebabkan cone mengalami kecacatan. Kurangnya *skill* operator pada saat pengesetan mesin juga menyebabkan terjadinya cacat.

Melalui diagram sebab akibat pada gambar 5 dijelaskan bahwa terjadinya cacat *pattern* disebabkan beberapa hal di antaranya adalah: pada faktor proses tegangan yang rendah, adanya variasi tegangan yang berlebihan dan arah benang ke *tensor disc* yang tidak tepat sehingga gulungan tidak rata. Pada faktor mesin yang menyebabkan cacat antara lain perawatan yang kurang sehingga *tension disc* kotor dan putaran motor tensor tidak baik, lepasnya connector yang menghubungkan *tensor disc* dengan bagian lain. *Yarn guide* yang cacat juga menyebabkan cacat *pattern*. Ketelitian dan inspeksi dari operator mendukung untuk memperoleh hasil yang maksimal karena proses tergantung pada faktor manusia sebagai operator mesin. Kurangnya ketelitian dan inspeksi dari operator pada mesin dan pada saat proses menyebabkan terjadinya cacat.



Gambar 4. Diagram Sebab-Akibat Cacat Silang (*Stitch*)

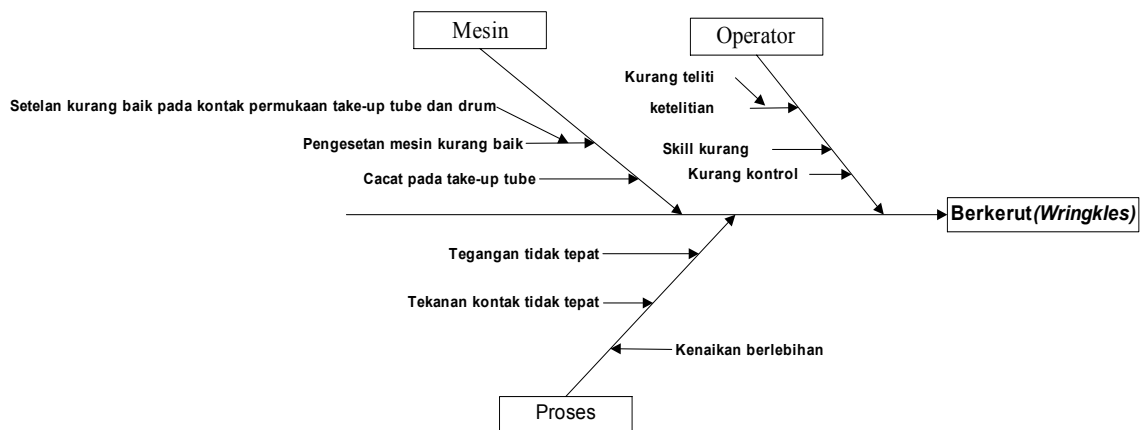


Gambar 5. Diagram Sebab-Akibat Cacat *Pattern*

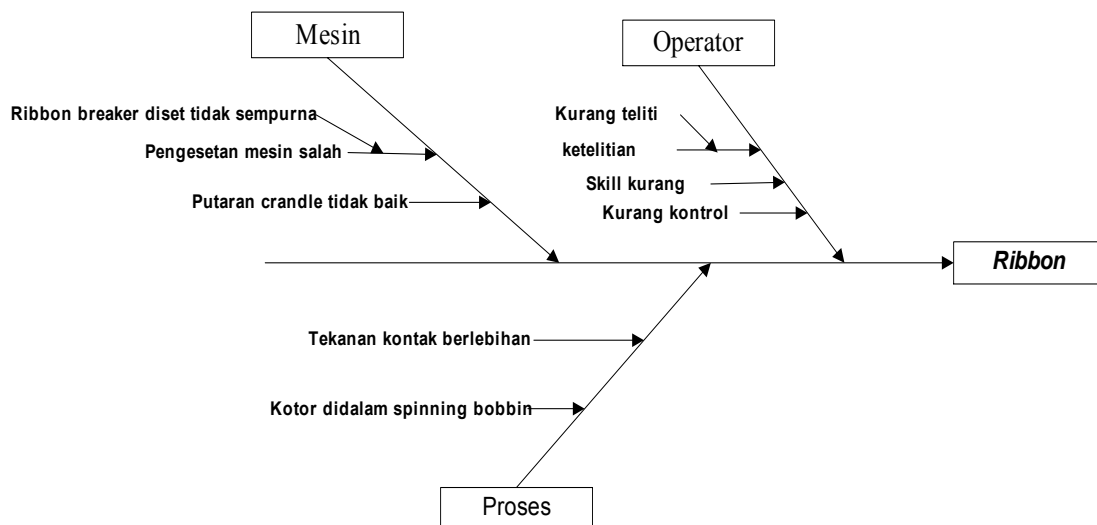
Melalui diagram sebab akibat pada gambar 6 dijelaskan bahwa terjadinya cacat kerut disebabkan beberapa hal di antaranya adalah: pada faktor proses tegangan dan tekanan kontak yang tidak tepat menyebabkan kenaikan yang berlebihan sehingga menyebabkan adanya kerutan pada gulungan. Faktor Mesin, hal ini berkaitan dengan pengesetan mesin pada setelan kontak permukaan *take-up tube* dan drum serta adanya cacat pada *take-up tube* sehingga menyebabkan cacat kerut. Pada faktor operator ini kurang ketelitian dari operator dan kurangnya kontrol pada mesin dan proses juga menyebabkan *cone* mengalami kecacatan. Kurangnya *skill* operator pada saat pengesetan mesin menyebabkan terjadinya cacat.

Melalui diagram sebab akibat pada gambar 7 dijelaskan bahwa terjadinya cacat *Ribbon* disebabkan

beberapa hal di antaranya adalah: pada faktor proses ini tekanan kontak yang berlebihan dan adanya kotoran di dalam *spinning bobbin* menyebabkan gulungan membentuk pola yang tetap seperti pita. Faktor mesin ini disebabkan karena pengesetan *ribbon breaker* yang tidak sempurna dan putaran *crandle arm* yang tidak baik sehingga menyebabkan cacat *ribbon*. Ketelitian dan *skill* agar memperoleh hasil yang maksimal tergantung pada faktor manusia sebagai operator mesin. Kurangnya *skill* dan ketelitian operator pada saat pengesetan mesin menyebabkan *cone* mengalami kecacatan. Selain itu operator juga harus sering mengontrol proses dan mesin sehingga bisa meminimalisasi terjadinya kesalahan.



Gambar 6. Diagram Sebab-Akibat Cacat Kerut (*Wrinkles*)



Gambar 7. Diagram Sebab-Akibat Cacat *Ribbon*

Tahap Improve

Pada ini digunakan metode *Potential Failure Mode Effect and Analysis* untuk meningkatkan proses berdasarkan pada hasil analisa tahap *analyze*. Dari tabel 1 terlihat bahwa RPN tertinggi ada pada *part drum wind, tension disc* dan *cradle bearing*. Ini menunjukkan bahwa *part* tersebut memberikan kontribusi yang besar terhadap terjadinya *defect* pada *cone* dan menjadi prioritas dalam langkah perbaikan seperti yang telah direkomendasikan pada tabel tersebut. Setelah dilakukan perbaikan pada proses, maka didapatkan nilai DPMO sebesar 10922,92 atau terjadi penurunan sebesar 29,87% dan terjadi peningkatan nilai sigma menjadi 3,8.

Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap terpenting karena perbaikan ulang terhadap proses tidak diinginkan dan keuntungan dari perbaikan yang terus-menerus harus didapatkan. Pada bagian ini dilakukan rencana pengendalian (*control plan*) terhadap proses. Untuk data atribut, pengendalian dilakukan pada tiap jenis cacat dengan menggunakan np chart. Grafik pengendali np digunakan untuk menampilkan jumlah (bukan proporsi) item yang memiliki karakteristik tertentu (Stagliano, 2004). Karena proses produksi telah berada dalam pengendalian maka grafik pengendali np dapat digunakan untuk memantau proses sepanjang waktu

Tabel 1. *Potential Failure Mode Effect and Analysis (PFMEA) untuk Cone Defect*

Deskripsi Part	Mode failure Potensial	Pengaruh efek failure potensial	Severity, S	Penyebab failure potensial	Ocurance, O	Pengendalian yang ada (control)	Detection, D	RPN = SOD	Tindakan yang direkomendasikan
Drum Wind	Jumlah drum wind tidak tepat	Lapping	7	Tegangan gulung berlebih	8	Pemeriksaan drum wind dan penggantian drum cacat	6	336	Menurunkan jumlah drum wind dari 2 W ke 1,5 W
	Drum wind cacat	Scramble	6	Drum tidak berhenti saat benang putus	8		6	288	Mengganti drum wind yang cacat
		Lapping	6	Tekanan package ke drum meningkat	9		7	378	
		Silang (stitch)	6	Posisi drum ke cone holder tidak tepat	9		6	324	
Take-up tube	Cacat	Wrinkles	6	Tegangan dan tekanan kontak tidak tepat	8	Pemeriksaan pada take-up tube	6	288	Mengganti take-up tube yang cacat
Tension disc	Kotor	Pattern	7	Arah benang ke tension tidak tepat	9	Pembersihan tensor disc	6	378	Bersihkan tension disc
		Swelled	7		9		6	378	
Tension cutter disc	Tidak berfungsi dengan baik	Swelled	7	Tidak ada tegangan	9	Tidak ada	5	315	Perbaiki tension cutter disc
		Pattern	7	Variasi tegangan berlebihan	9	Tidak ada	5	315	
Cradle bearing	Tidak berputar	Silang (stitch)	7	Putaran cradle bearing tidak sempurna	9	Tidak ada	6	378	Ganti cradle bearing
		Ribbon	7		9		5	315	
Cradle arm	kendur	Silang (stitch)	6	Setelan cradle arm tidak tepat	8	Pemeriksaan setelan cradle arm	7	336	Kencangkan cradle arm, setel kembali cradle arm
Yarn Guide	Cacat	Pattern	6	Arah benang tidak tepat	8	Tidak ada	5	240	Mengganti yarn guide
Ribbon breaker	Di set tidak sempurna	Ribbon	6	Tekanan kontak berlebihan	8	Tidak ada	5	240	Ganti set interval
Operator	Ketelitian kurang, kurang kontrol	Gulungan benang cacat	5	Ketelitian kurang, Kurang kontrol	6	Tidak ada	8	240	Mengontrol kembali setting mesin atau part mesin
	Skill kurang	Setting mesin tidak tepat	7	Skill kurang	9	Training	5	315	Mengadakan training bagi operator bila ada mesin baru

sampai ditemukan lagi masalah-masalah dalam proses yang harus diselesaikan atau sampai siklus DMAIC berikutnya. Dari hasil perhitungan di atas dapat dibuat batas-batas kontrol 3-sigma untuk peta kontrol np, seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Grafik Pengendali np (np Chart)

Jenis Cacat	USL _{np}	CL _{np}	LSL _{np}
Lapping	22,35	12,15	1,950
Swelled	19,80	10,35	0,9005
Silang (stitch)	16,87	8,35	0
Pattern	15,90	7,7	0
Berkerut (wringkles)	14,13	6,55	0
Ribbon	13,97	6,45	0

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa yang telah dilakukan maka didapatkan penurunan nilai DPMO (*Defect per Million Oppurtunities*) dan peningkatan nilai sigma, hasil penelitian ini mendukung penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Banuelas et al. (2005) dan Vanany dan Emilasari

(2007) tentang aplikasi *Six Sigma* untuk mengurangi cacat (*defect*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W., 2003. Manajemen Kualitas Pendekatan Sisi Kualitatif, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Banuelas, R., Antony J., and Martin, B., 2005. An Application of *Six Sigma* to Reduce Waste Journal. www.interscience.wiley.com.
- Gasperz, V., 2003. Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, V., 2005. Total Quality Management, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hendradi, T.C., 2006. Statistik *Six Sigma* dengan Minitab. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Hidayat, A., 2007. Strategi *Six Sigma*. PT Elex Media Komputino Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Nasution, M.N., 2001. Manajemen Mutu Terpadu, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Stagliano, A.A., 2004. Rath & Strong's *Six Sigma* Advanced Tools Pocket Guide. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Vanany, I. dan Emilasari, D., 2007. Aplikasi *Six Sigma* Pada Produk Clear File di Perusahaan Stationery. Jurnal Teknik Industri Vol. 9 No.5.