

**PENERAPAN METODE PENINGKATAN KUALITAS SIX SIGMA GUNA
MENINGKATKAN KAPABILITAS PROSES DAN MEMINIMASI CACAT PADA PRODUK
KAIN DENIM SORT NO 9881 N DI PT. APAC INTI CORPORA**

Heru Prastawa* , Nuzulia Khoiriyah **, Djoko Sutarso**
e-mail : ruhe@telkom.net, nks79@yahoo.com
Jurusan Teknik Industri UNDIP, Jurusan Teknik Industri UNISSULA
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 Semarang

ABSTRAK

PT. Apac Inti Corpora (PT. AIC) merupakan perusahaan produsen kain denim, selalu berusaha melakukan perbaikan berkaitan dengan kualitas dan peningkatan efisiensi proses produksinya guna memenuhi kepuasan pelanggan. Usaha peningkatan kualitas produk dilakukan dengan cara mengatasi penyebab cacat dan variasi yang timbul pada suatu proses produksi. Untuk mengetahui, menganalisa dan mengatasi variasi yang terjadi, PT. AIC menerapkan program peningkatan kualitas secara berkesinambungan dan bersifat jangka panjang yaitu Six Sigma.

Six Sigma adalah suatu target yang ditujukan untuk penerapan pada karakteristik yang kritis terhadap kualitas, bukan terhadap produk keseluruhan. Strategi dalam penerapan Six Sigma merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data analisis statistik untuk menentukan sumber variasi dan cara menghilangkannya melalui 5 tahap yaitu Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control.

Pengaruh turunnya grade kain denim sort no. 9881N diketahui dari unit inspecting berupa data cacat yang terjadi pada benang (spinning), preparation, loom. Jenis cacat dibedakan dari asal cacat yaitu cacat coarse end, coarse filling, slub yam, big knot, slack end, tight end, broken end, balling up, thin bar, filling bar, mispick, dan slack filling. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan metode Six Sigma DMAIC.

Dari pengolahan data diketahui nilai sigma dari proses kain denim sort no 9881N pada bulan September 2004 sebesar 3.44 dan pada bulan Oktober 2004 sebesar 3.33 dengan nilai DPMO 26.347,44 dan 33268,36

Kata kunci : Kualitas, Kapabilitas proses, Six sigma, DMAIC

1. Pendahuluan

Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen dalam pemilihan produk atau jasa yang digunakan. Gejala ini meluas dan tanpa membedakan status konsumen apakah perorangan, kelompok industri, ataupun toko pengecer. Sebab itulah, kualitas menjadi faktor kunci keberhasilan bisnis, pertumbuhan dan peningkatan posisi bersaing perusahaan .

PT Apac Inti Corpora (PT. AIC) adalah produsen kain *denim*, berusaha terus melakukan perbaikan yang berhubungan dengan kualitas dan peningkatan efisiensi proses produksinya guna memenuhi kepuasan pelanggan. Terkait dengan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah cara mencegah dan mengendalikan variasi cacat yang timbul pada proses produksi kain *denim sort no. 9881 N*

dengan menggunakan metode DMAIC *Six Sigma* sehingga terjadi peningkatan kualitas dan kapabilitas proses kain *denim sort no. 9881 N* yang diproduksi unit *weaving IV* PT. Apac Inti Corpora (PT. AIC). Adapun data yang digunakan dalam pengolahan data adalah data cacat bulan September dan Oktober 2004.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian *Six Sigma*

Dalam statistik, kata *sigma*, σ , merupakan sebuah huruf Yunani yang digunakan oleh para ahli statistik untuk mengukur standar deviasi atau variabilitas dalam suatu proses (Levin dan Rubin, 1998, h.74). Dalam bisnis, *sigma* merupakan ukuran yang menunjukkan performa perusahaan.

Proses dengan kapabilitas *Six sigma* berarti memiliki 12 buah standar deviasi (σ) yang terletak diantara batas spesifikasi atas (USL) dan batas spesifikasi bawah (LSL). Dalam *Six sigma* variasi dalam proses ditekan hingga tidak boleh lebih dari 3,4 *parts per million* yang berada di luar batas spesifikasi. Semakin besar nilai *sigma*, semakin baik performa suatu proses.

Dilihat dari sudut pandang statistik, paradigma kualitas sebelumnya mengatakan bahwa suatu proses dinyatakan mampu jika sebaran naturalnya, ditambah dan dikurangi tiga sigma adalah lebih kecil dari batas toleransi teknis yang ditentukan yaitu *Upper Specification Limit* (USL) dan *Lower Specification Limit*. Sedangkan *Six sigma* mengharuskan batas teknis yang ditentukan berada ditambah atau dikurangi enam sigma dari nilai rata-rata proses. Bila sebaran dipersempit hingga mencapai enam sigma dalam toleransi teknis (USL dan LSL), maka cacat (*defect*) yang dihasilkan pun semakin rendah. Hal ini terjadi karena variasi dalam proses semakin kecil.

2.2. Tools Dalam *Six Sigma*

Tools yang digunakan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* pada dasarnya merupakan gabungan dari berbagai *tools* yang sudah dikenal sejak lama terutama *Statistical Process Control* (SPC). Antara lain :

a. Diagram Alir Proses

Merupakan suatu representasi visual dari semua langkah-langkah utama dalam sebuah proses (Gaspersz, 2002 h.121). Diagram alir proses merupakan sebuah grafik yang menunjukkan masukan, tindakan, dan keluaran dari sistem tertentu.

b. Diagram *Suppliers-Input-Process-Output-customers* (SIPOC)

Terhadap setiap proyek *six sigma* yang telah dipilih harus didefinisikan proses kunci beserta interaksinya serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *six sigma*, perlu diketahui model proses SIPOC yang merupakan alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses.

c. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Waller Andrew Shewhart dari Amerika Serikat, pada tahun 1921 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special-cause variation*) dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common-cause variation*).

d. Peta Kendali U

Peta kendali U digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi yang ditetapkan yang berani dikategorikan cacat.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali U adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran contoh atau subgrup yang cukup besar dan kumpulkan banyaknya subgrup (k).
2. Hitung jumlah cacat setiap subgrup.
3. Hitung rata-rata, dengan rumus:

$$\bar{U} = \frac{\text{jumlah unit cacat}}{\text{ukuran subgrup}} \dots\dots\dots (2.1)$$

4. Hitung batas kendali untuk peta kendali U :

$$UCL = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{ni}} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$LCL = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{ni}} \dots\dots\dots (2.3)$$

5. Plot data proporsi (persentase) unit cacat dan amati apakah data itu berada dalam pengendalian atau berada diluar dalam pengendalian.

e. Studi Kemampuan Proses

Studi kemampuan proses bertujuan untuk menentukan kemampuan proses dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan target spesifikasi yang telah ditentukan. Sebelum melakukan perbaikan pada suatu proses, sebaiknya dilakukan studi kemampuan proses terlebih dahulu.

f. Diagram Pareto

Adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan.

g. Diagram Sebab Akibat (fishbone)

Adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

h. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .

FMEA adalah suatu penaksiran elemen per elemen secara sistematis untuk menyoroti akibat-akibat dari kegagalan komponen, produk, proses atau sistem dalam memenuhi keinginan dan spesifikasi konsumen, termasuk keamanan. Hal itu ditandai dengan nilai yang tinggi atas elemen dari komponen, produk, proses atau sistem, yang memerlukan prioritas, penanganan untuk mengurangi kegagalan (melalui desain ulang, perbaikan secara terus-menerus, pendukung keamanan, tinjauan perancangan, dll.

3. PENGUMPULAN DATA

Data jumlah cacat dan jumlah produksi yang didapatkan selama penelitian merupakan data yang diperoleh dari departemen *inspecting*. Merupakan data cacat kain *denim sort no 9881 N* pada bulan September dan bulan Oktober dimana cacat berasal dari benang (*spinning*), *preparation*, dan cacat dari *loom*. Data produksi, jenis cacat dan jumlah cacat pada lampiran.

4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap *Define*

1. Pernyataan Masalah dan Tujuan Proyek *Six Sigma*

a. Pernyataan Masalah

Untuk memenuhi kepuasan pelanggan dan pasar dunia PT. AIC telah menetapkan spesifikasi standar produk kain denim jenis *fashion sort No. 9881 N* dalam bentuk *grade* ekspor. Namun produk yang dihasilkan masih ada yang mengalami *down grade*. Untuk mencegah terjadinya lebih banyak kerugian maka PT. AIC harus mampu mengatasi terjadinya *down grade* dengan meminimasi jumlah cacat yang terjadi pada proses pembuatan kain *denim*.

b. Tujuan Proyek *Six Sigma*

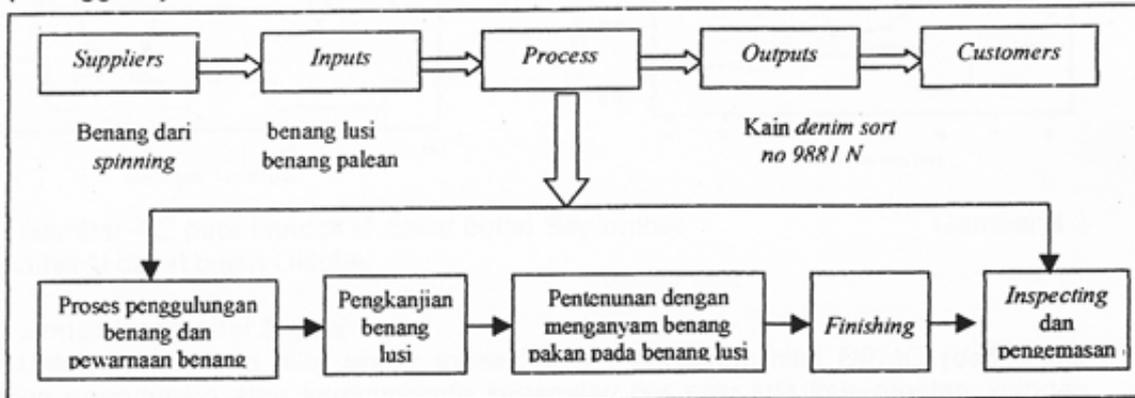
Peningkatan kualitas kain *denim sort No. 9881 N* dan peningkatan kapabilitas prosesnya dengan meminimasi cacat yang terjadi dan mengurangi penurunan *grade* kain *denim*.

2. Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dibuat agar dapat dengan mudah memahami dengan jelas proses produksi kain denim. Diagram alir ini merupakan urutan proses pertenuan yang terjadi.

3. Diagram SIPOC (*Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers*)

Merupakan alat yang sering digunakan untuk meningkatkan proses. Dalam diagram SIPOC tercantum kebutuhan proses dan persyaratan kunci beserta pelanggannya.



Gambar 4.1 Diagram SIPOC

4.2 Tahap Pengukuran (*Measure*).

Pada tahap *measure* (M) ditentukan *Critical To Quality* (CTQ) yang merupakan karakteristik yang berpengaruh terhadap kualitas, pembuatan peta kendali dari data produksi dan jumlah cacat, mencari nilai kapabilitas proses dan nilai *sigma* dari proses produksi kain *denim sort no 9881N*.

1. Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

CTQ merupakan karakteristik yang kritis pada usaha peningkatan kualitas. Dapat diartikan sebagai variabel yang berpotensi sebagai penyebab cacat dan penurunan *grade*. Dari hasil penelitian, diketahui jenis - jenis cacat yang terjadi pada kain *denim*

sort No. 9881 N yaitu: *Coarse end* (lusi besar), *Coarse filling* (pakan besar), *Slub yam* (pakan slub besar / kecil), *Big knot* (sambungan benang), *Slack end* (lusi kendur), *Tight end* (lusi kencang), *Broken end* (lusi putus), *Balling up* (gumpalan serat berbentuk bola), *Thin bar* (pakan tipis / renggang), *Filling bar* (pakan tebal / rapat), *Mispick* (pakan putus), *Slack filling* (pakan kendur).
 Dapat ditentukan jumlah *Critical To Quality* (CTQ) sebanyak 12 jenis.

2. Pembuatan Peta Kendali

Data yang digunakan dalam pembuatan peta U adalah data cacat tiap unit yang diperiksa. Perusahaan telah menentukan pemeriksaan kain denim setiap 100 yard dan lebar kain denim sort no 9881N dengan lebar 57,5 inchi. Spesifikasi jumlah cacat tiap 100 yard adalah :

$$\text{Point /100 yard} = \frac{\text{point}}{\text{pj kain}} \times \frac{36 \times 100}{\text{lebar kain}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

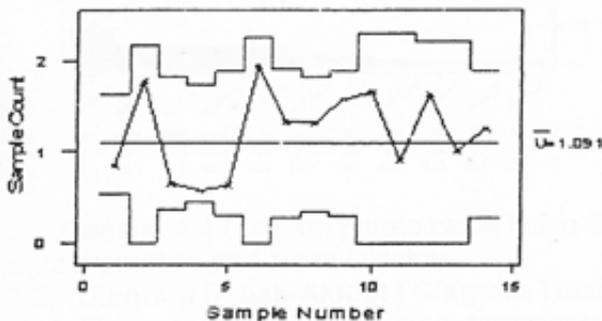
Lebar kain : 57,5 inchi

Pj kain : jumlah produksi (yard)

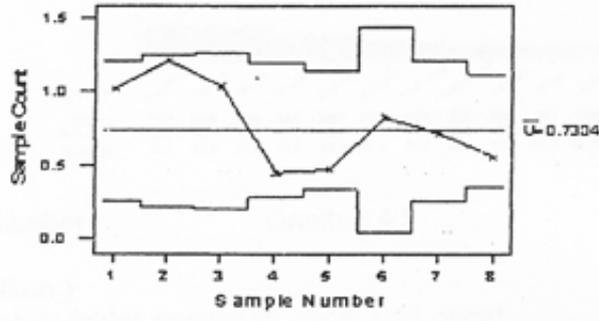
Point : jumlah cacai

1 yard : 36 inchi

Peta kendali U untuk cacat bulan September dan Oktober 2004 :



Gambar 4.2 peta kendali U cacat bulan September
 peta kendali U cacat bulan Oktober



Gambar 4.3

3. Menghitung nilai Sigma

Untuk menghitung nilai *sigma* maka harus menghitung nilai DPMO (*defect per million opportunity*) atau kemungkinan kegagalan per satu juta kesempatan, dengan rumus :

$$\text{DPMO} = \frac{\text{banyak produk yang cacat}}{(\text{banyak produk yang diperiksa} \times \text{CTQ potensial}) \times 1.000.000} \dots\dots(3.2)$$

DPMO hari 1 bulan September 2004 = 1480 / (3290 x 12) x1000.000

DPMO hari 1 bulan Oktober 2004 = 1395 / (2948 x 12) x1000.000

Selanjutnya dilakukan perhitungan DPMO sampai hari terakhir hingga didapat rata – rata dan nilai sigma sebagai berikut :

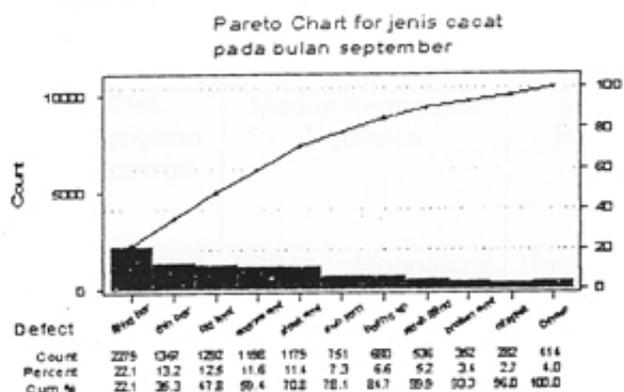
Tabel 4.1 DPMO dan Nilai Sigma Bulan September dan Oktober 2004

Bulan	DPMO	Nilai Sigma
September 2004	26347,44	3.44
Oktober 2004	33268,36	3.33

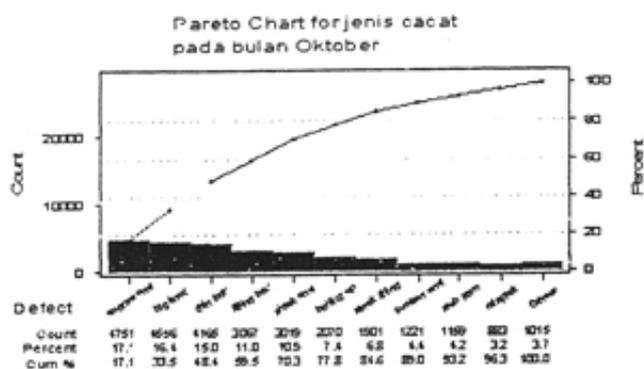
4.3 Tahap Analisa (Analyze)

1. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk menggambarkan tinggi-rendahnya frekuensi cacat yang terjadi pada kain *denim Sort No. 9881 N*, dari diagram pareto nantinya akan diketahui jenis cacat yang berpengaruh besar terhadap penurunan *grade* kain *denim*.



Gambar 4.4 Diagram pareto cacat bulan September
Diagram pareto cacat bulan Oktober



Gambar 4.5

2. Diagram Sebab-Akibat (Diagram Tulang Ikan)

Diagram ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab cacat dari cacat pada produk kain *denim Sort No. 9881N*. Diketahui bahwa faktor penyebab cacat ini disebabkan dari manusia, mesin, metode kerja, peralatan, dan lingkungan kerja.

Dari diagram pareto diketahui bahwa cacat yang diprioritaskan dalam usaha peningkatan kualitas adalah cacat *filling bar*, *Coarse end*, cacat *Big knot*, cacat *Thin bar* sehingga dapat dilakukan analisa menggunakan diagram *fishbone*.

4.4 Tahap Improve

Pada tahap ini terjadi penentuan faktor-faktor yang dapat digunakan dalam melakukan perbaikan proses produksi kain denim. Untuk mengetahui penyebab potensial dalam variasi cacat dapat digunakan *tools* dari *Six Sigma* yaitu *failure modes and effect analyze* (FMEA).

FMEA berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat secara mendetail dan spesifik, menyeluruh, disertai dengan pembobotan angka untuk mengetahui efek yang perlu diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan. Data yang digunakan dalam membuat FMEA sebagian besar dari diagram *fishbone* dan sebagian lagi dari berasal dari pengamatan langsung ditempat produksi.

Tabel 4.2 Pembuatan Cause FMEA (contoh untuk cacat filling bar)

Efek Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan
1. Lusi Sering Putus	Sering Mengalami <i>Stoppage</i>	Cone Rusak / Jelek
2. Pakan Sering Putus	Setting Mesin Salah	Operator Mengabaikan IKL
3. Benang Proses Winding Jelek	Menekan Tombol Reverse Terlalu Lama	Operator Tidak Terlatih

Tabel 4.3 Pembuatan FMEA (contoh untuk cacat filling bar)

Efek Kegagalan Potensial	Modus Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan	Point Rating			RP N	Usulan Perbaikan
			O	S	D	OS D	
Lusi Sering Putus	Sering Mengalami <i>Stoppage</i>	Cone Rusak / Jelek	3	3	5	45	Pemilihan material yg tepat
Pakan Sering Putus	Setting Mesin Salah	Operator Mengabaikan IKL	4	5	5	100	Pengawasan yg tepat thd kerja operator
Benang Proses Winding Jelek	Menekan Tombol Reverse Terlalu Lama	Operator Tidak Terlatih.	4	4	5	80	Memberlakukan training dan pengawasan thd kerja operator

Keterangan :

O = *Occurance* / kemungkinan terjadinya kegagalan dampak dari terjadinya kegagalan

S = *Severity* /

D = *detectability* / kemungkinan kegagalan dapat dideteksi

RPN = *Risk Priority Number*

4.5 Tahap Kontrol (*Control*)

Kontrol merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan diberikan beberapa usulan untuk dapat mengurangi variasi yang menyebabkan terjadinya cacat pada kain *denim sort no 9881N* dan menjaga variabel-variabel yang ada agar tetap konstan.

Adapun usulan adalah sebagai berikut :

1. Faktor Material

- a) Mengkoordinasikan penyampaian informasi terbaru atau keluhan atas material ataupun spesifikasinya baik terhadap departemen sebelumnya maupun dengan unit yang ada.
- b) Memberikan pengawasan yang lebih ketat terhadap penanganan material terutama ketika proses *material handling*. Sebaiknya Operator diberi instruksi yang jelas

tentang cara membawa material ataupun komponen dengan baik dan benar, karena apabila kurang jelas dimungkinkan terjadi benang yang dibawa untuk diproses jatuh saat dipindahkan dan akan berakibat rusaknya benang dan *cone*.

2. Faktor Manusia (Operator) :

- a) Mendokumentasikan masalah yang terjadi yang menyebabkan cacat, dan tindakan perbaikannya agar masalah tidak terulang di kemudian hari. Tiap pihak mendapat penjelasan yang lengkap, terutama operator.
- b) Memberlakukan sanksi bagi operator yang kurang disiplin di waktu kerja dan memberikan penghargaan bagi operator sesuai dengan prestasi kerjanya. Hal ini dapat dilihat dari laporan atau grafik hasil kerja tiap stasiun, yang mana yang banyak bermasalah ataupun sebaliknya. Sehingga operator merasa bertanggung jawab dan waspada selalu untuk mengurangi jumlah cacat yang terjadi.

3. Faktor Mesin :

- a) Memimalkan keadaan mesin yang sering berhenti dengan perawatan mesin secara teratur supaya jam jalan mesin (*machine running hours*) lebih lama.
- b) Setting mesin harus benar-benar tepat, sehingga utilitas dan efisiensi mesin dapat meningkat.

4. Faktor metode kerja

- a) Penetapan standar kerja yang tepat akan mampu meningkatkan kualitas produk apabila diterapkan di semua unit produksi secara tepat. Artinya perlu menetapkan standar kerja yang baru yang memiliki fungsi terhadap peningkatan kualitas produk.
- b) Penyampaian informasi dan IKL (instruksi kerja lapangan) harus benar – benar dimengerti dan dipahami oleh setiap karyawan, agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan pekerjaan.

5. Faktor Lingkungan

- a) Kondisi ruangan nyaman akan memberikan motivasi karyawan untuk bekerja dengan giat. Apabila kondisi ruangan panas tentu akan membuat karyawan maupun operator menjadi cepat lelah, maka suhu ruangan dibuat agar tidak panas. Seperti yang terjadi pada departemen *zising* dimana kondisi ruangan yang panas sangat mempengaruhi kinerja karyawan maupun operator, sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi kualitas produksi, yang mana departemen *zising* merupakan penentu kualitas benang dari *preparation*.
- b) Mengurangi *flywaste* atau kotoran benang agar *flywaste* nantinya tidak menempel pada kain *denim*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada proses produksi kain *denim sort no 9881N* diketahui karakteristik kritis terhadap kualitas (CTQ) atau faktor penyebab turunnya kualitas kain *denim sort no 9881N* adalah : *coarse end, coarse filling, slub yam, big knot, slack end, tight end, broken end, balling up, thin bar, filling bar, mispick, dan slack filling*.
2. Dari perhitungan nilai level sigma yang diketahui dari konversi nilai DPMO ke nilai sigma, diketahui nilai sigma rata – rata harian proses kain *denim sort no 9881N* pada bulan September 2004 sebesar 3,44 dan nilai DPMO 26347,44 Sedangkan nilai sigma rata – rata harian pada bulan Oktober 2004 sebesar 3.33 dengan nilai DPMO 33268,36

3. Pada proses kain *denim sort no 9881N* pada bulan September cacat yang paling berpengaruh terhadap penurunan *grade* adalah cacat *filling bar*. Sedangkan pada bulan Oktober cacat yang berpengaruh adalah cacat *coarse end*, karena memiliki jumlah cacat yang paling banyak terjadi pada proses kain *denim sort no 9881N*.
4. Pada analisa FMEA untuk cacat *filling bar* dengan nilai RPN tertinggi yang menjadi efek kegagalan potensial adalah benang pakan sering putus, modus kegagalannya setting mesin salah sehingga diketahui penyebab kegagalannya karena operator yang mengabaikan instruksi kerja. Sehingga dilakukan tindakan perbaikan pengawasan yang ketat terhadap kerja operator.
5. Pada analisa FMEA untuk cacat *coarse end* dengan nilai RPN tertinggi maka prioritas penanganan masalah dilakukan pada efek kegagalan benang tidak memenuhi standar, modus kegagalan kerataan benang yang kurang baik, dan yang menyebabkan kegagalan terjadi adalah setting mesin salah, sehingga dilakukan usulan perbaikan agar dilakukan perbaikan metode kerja dan standar mesin yang tepat.
6. Pada analisa FMEA cacat *big knot* dengan nilai RPN yang tertinggi maka prioritas penanganan masalah dilakukan pada efek kegagalan benang lusi sering putus, modus kegagalan *speed* mesin tidak normal dan yang menyebabkan kegagalan terjadi adalah cone benang jelek, sehingga dilakukan usulan perbaikan agar dilakukan perbaikan pemilihan material yang tepat.
7. FMEA cacat *thin bar* dengan nilai RPN yang tertinggi, maka prioritas penanganan masalah dilakukan pada efek kegagalan benang pakan sering putus, modus kegagalan operator salah mengambil benang dan yang menyebabkan kegagalan terjadi adalah informasi yang diberikan kepada operator kurang tepat, sehingga dilakukan usulan perbaikan agar dilakukan perbaikan standar kerja dan perlu untuk diterapkan.

5.2 Saran

1. Untuk meningkatkan kualitas dari kain *denim sort no 9881 N* dengan meningkatkan pengawasan produksi dan perawatan peralatan produksi serta melakukan pemilihan material yang tepat supaya dihasilkan kain denim yang memiliki kualitas yang baik.
2. Usulan yang telah dibuat agar dilanjutkan sebagai upaya peningkatan kualitas produk secara terus – menerus.
3. penerapan dan penggunaan metode peningkatan kualitas *six sigma* dapat diterapkan pada seluruh proses yang ada dan pada seluruh level yang ada, baik pada level bisnis, level operasi maupun level proses.

DAFTAR PUSTAKA

- a. Ariani, Dorothea Wahyu, "*Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam manajemen Kualitas)*", Andi Offset, Yogyakarta, 2004.
- b. Dedi, Sugiarto, "*Panduan Praktikum Pengendalian Kualitas*", Universitas Trisakti Jakarta, 2002
- c. Fadilah, Siti, "*Implementasi Six Sigma Guna Meningkatkan Kualitas Dan Kapabilitas Proses pada Produk Hot Rolling*", FTI Unissula Semarang, 2004.
- d. Gaspersz, Vincent, "*Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO-9001:2000, MBNQA dan HACCP*", Jakarta, 2002
- e. Gaspersz, Vincent, "*Total Quality Management*", Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2001
- f. Harry, Mikel dan Richard Schroeder, "*Six Sigma : The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations, Doubleday*", New York, 2000.
- g. Montgomery, Douglas C, "*Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1990.
- h. Pande, Neuman, Cavanagh, "*The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies Are Honing Their Performance*", New York, 2000.
- i. Pyzdek, Thomas, "*The Six Sigma Revolutions*", Salemba Empat, Jakarta, 2000.
www.qualityamerica.com/knowledgecenter/articles/pyzdeksixsigrev.htm