

PERPUSTAKAAN PUSAT  
KUALITAS INDONESIA

## Usulan Penerapan *Six Sigma* untuk Mengurangi Cacat *Appearance* dan Tingkat Pengerjaan Ulang Produk Pakaian Jadi di PT. X

Erlinda Muslim<sup>1</sup> dan Erni Budiarti<sup>2</sup>

Industrial Engineering Department, University of Indonesia  
Faculty of Engineering, University of Indonesia, Depok – 16424, Indonesia  
<sup>1</sup>erlinda@eng.ui.ac.id; <sup>2</sup>ernibudiarti@hotmail.com

### Abstrak

*Six Sigma merupakan suatu target -3,4 Defect Per Million Opportunities- yang memungkinkan karakterisasi kualitas diukur dari perspektif jumlah cacat sebenarnya dibanding total kesempatan terjadinya cacat. Metodologi peningkatan kualitas Six Sigma disebut Six Sigma Improvement Framework, terdiri dari 5 fase DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control). Six Sigma berfokus pada pelanggan dan berorientasi pada proses yang berpengaruh pada hasil akhir yang diharapkan. Penelitian ini menganalisis penerapan Six Sigma pada perusahaan garment PT. X untuk mengurangi banyaknya cacat appearance dan tingginya tingkat pengerjaan ulang pada produk pakaian jadi. Pengolahan data kuantitatif dan kualitatif dilakukan menggunakan beberapa tools Six Sigma pada masing-masing tahap DMAIC. Penelitian dibatasi pada produk dengan nomor style 148 824 yang memiliki 11 karakteristik kualitas kritis (CTQ). Defect per unit (DPU) yang dihasilkan sebesar 0.608974, dan nilai sigma sebesar 3,095. Throughput yield yang dihasilkan sebesar 39,1026%.*

**Kata kunci :** Cacat, Six Sigma dan Kualitas

### Abstract

*Six Sigma is a quality target of -3,4 Defect Per Million Opportunities- that allows quality characteristic being measured by perspective of total defects compare to the total opportunities of defect to occur. Six Sigma quality improvement methodology is called Six Sigma Improvement Framework which consist of 5 phases DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). Six Sigma focused on customer and oriented to the process which affect the final quality characteristic required on a product. This research analyzed the implementation of Six Sigma in a garment company PT. X to reduced the number of appearance defect, and the high number of rework for the clothes product. Quantitative and qualitative data were processed by means of some Six Sigma tools for each phase of DMAIC. This research focused on the product with style number 148 824 which has 11 critical quality characteristic (CTQ). Metric value acquired : defect per unit (DPU) = 0,608974, and the sigma value = 3,095. Throughput yield = 39,1026%.*

**Key words :** Defect, Six Sigma and Quality

### 1. Pendahuluan

Dalam era globalisasi yang terjadi sekarang ini persaingan dalam dunia bisnis semakin ketat. Untuk dapat bertahan suatu industri harus berfokus pada kepuasan pelanggan. Pelaku-pelaku bisnis dituntut untuk selalu berusaha memperbaiki kualitas pada proses yang mereka lakukan agar dapat memberikan produk atau layanan sesuai tuntutan pelanggan dan mengefisienkan penggunaan biaya dengan mereduksi biaya-biaya yang tidak memberikan nilai tambah.

Perbaikan kualitas bukan cara penyembuhan bagi bisnis yang sedang sekarat, tetapi juga merupakan langkah penting untuk mencapai tujuan perusahaan.

PT. X adalah perusahaan garment yang sedang berkembang. Dalam menghadapi tuntutan pasar dan persaingan, PT. X juga dihadapkan pada masalah kualitas dan tidak tahu pada posisi mana performa kualitas mereka saat ini. *Six Sigma* dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan ini.

Pada dasarnya pelanggan PT. X menggolongkan karakteristik utama kualitas pakaian menjadi 2 kategori utama. Pertama adalah *appearance*, kedua adalah kesesuaian ukuran. Permasalahan kualitas utama yang terjadi di PT. X adalah banyaknya cacat *appearance*. Hal ini diketahui dari *inspection report* pelanggan pada tahap penyerahan barang, hasil wawancara dengan perwakilan pihak *buyer* dan dengan petugas *quality control*. Perusahaan dapat menekan jumlah cacat dengan melakukan banyak pengerjaan ulang yang meningkatkan biaya produksi dan *cycle time*.

Target waktu penyelesaian produksi terancam tidak tercapai. Untuk menghindari keterlambatan terkadang harus dilakukan lembur atau digunakan sarana transportasi yang lebih cepat dan lebih mahal. Untuk itu perlu diupayakan usaha perbaikan proses sehingga kerugian dapat dieliminasi. Jadi, permasalahan dalam penelitian ini adalah jumlah cacat *appearance* yang membutuhkan pengerjaan ulang. Penerapan *Six Sigma* diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap permasalahan yang ada.

Tujuan yang ingin dicapai adalah usaha peningkatan kualitas melalui penerapan *Six Sigma*, dengan cara :

1. Mengidentifikasi karakteristik utama kualitas
2. Menghitung indeks kemampuan proses
3. Menganalisis kapabilitas proses
4. Mengidentifikasi penyebab cacat produk
5. Mengidentifikasi solusi-solusi perbaikan

## 2. Konsep *Six Sigma*

Konsep *Six Sigma* diperkenalkan pada akhir tahun 80-an oleh Motorola. Motorola bertujuan untuk mencapai kondisi *Six Sigma* (*3,4 Defect Per Million Oppotunities*), dalam setiap operasi perusahaan sebelum tahun 1992. Tujuan Motorola yang mendasar adalah *total customer satisfaction* [1].

Kata sigma diambil dari huruf alfabet Yunani  $\sigma$ , dan digunakan dalam ilmu statistik sebagai sebuah ukuran variasi.[2] Dalam hal pengendalian kualitas, *Six Sigma* pada dasarnya merupakan suatu target yang

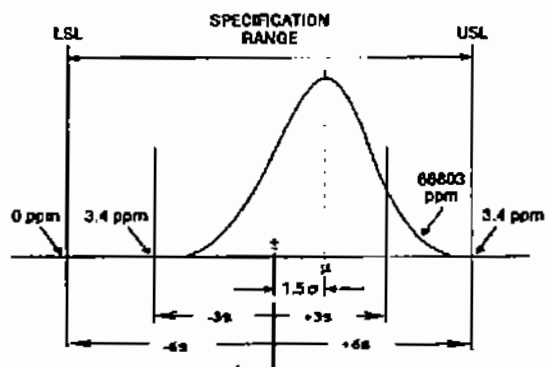
termasuk dalam kategori teknik *process capability* ( $C_p$ ). [3]

Sigma mengukur kemampuan proses untuk menghasilkan produk tanpa cacat. Indeks pengukuran yang sering digunakan adalah "*defects per unit*". Nilai Sigma mengindikasikan seberapa sering kecacatan terjadi. Semakin meningkat nilai sigma, jumlah cacat semakin sedikit sehingga biaya dan *cycle time* menurun. Selain itu, tingkat kepuasan pelanggan meningkat.

Motorola mendefinisikan *Six Sigma Quality* tercapai pada proses yang menghasilkan produk berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan dan memiliki indeks kemampuan proses  $C_p$  sama dengan dua. Istilah *Six Sigma* digunakan mengacu pada kenyataan bahwa batas spesifikasi pada proses dengan indeks  $C_p$  sama dengan dua adalah enam standar deviasi proses dari target nilai tengah *range* toleransi. Tujuan statistik *Six Sigma* adalah mengurangi variasi output proses sehingga  $\pm 6$  standar deviasi berada dalam batas spesifikasi. Dengan demikian, output yang keluar spesifikasi tidak lebih dari 3,4 dalam setiap satu juta peluang. Semakin meningkat nilai sigma, variasi proses akan menurun. Dengan sigma proses yang tinggi, nilai variasi semakin mendekati nilai nol (*zero defects*).

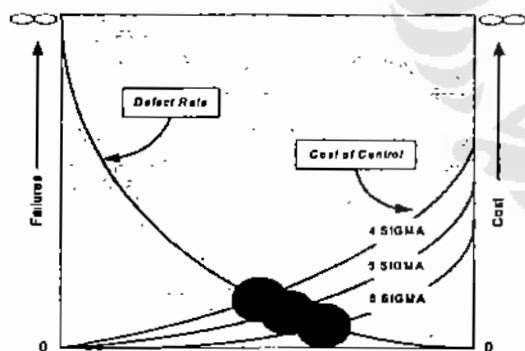
Jika rata-rata output terdistribusi normal dan *centered* pada nilai target, maka kemungkinan cacat yang terjadi hanyalah 0,002 dalam satu juta peluang cacat. Namun, *Six Sigma* Motorola juga mempertimbangkan kemungkinan pergeseran kurva output dari nilai targetnya. Pergeseran ini diasumsikan 1,5 standar deviasi proses, nilai ini konsisten dengan pergeseran rata-rata hasil proses dalam dunia industri.[4] Pada kondisi ini dalam jangka panjang proses enam sigma hanya akan menghasilkan 3,4 cacat atau keluar dari batas spesifikasi dalam setiap satu juta peluang cacat.

Pada dasarnya, *Six Sigma* memungkinkan karakterisasi kualitas diukur dari perspektif jumlah cacat sebenarnya dibanding dengan total kesempatan terjadinya cacat tersebut. Jumlah ini didapat dari jumlah cacat/satu juta.



Gambar 1.  
Kurva Proses Six Sigma

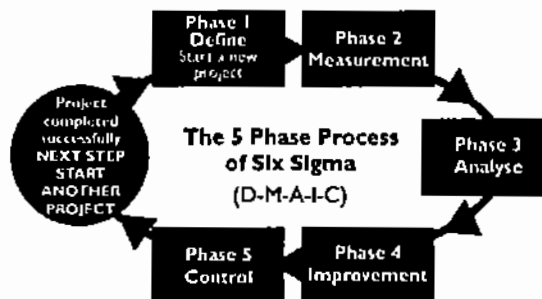
Semakin tinggi nilai sigma jumlah cacat semakin sedikit. Tujuan utama *Six Sigma* adalah kepuasan pelanggan melalui perbaikan proses terus menerus sehingga dapat menghasilkan produk dengan variasi minimal. Dengan menurunkan variasi proses, sigma proses akan meningkat, dan akan menghasilkan penurunan biaya luar biasa bagi perusahaan. Dalam usaha peningkatan kualitas, *Six Sigma* berfokus pada pelanggan dan berorientasi pada proses kunci yang mempengaruhi keberhasilan perusahaan. [5]



Gambar 2.  
Model Biaya Kualitas Baru

## 2.1 Metodologi Peningkatan Kualitas Six Sigma

Pendekatan *Six Sigma* yang digunakan dalam proyek peningkatan kualitas terdiri dari 5 fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). [6] DMAIC merupakan sebuah tahapan proses sistematis dan mengacu pada fakta untuk melakukan perbaikan terus menerus. Dalam setiap tahapan diaplikasikan *tools Six Sigma*.



Gambar 3.  
Lima Fase Six Sigma dalam Proyek Peningkatan Kualitas

*Tools* yang digunakan pada proyek penerapan *Six Sigma* cukup banyak, namun *tools* yang digunakan hanya beberapa relevan untuk digunakan menurut permasalahan yang ada.

1. *Tools* pada tahap *Define* : *Problem Statement, Diagram Alir/Process Chart, Input-Process-Output (IPO) Graph*
2. *Tools* Pada Tahap *Measure* : *CTQ Tree, Check Sheet, Capability Studies & Minitab Data Analysis, Perhitungan nilai Sigma dan Yield*
3. *Tools* Pada Tahap *Analyze* : *Diagram Sebab Akibat, Cause Failure Mode Effect Failure Modes and Effect Analysis*
4. *Tools* Pada Tahap *Improve* : *Tabel Action Planning for Failure Modes, Preventive Activities/Poka Yoke*
5. *Tools* Pada Tahap *Control* : *Control Chart*

## 3. Penerapan Six Sigma

Data yang terkumpul diolah melalui 5 fase *Six Sigma* yaitu DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan control*).

### Define (Tahap Definisi)

Fase *Define* berkaitan dengan pendefinisian tujuan dan latar belakang, dan identifikasi permasalahan yang harus diberi perhatian untuk dapat mencapai performa kualitas yang lebih baik. Aktivitas yang dilakukan adalah pembuatan *problem statement*, menentukan ruang lingkup, dan mendefinisikan proses bisnis yang akan diteliti dengan mengenali hubungan antara variabel input dan responnya.

▪ **Problem Statement**

- Permasalahan : tingginya cacat *appearance* pada produk pakaian jadi
- Tujuan : menekan tingginya tingkat cacat *appearance* dengan perbaikan proses yang mempengaruhi timbulnya cacat *appearance*, sehingga cacat tereliminasi dengan proses produksi yang handal.

Visualisasi Proses dan Penentuan Ruang Lingkup dengan Diagram Alir

Diagram alir proses produksi dibuat untuk visualisasi semua aktivitas proses produksi sesuai urutannya dalam bentuk yang sederhana untuk mempermudah pemahaman tentang proses pembuatan produk dan melakukan analisis perbaikan. Diagram alir juga digunakan untuk menentukan ruang lingkup proses yang diteliti. Diagram ini dimulai pada saat bagian *cutting* menerima sampel dari divisi sampel hingga produk selesai diproduksi lalu dikemas (*packing*) dan disimpan. Diagram alir terdiri dari 71 tahapan yang berisi 58 operasi. Data produk cacat diambil pada proses inspeksi setelah proses jahit (*sewing*), yaitu proses inspeksi dengan nomor tahapan 51. Pada tahap ini banyak ditemukan cacat *appearance*. Karena itu, aktivitas yang diteliti dan dianalisa adalah aktivitas dengan nomor 1 hingga 50, meliputi operasi 1 hingga 45. Secara umum, proses yang diteliti terbagi menjadi proses *cutting*, dan *sewing*. Proses-proses ini berpengaruh langsung terhadap kecacatan produk yang ditemukan pada tahap inspeksi yang diteliti.

Pendefinisian Hubungan Variabel Input dan Respons Proses dengan *Input-Process-Output (IPO) Graph*

*IPO Graph* dibuat untuk mendefinisikan proses bisnis yang diteliti dengan mengenali hubungan variabel input dan responnya. Dengan demikian dapat diidentifikasi dengan jelas apa *input* yang dibutuhkan untuk menghasilkan *output* yang diharapkan. Hal ini akan mempermudah pemahaman dan analisa terhadap proses yang diteliti.

*Measure* (Tahap Pengukuran)

Fase *Measure* berkaitan dengan pengumpulan informasi mengenai kondisi

saat ini dan melakukan pengukuran atau studi kemampuan proses yang ada saat ini. *Some of the first information you need before starting any journey is your current location.* [7] Hasil pengukuran menghasilkan nilai metrik yang menunjukkan kemampuan proses saat ini yang akan dijadikan tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan.

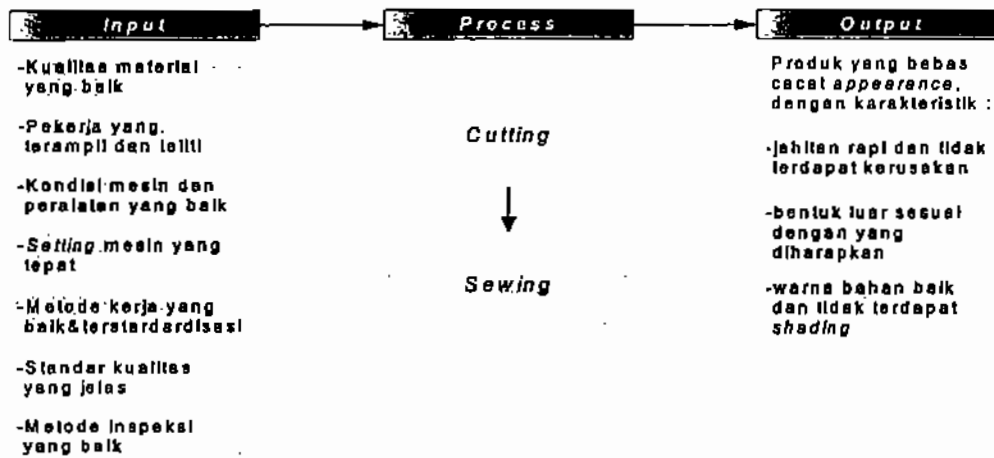
Pengidentifikasian Karakteristik Kritis Kualitas (*Critical to Quality / CTQ*) dan Penggolongan Jenis Cacat

CTQ berisi karakteristik produk 148 824 yang utama atau kritis yang diinginkan oleh pelanggan eksternal. Masukan pihak *buyer* merupakan data untuk membuat CTQ. CTQ merupakan elemen dasar suatu proses perbaikan. Dengan mengidentifikasi CTQ, perusahaan dapat mengantisipasi cacat dan menghasilkan produk yang diharapkan.

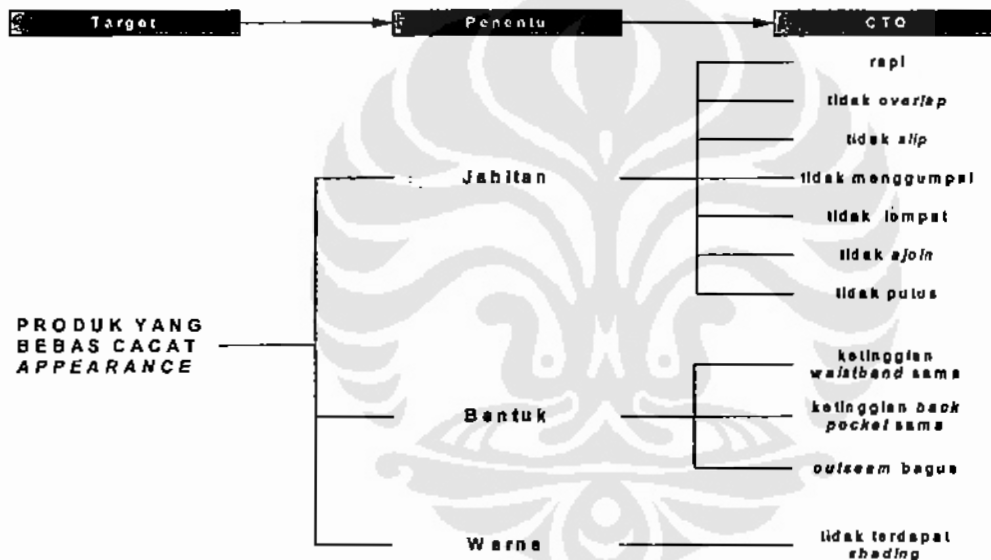
Yang menjadi target adalah produk bebas *cacat appearance*. Produk mempunyai tiga penentu untuk dikategorikan memiliki cacat *appearance*, yaitu jahitan, bentuk, dan warna. Ketiga kategori penentu tersebut terbagi lagi menjadi beberapa karakteristik kualitas. Jahitan 7 CTQ, bentuk memiliki 3 CTQ, dan warna memiliki 1 CTQ. Jumlah CTQ adalah 11. Produk berkualitas memenuhi 11 CTQ. Dari CTQ dilakukan penggolongan jenis cacat. Cacat terjadi akibat ketidaksesuaian dengan karakteristik kualitas kritis yang diinginkan pelanggan dalam CTQ *Tree*. Penggolongan jenis cacat dilakukan agar pengambilan data dapat dilakukan tanpa kerancuan. CTQ juga digunakan untuk perhitungan *sigma* dan *yield* proses.

Studi Kemampuan Proses

Pengumpulan data cacat dilakukan dengan terlebih dahulu membuat *check sheet* atau lembar pemeriksaan. Sub grup yang digunakan adalah satu ikatan pakaian yang memiliki nomor proses *cutting* berbeda dan dikerjakan oleh pekerja yang bervariasi. Pemilihan sub grup berdasarkan ikatan pakaian adalah berdasarkan kepraktisan. Ukuran sampel dalam sub grup atau jumlah unit dalam satu ikatan



Gambar 4. IPO Graph



Gambar 5. CTQ Tree Produk Pakaian No.style 148 824

pakaian berbeda-beda. Sampel yang diambil adalah sebanyak 41 subgrup atau sebanyak 324 unit.

Hasil dari studi kemampuan proses yang dilakukan adalah nilai-nilai metrik yang akan menggambarkan kemampuan proses produksi awal (proses *cutting* dan proses *sewing*) untuk memproduksi produk pakaian dengan nomor *style* 148 824. Untuk itu, perlu diuji terlebih dahulu apakah data yang diambil cukup valid untuk menggambarkan kemampuan proses yang sebenarnya. Studi kemampuan proses

harus dilakukan dari data proses yang berada dalam kendali statistik sehingga data yang digunakan untuk menghitung nilai indeks kemampuan proses tidak menunjukkan adanya variasi proses yang berasal dari sumber penyebab khusus (*special cause variation*) dan nilai yang dihasilkan menggambarkan kemampuan proses yang benar dan dapat diterima.

Untuk itu dibuat *control chart Shewart u chart* atau *defect per unit chart* menggunakan *software Minitab*. Nilai *defect per unit*

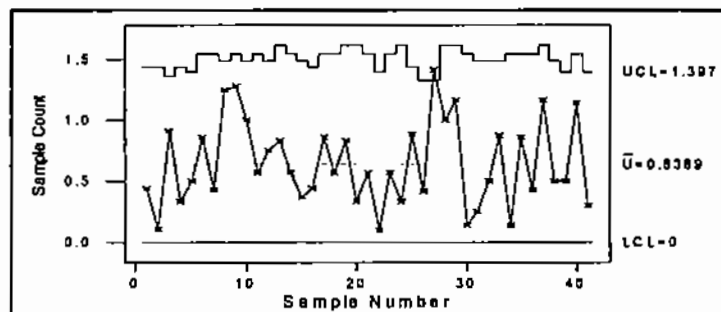
dihitung untuk tiap subgrup karena ukuran sampel pada tiap subgrup berbeda, dan bukan dihitung untuk tiap satu *piece* atau satu unit pakaian karena akan menghasilkan variasi yang terlalu besar.

*U chart* pada gambar 6 menunjukkan proses tak terkendali karena mengindikasikan adanya plot keluar dari batas kendali atasnya. Kerena pola data cukup baik, untuk mendapatkan *output* proses yang terkendali

pengambilan data tidak perlu dilakukan ulang. Sub grup nomor 27 dapat dihilangkan, total sampel menjadi 312 unit. Dari sampel ini ditemukan 190 buah cacat. Setelah itu dilakukan studi kemampuan proses untuk data atribut menggunakan Minitab. Hasil yang didapat adalah nilai metrik DPU (*defect per unit*) dan beberapa *chart* yang dapat digunakan untuk menganalisis validitas data.

**Tabel 1.**  
Jenis Cacat Appearance Pakaian Jadi no Style 148 824

Kategori	Jenis cacat	Deskripsi
Jahitan	tidak rapi	Jahitan tidak lurus atau berbelok-belok
	<i>overlap stitching</i>	Jahitan yang melebihi batas jahitnya sehingga terdapat jahitan pada bagian pakaian yang tidak seharusnya
	<i>slip stitching</i>	Jahitan yang keluar dari jalur jahitnya sehingga bagian tertentu yang seharusnya kuat terjahit menjadi tidak terjahit
	<i>poor stitching</i>	Jahitan yang tidak bagus, terdapat benang-benang menggumpal disekitar jahitan sehingga jahitan terlihat rusak
	<i>skip stitching</i>	Jahitan yang panjangnya tidak teratur karena ada yang terlompat mengakibatkan jahitan kurang kuat
	<i>ajoin</i>	Jahitan yang tidak bertemu pada titik temunya mengakibatkan terdapatnya dua jalur jahitan yang tidak rapi
	<i>broken stitching</i>	Benang jahit terputus sehingga jahitan kelihatan tidak bagus dan mengakibatkan jahitan tidak kuat
Bentuk	<i>high low at waistband</i>	Ketinggian sekitar zipper/kancing atau daerah ikat pinggang tidak sama
	<i>high low at back pocket</i>	Ketinggian antara kedua kantong belakang tidak sama
	<i>outseam poor shape</i>	Bentuk <i>outseam</i> atau bagian samping celana tidak bagus, tidak rata atau agak menggelembung
Warna	<i>shading</i>	Terdapat perbedaan warna antar bagian pakaian, misalnya antara bagian depan dan belakang, kiri dan kanan tidak sama atau terdapat warna yang pudar disuatu bagian tertentu



**Gambar 6.**  
U Chart Jumlah Defect Per Unit

Hasil yang ditampilkan terdapat pada gbr 7.

- *Cumulative DPU chart* digunakan untuk menentukan apakah jumlah data yang dikumpulkan cukup untuk memberikan nilai estimasi DPU. Hal ini ditandai dengan mulai stabilnya titik-titik pada grafik. Nilai DPU mulai menjadi stabil disekitar nilai 0,6. Angka ini dicapai setelah sub grup ke-20 ke atas. Dengan demikian sampel yang diambil cukup representatif untuk menggambarkan performa proses yang sebenarnya.
- *Defect rate chart* adalah plot data yang dilakukan untuk melihat penyebaran DPU dengan mengasumsikan bahwa jumlah cacat tidak dipengaruhi oleh ukuran sampel. Grafik menunjukkan bahwa pola penyebaran cacat cukup stabil. Nilai DPU tidak dipengaruhi oleh ukuran sampel tiap subgrup, karena penyebaran titik-titik yang diplot tidak mengikuti suatu pola tertentu atau tersebar acak, menunjukkan data valid
- Grafik distribusi DPU dapat membantu mengidentifikasi penyebaran data cacat.

Hasil akhir yang bisa diketahui dari hasil studi kemampuan proses adalah sbb. :

- *Mean DPU* atau rata-rata DPU atau nilai perkiraan rata-rata jumlah cacat per unit dihasilkan adalah 0,608974. Dengan 95%

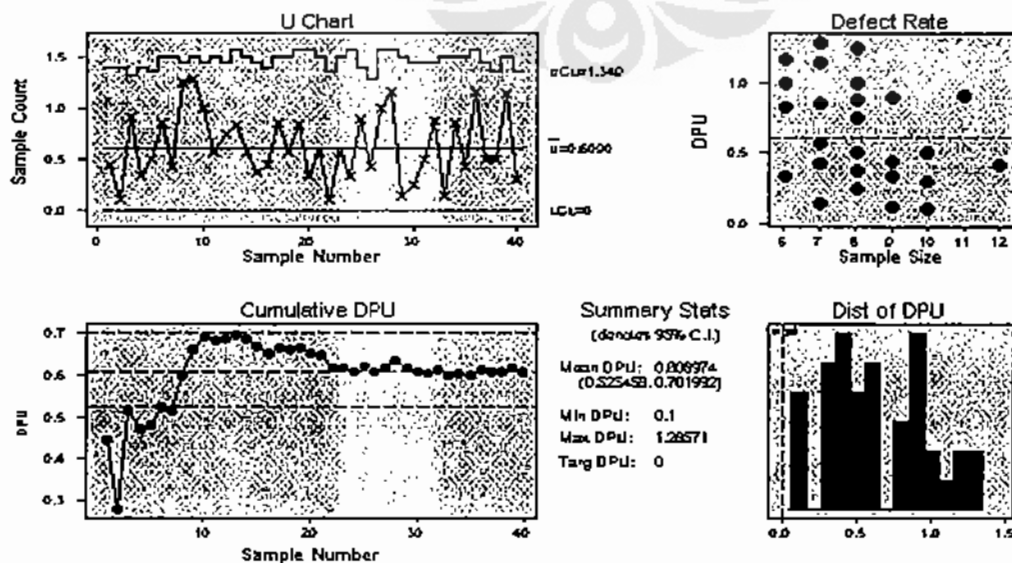
*confidence interval* nilai DPU akan berada diantara 0,525458 dan 0,701992.

- Nilai minimum DPU adalah 0,1 dan nilai maksimumnya 1,28571
- Nilai target DPU adalah 0. Jadi, DPU masih cukup jauh dari target. DPU minimum bahkan tidak menyentuh target. Dengan demikian proses belum mampu menghasilkan produk yang tidak cacat.

DPU menggambarkan performa proses, walaupun tidak ada nilai standar tertentu untuk DPU, perusahaan dapat menetapkan target DPU yang diizinkan dan terus melakukan pengukuran dan usaha perbaikan untuk terus menekan angka DPU.

Nilai *sigma* dan *yield* merupakan nilai metrik yang dapat menunjukkan performa proses dan digunakan sebagai tolak ukur dalam menentukan tindakan perbaikan. Nilai telah memiliki standar tersendiri secara umum dan dapat menggambarkan posisi kompetitif perusahaan. Perhitungan sigma dilakukan dari data cacat, akan menghasilkan nilai *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*, dan dari nilai DPMO nilai sigma didapatkan dengan menggunakan tabel konversi nilai sigma. Perhitungan sigma:

⇒ Menghitung jumlah DPU



Gambar 7.  
Hasil Capability Analysis Minitab

Nilai DPU atau *Defect Per Unit* dari output proses yang terkendali secara statistik dari hasil *capability analysis* Minitab yaitu sebesar 0,608974

⇒ Menghitung jumlah *Opportunity* ( $O_{pp}$ )  
Jumlah *Opportunity* ( $O_{pp}$ ) untuk tiap unit produk adalah 11. Jumlah ini = jumlah CTQ yang diidentifikasi sebelumnya

⇒ Menghitung *Defect Per Opportunity* (DPO)

$$DPO = \frac{DPU}{Opp} = \frac{0,608974}{11} = 0,0553613$$

Menghitung jumlah *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 1.000.000 \\ &= 0,0553613 \times 1.000.000 \\ &= 55.361,3 \approx 55.361 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dituliskan pada tabel 2

Tabel 2.  
Perhitungan Nilai DPMO

	Rumus	Hasil Perhitungan
DPU	0,608974	
DPO	$DPO = DPU/Opp$	$0,608974/11 = 0,0553613$
DPMO	$DPMO = DPO \times 1.000.000$	55.361

Perhitungan nilai sigma

Nilai sigma dikonversikan dari nilai DPMO. Nilai DPMO hasil perhitungan adalah 55.361. Pada tabel konversi tidak terdapat nilai sigma untuk nilai DPMO 55.361. Untuk itu dilakukan interpolasi. Dari tabel konversi diperoleh sigma 3,10 untuk DPMO 54.799 dan 3,05 untuk DPMO 60.571. Interpolasi kedua nilai :

$$y = y_1 + \frac{(x - x_1)}{(x_{i+1} - x_1)} (y_{i+1} - y_1)$$

Perhitungan sigma untuk DPMO 55361:

Nilai sigma yang dihasilkan adalah 3,095. Perusahaan yang beroperasi dengan proses 2 sigma dapat digolongkan perusahaan tidak kompetitif, dan perusahaan yang beroperasi dengan proses 4 sigma digolongkan perusahaan rata-rata (*industry average*). [8] Dengan demikian, nilai sigma yang dihasilkan menggambarkan proses yang dilalui belum memiliki kemampuan rata-rata industri yang kompetitif. Perusahaan dengan proses 3 sigma dapat digolongkan cukup baik, namun

perusahaan harus mengeluarkan 25% - 40% hasil penjualannya untuk biaya kualitas.[8] Dengan besarnya biaya kualitas, margin keuntungan akan banyak berkurang.

Nilai sigma ekuivalen dengan nilai indeks Cp. Nilai sigma 6 ekuivalen dengan nilai Cp sama dengan 2 dan menggambarkan proses kelas dunia yang handal untuk menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Nilai sigma 3 ekuivalen dengan nilai indeks Cp sama dengan 1 yang menggambarkan proses belum cukup handal dan beresiko cacat tinggi. Walaupun tidak terlalu rendah, nilai sigma tidak cukup tinggi dan menggambarkan proses belum cukup baik dalam menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas. Karena itu perlu dilakukan analisis dan implementasi perbaikan yang tepat untuk memperbaiki performa proses. Proses yang cukup baik dalam dunia industri memiliki nilai sigma = 4 atau nilai indeks Cp sama dengan 1,33.

Nilai sigma yang akan menjadi tolak ukur dan akan diukur kembali jika telah diambil tindakan perbaikan untuk memastikan tindakan telah sesuai dan berpengaruh pada performa proses.

*Yield* adalah hasil baik, dan merupakan angka yang menggambarkan kemampuan proses untuk menghasilkan produk yang tidak cacat. *Yield* merupakan nilai metrik untuk mengukur performa proses dan mengidentifikasi jumlah proses pengerjaan ulang. Perhitungan nilai *yield* :

1. *Opportunity Level Yield*,  
$$Y = \frac{Topp - \text{total jumlah cacat}}{Topp} \times 100\%$$

$$Topp = Opp \times \text{jumlah unit}$$

$$Y = \frac{11 \times 312 - 190}{11 \times 312} \times 100\% = 94,46\%$$

2. *Throughput yield*

$$Y = 1 - \frac{\text{total jumlah cacat}}{\text{jumlah unit diperiksa}} \times 100\%$$

$$Y = 100\% - \frac{190}{312} \times 100\% = 39,1026\%$$

3. *First-time yield*



$$Y = \frac{\text{jumlah unit diperiksa} - \text{jumlah unit cacat}}{\text{jumlah unit diperiksa}} \times 100\%$$

$$Y = \frac{312 - 150}{312} \times 100\% = 51,92\%$$

4. *Normalized yield untuk Proses Cutting dan Sewing*

$$Y = \sqrt[n]{\text{throughput yield}}$$

n adalah jumlah proses yang dilalui

$$Y = \sqrt[0,391026]{0,391026} = 0,625 \text{ atau } 62,5\%$$

Nilai *opportunity level yield* 94,46% menggambarkan bahwa dari sebelas peluang satu produk untuk cacat, jumlah cacat tidak terlalu tinggi. Jika cacat dikategorikan secara binomial, nilai ini tepat untuk digunakan

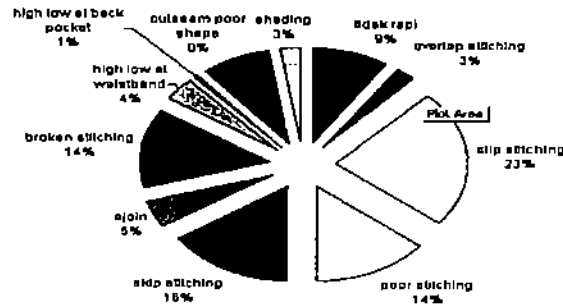
*Throughput yield* menggambarkan peluang proses untuk menghasilkan produk yang benar-benar baik.[8] *Throughput yield* mengasumsikan cacat terdistribusi acak dan sensitif terhadap kompleksitas produk. *Throughput yield* 39,1026% menandakan jumlah unit yang pasti tidak memiliki cacat adalah sebesar 39,1026%. Nilai inilah yang menggambarkan performa proses sebenarnya.

*First time yield* merupakan nilai *yield* yang sensitif terhadap satu unit produk secara keseluruhan. Nilai *yield* ini masih digunakan banyak perusahaan. Namun, nilai ini dapat memberikan asumsi yang tidak tepat karena nilainya sangat tergantung pada distribusi cacat. *First time yield* yang dihasilkan adalah 51,92%, menggambarkan sebanyak 48,08% unit produk mengalami pengerjaan ulang.

Karena *throughput yield* dihitung sekaligus untuk proses *cutting* dan *sewing*, *normalized yield* menggambarkan perkiraan *yield* masing-masing proses (*cutting* dan *sewing*). *Normalized yield* sebesar 62,5% menandakan bahwa tiap proses secara umum hanya akan menghasilkan 62,5% produk yang benar-benar baik tanpa cacat.

Usaha atau dapat dianggap kapasitas serta waktu yang harus disediakan untuk menciptakan satu unit produk baik dapat dihitung menggunakan nilai *throughput yield*, rumus perhitungan menggunakan asumsi semua cacat dapat diperbaiki (*repairable*) adalah  $1 + (1 - Y_n)$ . Hasil yang didapat adalah  $1 + (1 - 39,1\%)$  atau 1,609 kali. Semakin tinggi tingkat kecacatan, nilai *yield* akan semakin

kecil dan perusahaan akan membutuhkan kapasitas yang lebih besar dan waktu yang lebih banyak untuk menghasilkan sejumlah produk yang diinginkan. Dengan demikian, biaya yang dikeluarkan juga lebih besar.



Gambar 8. Proporsi Cacat Appearance untuk Tiap Opportunity

*Cost of Quality*

Biaya kualitas terendah tercapai pada level kualitas yang paling sempurna. Biaya kualitas dapat menjadi titik tolak untuk menentukan tindakan dan keputusan.

Untuk menyelesaikan *order* produk dengan nomor *style* 148 824 yang berjumlah 9.900 unit (*piece*) perusahaan memproduksi sebanyak 10.044 unit. 144 unit produk adalah *allowance* nya. *Allowance unit* sebagian menjadi produk *reject* dan tidak akan terjual. Harga jual per unitnya adalah USD 4,45. Biaya yang harus ditanggung perusahaan dapat dihitung sebagai  $144 \times \text{USD } 4,45 = \text{USD } 640,8$ . Pendekatan total biaya dalam rupiah menggunakan asumsi rata-rata nilai tukar USD terhadap kurs rupiah selama bulan Maret 2002 ketika dilakukan produksi produk ini yaitu  $\text{Rp } 9.655,-/\text{USD}$ . Total kerugian yang ditimbulkan adalah sebesar  $\text{USD } 640,8 \times \text{Rp } 9.655/\text{USD} = \text{Rp } 6.186.924,-$

Biaya yang dihitung hanya merupakan biaya *allowance*. Untuk mengetahui biaya kualitasnya perusahaan harus melakukan perhitungan biaya kualitas yang lebih akurat selama satu periode dengan mengidentifikasi semua jenis biaya yang dikeluarkan

*Analyze* (Tahap Analisa)

Fase *Analyze* bertujuan menemukan penyebab permasalahan yang tepat dari

masalah kualitas dengan menggunakan *tools* analisis data yang sesuai. Tujuannya adalah untuk mengerti lebih jauh tentang proses dan mengidentifikasi alternatif solusi yang bisa dilakukan untuk melakukan perbaikan.

**Mengidentifikasi Penyebab Cacat Dengan Diagram Sebab Akibat**

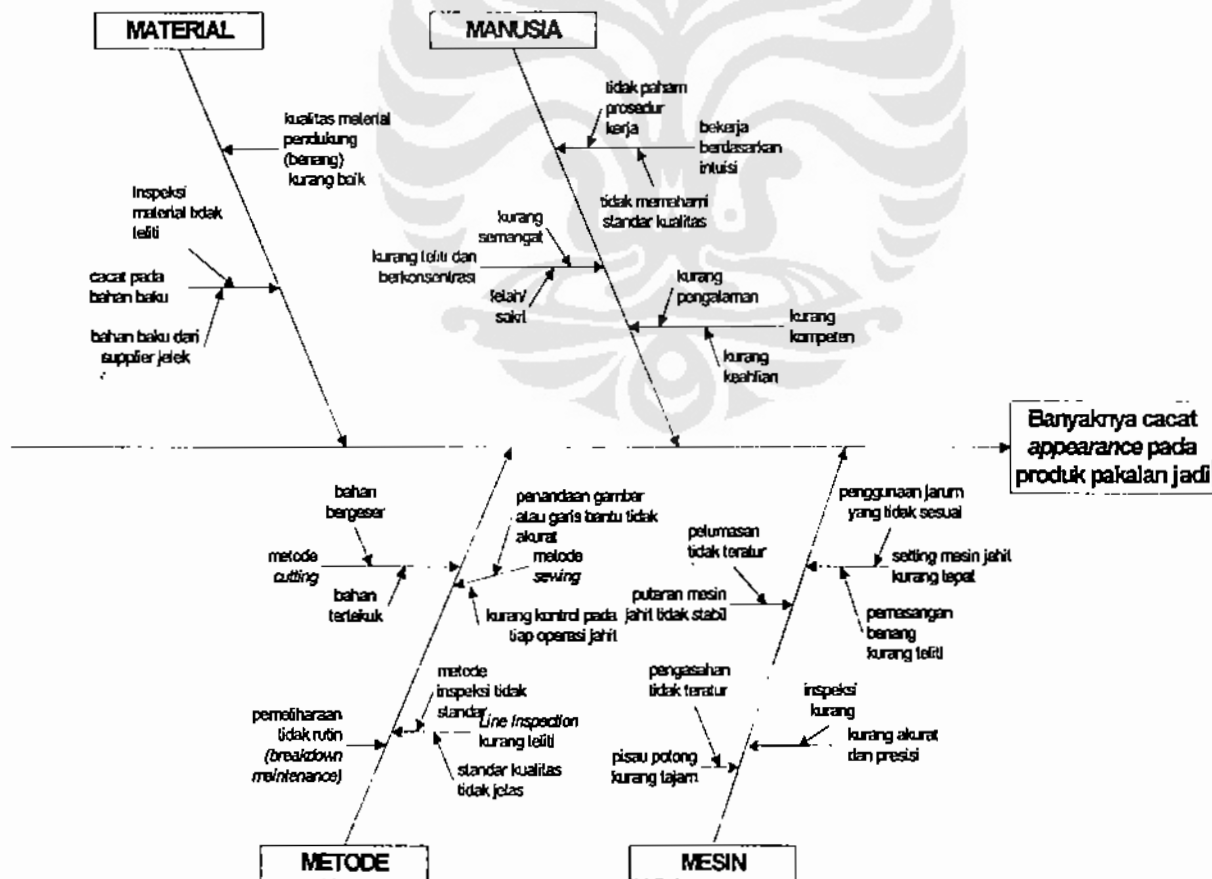
Sebelum usaha perbaikan dilakukan, perlu dianalisis penyebab timbulnya cacat. Untuk itu diperlukan diagram sebab akibat. Diagram sebab akibat pada gambar 9. Penyebab cacat dibagi menjadi 4 kategori : manusia, mesin, material, dan metode kerja.

**Mengidentifikasi Akar Penyebab Permasalahan Dengan Diagram Cause Failure Mode Effect (CFME)**

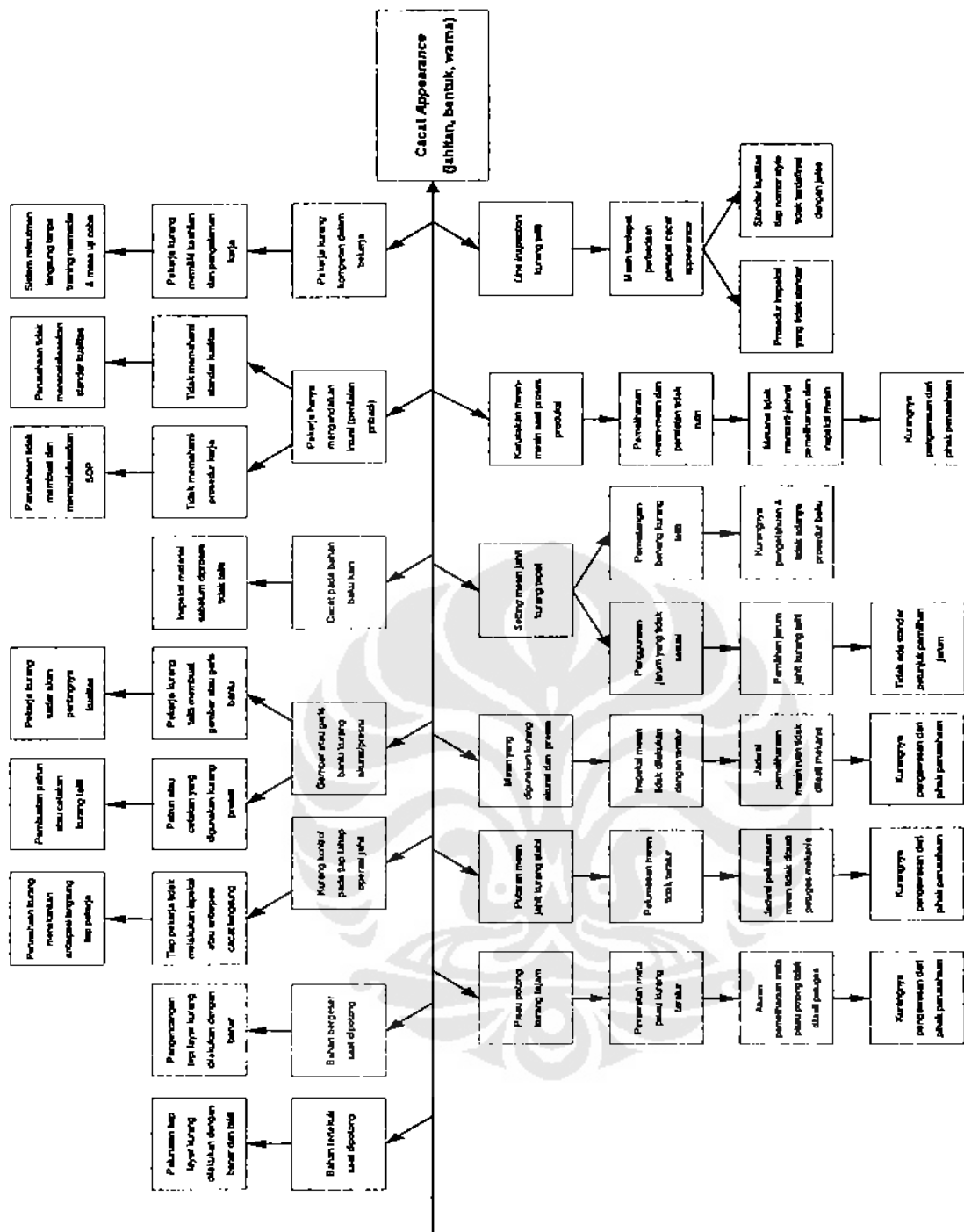
*Root Cause Analysis* adalah metode yang digunakan untuk mengklarifikasi akar penyebab permasalahan. Akar penyebab

teridentifikasi dengan cara bertanya mengapa hingga tidak ada lagi jawaban yang bisa diberikan.[9] Dengan menemukan akar permasalahan, tindakan yang akan diambil tepat sasaran dengan mengeliminasi setiap akar penyebab permasalahan. Pada penelitian ini proses pengidentifikasian akar penyebab masalah dituangkan dalam diagram *Cause Failure Mode Effect (CFME)*. Metode CFME digunakan sebelum membuat *Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)*. CFME merupakan pengembangan diagram sebab akibat dan digunakan untuk mendeteksi akar penyebab permasalahan. Diagram *CFME* terdapat pada gambar 10.

- Memeriksa Kegagalan Proses yang Potensial dan Mengevaluasi Prioritas Resiko dengan *Tools Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)*



**Gambar 9.**  
Diagram sebab akibat untuk banyaknya cacat appearance



Gambar 10. Diagram CFME untuk banyaknya cacat appearance

Gambar 10 Diagram CFME untuk banyaknya Cacat Appearance

Menganalisa kegagalan proses potensial, dan mengevaluasi prioritas resiko membantu menentukan tindakan yang sesuai. Penyebab modulus kegagalan yang beresiko tinggi harus dieliminasi terlebih dahulu. Untuk itulah digunakan FMEA. Data yang digunakan untuk membuat FMEA diambil dari hasil

analisis akar permasalahan dalam CFME. Untuk membedakan *mode of failure*, *cause of failure*, dan *effect of failure*, diambil 3 kotak terakhir dari tiap analisis CFME. Pembobotan dibuat berdasarkan skala pembobotan GE. FMEA untuk beberapa modulus kegagalan yang beresiko tinggi dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3.  
FMEA

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Karakteristik Produk yang Diharapkan	Mode of Failure	Cause of Failure	Effect of Failure	Frequency of Occurrence (1-10)	Degree of Severity (1-10)	Chance of Detection (1-10)	Risk Priority (1-1000) $4 \times 5 \times 6$	Rank
Produk yang bebas cacat <i>appearance</i> tanpa pengerjaan ulang ( <i>rework/repair</i> )	Tiap pekerja tidak melakukan inspeksi atau antisipasi cacat langsung	Perusahaan kurang menekankan perlunya antisipasi pekerja	Kurang kontrol pada tiap tahap operasi jahit	5	5	6	150	1
	Mekanis tidak mematuhi jadwal pemeliharaan dan inspeksi mesin	Kurangnya pengawasan dari pihak perusahaan	Pemeliharaan/inspeksi mesin dan peralatan tidak teratur	5	5	6	150	1
	Bahan bergeser saat dipotong	Pengencangan tepi layar kurang dilakukan dengan benar	Cacat <i>appearance</i> bentuk	3	8	5	120	2
	Patrun atau celakan yang digunakan kurang presisi	Pembuatan patrun atau cetakan kurang teliti	Gambar atau garis bantu kurang akurat/presisi	6	10	2	120	2

skala/nilai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Frequency of Occurrence	hampir tidak pernah terjadi ( <i>rare</i> )		sangat jarang, relatif sedikit ( <i>low</i> )			kadang-kadang terjadi ( <i>moderate</i> )		sering terjadi ( <i>high</i> )		sangat sering terjadi ( <i>very high</i> )
6. Severity for Quality	tidak berpengaruh ( <i>minor</i> )	sedikit berpengaruh tidak terlalu kritis ( <i>low</i> )		cukup berpengaruh cukup kritis ( <i>moderate</i> )			sangat berpengaruh kritis ( <i>high</i> )		sangat berpengaruh sangat kritis ( <i>very high</i> )	
7. Probability of Detection	pasti terdeteksi ( <i>very high</i> )		kemungkinan besar terdeteksi ( <i>high</i> )		mungkin terdeteksi ( <i>moderate</i> )		kemungkinan kecil terdeteksi ( <i>low</i> )		mungkin tidak terdeteksi ( <i>very low</i> )	tidak terdeteksi ( <i>none</i> )

Pada tabel FMEA diisikan nilai-nilai *Frequency of Occurrence* (seberapa sering modus kegagalan terjadi), *Degree of Severity* (seberapa besar pengaruh modus kegagalan), dan *Chance of Detection* (seberapa besar kemungkinan modus kegagalan terdeteksi dan diantisipasi dengan proses pengawasan yang ada) dalam skala 1-10. Jika ketiga angka tersebut dikalikan akan didapat nilai resiko (*Risk Priority Number/RPN*). Tindakan perbaikan utama yang harus dilakukan adalah tindakan untuk mengatasi modus kegagalan dengan nilai resiko paling tinggi. Karena itu nilai resiko (RPN) diberi nilai urut (*Rank*)

#### Improve (Tahap Perbaikan)

Fase *Improve* berkaitan dengan penentuan dan implementasi solusi-solusi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada penelitian ini, aktivitas yang dilakukan adalah penentuan solusi-solusi untuk mengatasi permasalahan cacat

*appearance*. Pada tahap ini penulis berusaha memberikan masukan mengenai usaha perbaikan proses. Pada proyek penerapan *Six Sigma* setelah diketahui tindakan yang sesuai, tindakan tersebut akan diimplementasikan sebagai usaha untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan biaya yang tidak memberikan nilai tambah.

Penentuan Solusi Permasalahan dengan Tabel *Action Planning for Failure Modes* untuk tiap Modus Kegagalan Berdasarkan *Rank*

*Action Planning for Failure Modes* dibuat untuk menentukan tindakan sesuai untuk dilakukan terutama untuk modus kegagalan yang memiliki nilai resiko kegagalan tinggi. Data yang digunakan adalah hasil analisis FMEA dengan melihat urutan prioritas (*rank*) dari modus-modus kegagalan yang paling penting untuk diberi perhatian. Selanjutnya dibuat solusi-solusi yang sesuai untuk mengeliminasi akar penyebab permasalahan.

Tabel 4.  
Action planning for failure modes

Rank	Failure Mode	Actionable Cause	Design Action/Potential Solutions	Design Validation	
1	Tiap pekerja tidak melakukan inspeksi atau antisipasi cacat langsung	Perusahaan kurang menekankan antisipasi langsung tiap pekerja	Pembuatan standar kualitas terutama untuk hasil jahitan	Dokumen standar kualitas tiap nomor <i>style</i> sebelum produksi massal dimulai	
			Sosialisasi standar kualitas kepada semua pekerja	Semua pekerja mengerti standar kualitas	
			Penanaman nilai pentingnya antisipasi cacat pada masing-masing pekerja melalui sebuah <i>briefing</i> , baik khusus ataupun pada saat rekrutmen	Laporan	
	Mekanis tidak mentaati jadwal pemeliharaan dan inspeksi mesin	Kurangnya pengawasan dari pihak perusahaan	Penanaman nilai pentingnya pemeliharaan mesin pada staf mekanis Pengawasan terhadap jalannya pemeliharaan / inspeksi mesin	Laporan pemeliharaan secara berkala	
2	Bahan bergeser saat dipotong	Pengencangan tepi layer kurang dilakukan dengan benar	Penanaman nilai pentingnya pengencangan tepi layer pada para pekerja <i>cutting</i>		
			Pengawasan yang ketat pada awal proses <i>cutting</i>		
	Patrun atau cetakan yang digunakan kurang presisi	Pembuatan patrun atau cetakan kurang teliti	Penanaman nilai pentingnya pembuatan patrun yang presisi pada staf sampel		Semua patrun yang digunakan baik, presisi, dan sesuai standar
			Pengawasan pembuatan patrun dan pemeriksaan ulang patrun yang dibuat		

Setelah menentukan solusi maka dipikirkan cara memvalidasi tiap solusi tersebut. Validasi ini berguna pada fase *Control* untuk memastikan implementasi solusi telah dilakukan dengan baik. Tabel *Action Planning for Failure Modes* untuk solusi-solusi utama dapat dilihat pada tabel 4.

Pembuatan *Preventive Activities (Poka Yoke)* untuk Mencegah *Human Error*

*Poka Yoke* merupakan *tools* atau mekanisme pencegah *error* dengan membuat kemungkinan kesalahan disadari sebelum dilakukan. Contoh *Poka Yoke* yang dapat diterapkan adalah catatan/note pada meja pemotongan untuk mengingatkan pekerja *cutting* memeriksa tiap layer dan melakukan pengencangan tepi layer dengan benar, dokumen standar kualitas dan contoh bentuk cacat yang ditempel pada meja jahit dan meja inspektor, dan jadwal pemeliharaan mesin-mesin yang ditempel di ruang mekanis.

**Control**(Pengendalian)

Fase *Control* bertujuan untuk terus mengevaluasi dan memonitor hasil-hasil tahap sebelumnya atau hasil implementasi yang telah dilakukan. Tahap ini bertujuan

untuk memastikan bahwa kondisi yang diperbaiki dapat berkesinambungan dan tidak berjalan dalam waktu yang singkat saja. Pada fase ini penulis memberikan masukan tentang cara pengendalian dan pengawasan proses

Penggunaan *Control Chart* untuk Memastikan Proses Terkendali dan Melakukan Pengukuran Performa

*Control chart* dapat digunakan untuk memonitor output proses produksi dengan melakukan pengambilan satu sub grup sampel pada selang waktu tertentu. *Control chart* akan membantu untuk mengidentifikasi adanya variasi penyebab khusus yang harus segera dieliminasi. Jenis *control chart* yang dapat digunakan adalah *u chart*. *Control chart* dapat dibuat menggunakan Minitab dengan melakukan penginputan data. Namun, *control chart* dapat dibuat manual menggunakan *form* yang dilengkapi dengan petunjuk pemakaian dan cara perhitungan dengan jelas sehingga dapat dengan mudah dimengerti oleh pemakai. Data-data yang ada dapat digunakan untuk mengukur performa proses kembali. Jika performa proses tidak meningkat, analisis yang dilakukan tidak tepat dan harus didiskusikan kembali.

Pemeriksaan *Design Validation* untuk Memastikan Solusi Diimplementasikan dengan Baik

Pada tabel *Action Planning for Failure Modes* untuk setiap *design action* sebisa mungkin dibuat *design validation* nya untuk memastikan implementasi telah dilakukan dengan baik. *Design validation* dapat berupa dokumen atau kondisi yang terjadi apabila solusi telah diimplementasikan dengan benar.

Untuk itu, pada fase ini manajemen harus melakukan pemeriksaan *design validation*.

Secara umum, perbaikan hal-hal di atas akan dapat memperbaiki performa proses *cutting* dan *sewing*. Solusi-solusi yang dapat dilakukan menurut prioritasnya dan pihak yang bertanggung jawab untuk mengimplementasikan solusi tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5.  
Solusi dan Tanggung Jawab Implementasi

No.	Solusi Potensial	Tanggung Jawab
1	Pembuatan standar kualitas yang jelas untuk tiap nomor <i>style</i> produk yang akan diproduksi, terutama standar kualitas jahitan karena cacat jahitan merupakan cacat <i>appearance</i> produk yang dominan	Kepala <i>Quality Control (QC)</i>
2	Mensosialisasikan standar kualitas untuk nomor <i>style</i> yang sedang diproduksi pada semua pekerja, agar tiap pekerja dapat mengidentifikasi dan langsung mengoreksi cacat jika memungkinkan dan produk cacat tidak terus diproduksi	Kepala <i>Quality Control (QC)</i>
3	Pemberian <i>briefing</i> kualitas pada semua pekerja <i>sewing</i> yang telah bekerja diperusahaan untuk memberikan penanaman nilai pentingnya antisipasi cacat yang dilakukan masing-masing pekerja	Kepala <i>Sewing</i>
4	Pemberian <i>briefing</i> kualitas pada semua pekerja <i>cutting</i> yang telah bekerja diperusahaan untuk memberikan penanaman nilai pentingnya antisipasi cacat yang dilakukan tiap pekerja dan penanaman nilai pentingnya inspeksi material, pengencangan tepi layer, pelurusan bahan, dan pembersihan mata pisau potong yang baik dan teliti pada para pekerja <i>cutting</i>	Kepala <i>Cutting</i>
5	Pemberian <i>briefing</i> kualitas pada semua staf mekanis yang telah bekerja diperusahaan untuk memberikan penanaman nilai pentingnya pemeliharaan/inspeksi mesin rutin, dan pelumasan mesin secara berkala	Kepala Mekanis
6	Memperketat pengawasan terhadap pelaksanaan pemeliharaan/inspeksi mesin secara rutin serta aktivitas pelumasan oleh para staf mekanis dengan melakukan pengawasan yang dilakukan langsung di lapangan pada saat kegiatan berlangsung	Kepala Mekanis
7	Pemberian <i>training</i> atau pelatihan intensif dengan materi yang memadai bagi para pekerja yang baru direkrut ( <i>cutting, sewing, sampling, inspektor, mekanis</i> ) mengenai prosedur kerja serta penanaman nilai-nilai kualitas dan pemberlakuan masa uji coba. Penilaian performa kerja dapat dilihat dari jumlah cacat atau error yang dihasilkan masing-masing pekerja.	Manajer Personalia
8	Pemberian <i>briefing</i> pada staf sampel untuk menanamkan nilai pentingnya pembuatan patrun yang presisi pada staf sampel	Kepala <i>Sample</i>
9	Pengawasan pembuatan patrun atau cetakan secara ketat serta melakukan pemeriksaan ulang patrun-patrun yang dibuat sebelum digunakan oleh para pekerja jahit ( <i>sewing</i> )	Kepala <i>Sample</i>
10	Pengawasan yang ketat pada proses pemotongan ( <i>cutting</i> ), terutama pada saat inspeksi material, pengencangan tepi layer, pelurusan tiap layer, dan pemeliharaan mesin potong	Kepala <i>Cutting</i>
11	Pembuatan SOP ( <i>Standar Operating Procedure</i> ) setting mesin-mesin jahit yang berisi cara setting mesin yang baik, terutama cara-cara pemasangan benang	Kepala Mekanis
12	Pembuatan standar petunjuk penggunaan jarum yang sesuai untuk tiap jenis material atau bahan yang digunakan	Kepala Produksi
13	Pembuatan SOP ( <i>Standar Operating Procedure</i> ) untuk semua operasi proses <i>cutting</i> dan <i>sewing</i> dan disosialisasikan pada masa <i>training</i>	Kepala Produksi
14	Membuat standar prosedur inspeksi untuk tiap nomor <i>style</i>	Kepala <i>Quality Control (QC)</i>

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan berbagai pembahasan di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Karakteristik utama kualitas harus diidentifikasi dari pelanggan agar dapat menghasilkan produk sesuai dengan keinginan pelanggan. Teridentifikasi 11 karakteristik utama kualitas untuk produk 148 824. Jadi pada tiap unit terdapat 11 peluang (*opportunity*) cacat.
2. Nilai indeks kemampuan proses : DPU= 0.608974, sigma = 3,095, *opportunity level yield* = 94,46%, *throughput yield* = 39,1026%, *first time yield* = 51,92%, dan *normalized yield* untuk masing-masing proses *cutting* dan *sewing* = 62,5%.
3. Kemampuan proses *cutting* dan *sewing* belum cukup tinggi. Usaha perbaikan masih tergolong kritis/sangat diperlukan.
4. Penyebab cacat *appearance* digolongkan menjadi empat kategori, yaitu manusia, mesin, material, dan metode.
5. Hasil analisis FMEA mengidentifikasi modus kegagalan yang memiliki nilai resiko tinggi yang harus diprioritaskan untuk perbaikan. Beberapa solusi utama yang bisa diimplementasikan untuk memperbaiki performa proses adalah pembuatan standar kualitas jahitan tiap nomor *style*, dan mensosialisasikannya agar tiap pekerja dapat mengantisipasi cacat, serta memberikan penanaman nilai kualitas yang baik pada semua pekerja.
6. Hasil penelitian juga akan mempengaruhi kualitas produk berbeda yang diproduksi menggunakan mesin-mesin, operator, dan

metode yang sama/hampir sama. Jika performa proses *cutting* dan *sewing* telah cukup baik, metodologi yang sama dapat diterapkan pada proses lain.

#### Daftar Acuan

1. Hunt, Daniel V., 1993, *Managing for Quality, Integrating Quality and Business Strategy*, Technology Research Corporation, hal 91
2. Stephen Phelan, *Six Sigma, Information Technology & Your*, <http://www.pcimag.com>
3. *Motorola's Six Sigma*, [www.qualitydigest.com](http://www.qualitydigest.com)
4. Rao et al, 1996, *Total Quality Management, A Cross Functional Perspective*, John Wiley & Sons, hal 320
5. Shina, Sammy, 2002, *Six Sigma for Electronics Design and Manufacturing*, McGraw Hill, hal 7.
6. Pyzdek, Thomas, *Six Sigma and Beyond*, <http://www.qualitydigest.com>
7. Adams *Six Sigma*, [www.adamssixsigma.com/](http://www.adamssixsigma.com/)
8. Harry, Mikel dan Richard Schroeder, 2000, *Six Sigma, The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations*, Doubly, New York, hal 120-143
9. Goetch, David L. dan Stanley Davis, 1994, *Introduction to Total Quality; Quality, Productivity, And Competitiveness*, Prentice Hall, New Jersey, hal 478