



Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta



SERTIFIKAT

Diberikan kepada :

Ig. Joko Mulyono

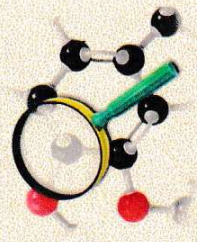
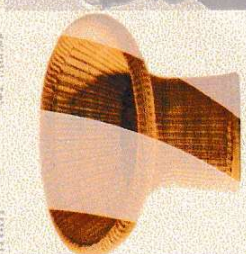
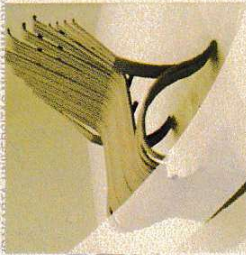
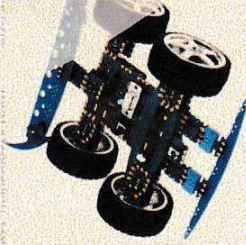
Berpartisipasi sebagai :

Pemakalah

dalam

SIMPOSIUM NASIONAL RAPI VIII 2009
Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri

PEMANFAATAN POTENSI LOKAL MENUJU INDONESIA PRODUKTIF



Surakarta, 17 Desember 2009

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta



Ir. Sri Widodo, MT



Ketua Panitia
RAPI VIII 2009

Prof. Dr. H. Nurhasan, MT



Prof. Dr. H. Nurhasan, MT

ANALISA KAPABILITAS PROSES DATA KUALITATIF DAN USULAN PERBAIKAN DI INDUSTRI SANDAL

Felix Wijaya Tiono¹, Ig. Joko Mulyono², Dini Endah SR³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalijudan 37 Surabaya 60114
Email : jmulyono@mail.wima.ac.id

Abstrak

Di dunia industri yang semakin maju ini, masih banyak didapati industri-industri yang dikelola secara tradisional, atau yang biasa disebut dengan istilah home industry. Sistem pengukuran secara kualitatif yang selama ini diterapkan di dalam home industry, dirasa kurang dapat memberikan kepastian dalam perkiraan dalam berbagai kegiatannya. Pengukuran secara kuantitatif dapat menimbulkan gap antara keinginan pelanggan dengan yang terjadi di dalam perusahaan. Process Capability Analysis (PCA) dapat dilakukan dengan menggunakan data kualitatif. Penelitian ini akan menganalisa kemampuan proses sebuah industri sepatu/sandal dan diberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan kemampuan prosesnya. Pada penelitian ini akan dianalisa kemampuan proses 2 jenis sandal yaitu RB501 dan GX21. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses industri mempunyai kapabilitas yang cukup baik Namun demikian masih ada peluang untuk melakukan perbaikan sehingga kemampuan proses menjadi lebih baik.

Kata kunci: data kualitatif; Process Capability Analysis (PCA)

Pendahuluan

Dalam dunia industri yang semakin maju seperti sekarang, dibutuhkan daya saing yang lebih agar dapat menarik perhatian konsumen. Salah satu hal yang sangat berpengaruh terhadap tingginya permintaan akan produk pada suatu perusahaan adalah kepuasan pelanggan. Jika dilihat lebih dalam lagi, maka kepuasan pelanggan ditentukan dari seberapa baik kualitas produk tersebut. Sehingga diperlukan suatu perhitungan-perhitungan dalam menentukan kualitas produk agar bisa memenuhi kepuasan pelanggan.

Pada umumnya, perusahaan yang sudah maju akan menggunakan *Process Capability Analysis* (PCA) untuk mengevaluasi apakah proses yang dimilikinya sekarang bisa memenuhi kepuasan pelanggan atau tidak. Tetapi pada kenyataannya masih banyak industri-industri kecil yang menentukan kemampuan prosesnya hanya berdasarkan perkiraan secara kualitatif saja, karena umumnya data pencatatan yang mereka miliki adalah data kualitatif. Padahal dengan mengetahui kemampuan prosesnya, suatu perusahaan dapat melakukan tindakan-tindakan lebih lanjut seperti perbaikan proses, penekanan biaya kualitas, dan sebagainya.

Karena adanya tuntutan akan persaingan dalam memuaskan keinginan konsumen, maka industri-industri kecil juga memerlukan sistem yang dipakai oleh perusahaan maju pada umumnya. Tetapi perlu disesuaikan dengan sistem yang ada pada industri kecil tersebut sekarang. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan sekarang ini, PCA bisa juga dilakukan dengan memakai respon data kualitatif. Sehingga industri-industri kecil juga dapat menentukan kemampuan prosesnya dengan lebih terukur. Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran indeks kemampuan proses pada suatu industri kecil yang memproduksi sandal berdasarkan pesanan dari perusahaan lain. Karena ada tuntutan persaingan di dunia industri sejenis dan sebagai langkah lanjutan setelah pengukuran kemampuan proses juga, maka perlu diketahui juga oleh pihak perusahaan kecil tentang cara memperbaiki/ meningkatkan kualitas produknya secara sederhana (dengan menggunakan *seven tools of quality*).

Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana mengevaluasi proses pada suatu industri kecil dengan menggunakan respon data kualitatif, dan memberikan contoh langkah selanjutnya yang perlu dilakukan setelah mengetahui kemampuan proses.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan proses secara kuantitatif di UKM dengan menggunakan data yang sifatnya kualitatif.

Landasan Teori

Jika suatu produk keluar dari batasan spesifikasi, maka berarti produk tersebut tidak dapat memenuhi target, hal ini menyebabkan timbulnya *quality loss*. Taguchi mengembangkan fungsi kuadrat *quality loss* untuk menghitung biaya dari *quality loss*. Secara matematis fungsi tersebut dituliskan sebagai berikut:

$$L(y) = k(y^2 - T^2) \tag{1}$$

dan ekspektasi *quality loss* dapat dideskripsikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} QL &= E[L(y)] = E[k(y^2 - T^2)] \\ &= kE[y - \mu + \mu - T] = k((\mu - T)^2 + \sigma^2) \end{aligned} \tag{2}$$

Dimana y melambangkan respon data, T melambangkan nilai target atau nilai nominal target, k melambangkan konstanta dari *quality loss* yang dipakai selama proses masih berada di dalam batasan spesifikasi, μ melambangkan rata-rata proses, σ melambangkan deviasi standard dari proses.

Untuk respon data kualitatif, target harus *zero defect* ($T = 0$) atau tidak ada kecacatan. Maka persamaan (2) dapat dimodifikasi menjadi:

$$QL = k(\mu^2 + \sigma^2) \tag{3}$$

kemudian fungsi *quality loss* dapat direpresentasikan sebagai $QL = QL(\theta)$. Untuk data kualitatif, berdasarkan konsep fungsi *quality loss*, pengukuran secara kuantitatif dari kemampuan proses dapat dibangun. Yaitu dengan memakai rasio *quality loss* yang diperbolehkan oleh pelanggan dan *quality loss* aktual. Sehingga *PCI* dari data atribut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$PCI = \frac{QL(\theta_c)}{QL(\theta)} \tag{4}$$

dimana θ melambangkan parameter proses dari proses aktual dan θ_c melambangkan parameter dari proses yang diharapkan oleh pelanggan.

Pada kenyataannya, data kualitatif dapat dideskripsikan dengan baik oleh beberapa macam distribusi seperti distribusi Binomial dan distribusi Poisson.

Distribusi Binomial

Fungsi probabilitas variabel acak Binomial dengan parameter (n, p) adalah:

$$p(i) = \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}, \quad i=0,1,\dots,n \tag{5}$$

Kemudian, buat $y \sim \text{Ber}(1,p)$, $\text{Ber}(1,p)$ melambangkan percobaan Bernoulli, $\theta_c = p_c$, $\theta = p$, $\mu = p$, $\sigma^2 = p(1-p)$, maka:

$$PCI = \frac{QL(\theta_c)}{QL(\theta)} = \frac{K \left[p_c^2 + (p_c - p_c^2) \right]}{k \left[p^2 + (p - p^2) \right]} \tag{6}$$

Dimana p melambangkan proporsi produk cacat (parameter dari distribusi Binomial), p_c melambangkan level kualitas yang dapat diterima (*AQL*) oleh pelanggan untuk proporsi kecacatan produk dan n merupakan jumlah inspeksi yang dilakukan. Jika:

1. $p_c < p$, maka kapabilitas proses belum dapat memenuhi keinginan pelanggan; hal ini merupakan proses yang buruk, $PCI < 1$.
2. $p_c = p$, maka kapabilitas proses tepat memenuhi keinginan pelanggan, $PCI = 1$.
3. $p_c > p$, maka kapabilitas proses sudah memuaskan keinginan pelanggan, $PCI > 1$.

Kemudian, jika lot yang diperiksa adalah sejumlah n , maka parameter yang berhubungan dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D &= \sum_{i=1}^n y_i \sim B(n, p), \\ \theta_c &= p_c, \theta = p, \mu = np, \sigma^2 = np(1-p) \end{aligned}$$

$B(n, p)$ melambangkan distribusi binomial, sehingga formula *PCI* untuk data yang berdistribusi binomial adalah sebagai berikut:

$$PCI = \frac{K \left[(np_c)^2 + n(p_c - p_c^2) \right]}{k \left[(np)^2 + n(p - p^2) \right]} = \frac{\left[(n-1)p_c^2 + p_c \right]}{\left[(n-1)p^2 + p \right]} \tag{7}$$

Jika:

1. $p_c < p$, maka kapabilitas proses belum dapat memenuhi keinginan pelanggan, nilai PCI akan berkurang seiring dengan bertambahnya n produk yang diperiksa setiap lot.
2. $p_c = p$, maka kapabilitas proses tepat memenuhi keinginan pelanggan, PCI=1.
3. $p_c > p$, maka kapabilitas proses sudah memuaskan keinginan pelanggan, nilai PCI akan bertambah seiring dengan bertambahnya n produk yang diperiksa setiap lot.

Distribusi Poisson

Sebuah variabel acak X yang memiliki nilai 0,1,2,... dikatakan sebagai variabel acak Poisson dengan parameter λ jika $\lambda > 0$, fungsi probabilitasnya adalah

$$p(i) = P\{X = i\} = \lambda^{-i} \frac{\lambda^i}{i!} \quad i = 0,1,2,\dots \tag{8}$$

,selama

$$\sum_{i=0}^{\infty} p(i) = \lambda^{-\lambda} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\lambda^i}{i!} = \lambda^{-\lambda} \lambda^{\lambda} = 1 \tag{9}$$

Jika $y \sim P(\lambda)$, dan P melambangkan distribusi Poisson, maka parameter-parameter lain yang berhubungan dituliskan sebagai: $\theta_c = \lambda_c, \theta = \lambda, \mu = \lambda, \sigma^2 = \lambda,$

$$PCI = \frac{QL(\theta_c)}{QL(\theta)} = \frac{K[\lambda_c^2 + \lambda_c]}{k[\lambda^2 + \lambda]} = \frac{[\lambda_c^2 + \lambda_c]}{[\lambda^2 + \lambda]} \tag{10}$$

dengan λ melambangkan tingkat kecacatan dari produk yang berdistribusi Poisson, dan λ_c melambangkan level kualitas yang diperbolehkan oleh pelanggan untuk tingkat kecacatan yang berdistribusi Poisson. Jika:

1. $\lambda_c < \lambda$, maka kapabilitas proses belum dapat memenuhi keinginan pelanggan; hal ini merupakan proses yang buruk, PCI < 1.
2. $\lambda_c = \lambda$, maka kapabilitas proses tepat memenuhi keinginan pelanggan, PCI=1.
3. $\lambda_c > \lambda$, maka kapabilitas proses sudah memuaskan keinginan pelanggan, PCI>1.

Apabila jumlah barang yang diinspeksi berjumlah m , maka parameter-parameter lain yang berhubungan dituliskan sebagai: $\theta_c = \lambda_c, \theta = \lambda, \mu = \frac{\lambda}{m}, \sigma^2 = \frac{\lambda}{m^2}$, dan formula PCI menjadi:

$$PCI = \frac{QL(\theta_c)}{QL(\theta)} = \frac{K\left[\frac{\lambda_c^2}{m} + \frac{\lambda_c}{m}\right]}{k\left[\frac{\lambda^2}{m} + \frac{\lambda}{m}\right]} = \frac{[\lambda_c^2 + \lambda_c]}{[\lambda^2 + \lambda]} \tag{11}$$

dengan μ sebagai rata-rata tingkat kecacatan, dan μ_c melambangkan level kualitas yang diperbolehkan pelanggan untuk rata-rata tingkat kecacatan. Persamaan (10) memiliki struktur yang sama dengan persamaan (11), maka ketentuan analisa PCI untuk distribusi Poisson adalah sama.

Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari pemilihan jenis/ tipe item dan pencatatan data hasil inspeksi produk sandal. Pencatatan ini menggunakan *tools* perbaikan kualitas, yaitu *checksheet*. Penelitian ini dilakukan selama kurun waktu 2 bulan. Setelah data terkumpul, dilakukan penghitungan indeks kemampuan proses (PCI). Tetapi sebelumnya, perlu diketahui bahwa proses yang ada dalam keadaan terkendali. Untuk itu perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan *control chart*/ peta kendali, pada penelitian ini dipakai *np chart* karena jumlah sampel produk yang diinspeksi sama untuk setiap periode inspeksinya. Apabila diketahui bahwa proses belum dalam keadaan terkendali, maka perlu dicari penyebabnya. Apakah penyebab khusus atau penyebab umum, jika penyebab khusus maka data yang keluar batas kendali bisa dihilangkan. Tetapi apabila penyebabnya adalah penyebab umum, maka proses harus diperbaiki terlebih dahulu sampai proses terkendali. Kemudian dari data yang terkumpul ditentukan distribusi datanya, karena merupakan data atribut berarti distribusi datanya adalah binomial atau poisson. Penentuan distribusi ini perlu dilakukan karena formula PCI setiap distribusi juga akan berbeda. Penentuan distribusi data ini menggunakan bantuan *software Stat-fit*. Setelah langkah pengendalian proses dan penentuan distribusi data, maka penghitungan PCI bisa dilakukan. Nilai PCI digunakan sebagai inputan PCA dalam melakukan evaluasi proses. Pada penelitian ini, jika proses masih belum dapat memenuhi keinginan pelanggan, maka dilakukan perbaikan proses. Tetapi apabila proses sudah dapat memenuhi keinginan pelanggan, maka diberikan usulan untuk peningkatan kualitas, agar nantinya dapat berguna bagi

perusahaan jika ingin menerapkan sistem peningkatan kualitas. Hal ini dilakukan karena mengingat bahwa jenis produk yang diteliti pada penelitian ini hanya 2 jenis produk.

Hasil Dan Pembahasan

Data yang diperlukan untuk melakukan evaluasi kemampuan proses adalah data hasil inspeksi yang berupa jumlah unit kecacatan produk. Dikumpulkan data hasil inspeksi produk tipe RB501 selama kurang lebih 2 bulan. Jumlah sampel yang dipakai setiap kali inspeksi adalah tetap untuk masing-masing tipe produk, jumlahnya disesuaikan dengan jumlah produksi minimum dari waktu sebelum pencatatan data inspeksi ini. Berikut ini adalah hasil rekap jumlah unit produk cacat yang telah diperiksa dengan jumlah sampel yang telah ditentukan sebelumnya untuk masing-masing jenis produk.

Data Hasil Inspeksi RB501

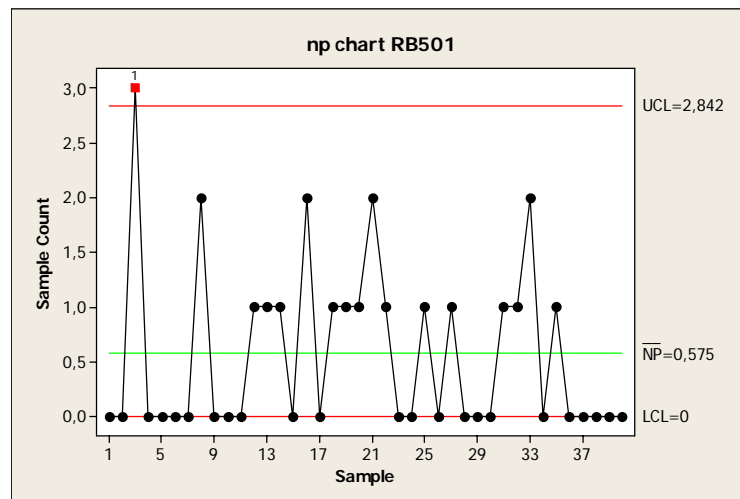
Jumlah sampel yang dipakai untuk setiap inspeksi adalah 40 pasang sandal, atau 80 unit sandal jika tanpa memperhitungkan kanan dan kiri, pencatatan dilakukan sebanyak 40 kali inspeksi atau 40 hari kerja. Rekapitulasi data untuk unit cacatnya adalah seperti pada tabel 1.

Pengendalian Proses

Karena datanya merupakan data atribut dengan jumlah sampel yang sama, maka digunakan *np chart*. Pada gambar 1., dapat dilihat bahwa data ketiga keluar dari batas kontrol. Setelah ditelusuri lebih lanjut, didapati bahwa penyebabnya merupakan penyebab khusus. Jadi data ketiga yang keluar dari batas kendali ini dapat dihilangkan dan data sisanya langsung dipakai untuk pengevaluasian proses apabila dalam keadaan terkendali.

Tabel 1. Rekap data hasil inspeksi RB501

no. inspeksi	unit cacat	no. inspeksi	unit cacat	no. inspeksi	unit cacat	no. inspeksi	unit cacat
1	0	11	0	21	2	31	1
2	0	12	1	22	1	32	1
3	3	13	1	23	0	33	2
4	0	14	1	24	0	34	0
5	0	15	0	25	1	35	1
6	0	16	2	26	0	36	0
7	0	17	0	27	1	37	0
8	2	18	1	28	0	38	0
9	0	19	1	29	0	39	0
10	0	20	1	30	0	40	0



Gambar 1. *np chart* RB501

Setelah data yang keluar batas kendali dihilangkan, dapat dilihat pada gambar 2. di bawah ini kalau proses sudah dalam keadaan terkendali.

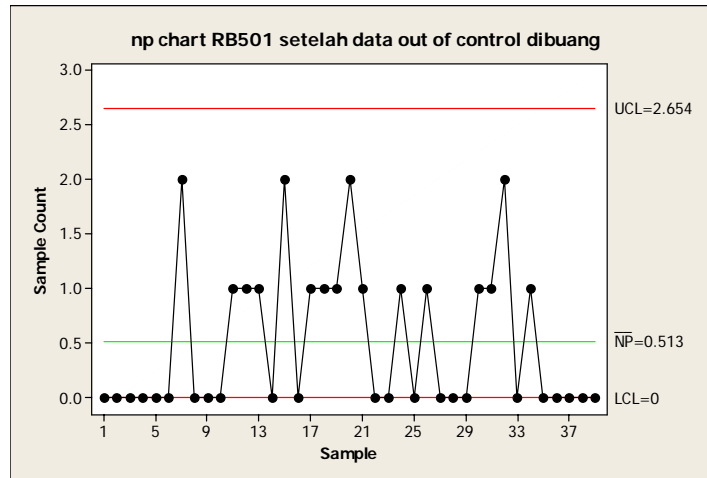
Penghitungan PCI

Setelah data yang dikumpulkan telah berada dalam keadaan terkendali, maka penghitungan nilai PCI dapat dilakukan. Tetapi terlebih dahulu harus diketahui distribusi data yang dikumpulkan tersebut untuk menentukan

formula PCI yang akan dipakai nanti. Berdasarkan hasil uji distribusi data, didapatkan hasil bahwa data berdistribusi binomial. Maka perhitungan proporsi cacat dan nilai PCI-nya adalah:

$$\text{Proporsi Cacat} = \frac{\text{Total Produk Cacat}}{\text{Total Produk Diinspeksi}} = \frac{20}{(80 \times 39)} = 0.00641$$

$$PCI = \frac{[(n-1)p_c^2 + p_c]}{[(n-1)p^2 + p]} = \frac{[(80-1)0.01^2 + 0.01]}{[(80-1)0.00641^2 + 0.00641]} = 1.853678$$



Gambar 2. np chart RB501 setelah data out of control dibuang

Kemampuan proses produk tipe RB501 dikatakan dapat memenuhi keinginan pelanggan karena nilai $p_c > p$. Bahkan nilai indeks kemampuan prosesnya (PCI) sangat signifikan berada di atas kepuasan pelanggan, yang biasanya bernilai 1,33. Nilai indeks kemampuan proses ini dipakai untuk mengevaluasi apakah proses memerlukan perbaikan atau tidak. Dalam kasus ini, proses sudah sangat baik sehingga tidak perlu lagi dilakukan perbaikan, kecuali jika perusahaan menginginkan kemampuan proses yang lebih baik lagi untuk perbaikan kualitas, supaya nilai kecacatan bisa diperkecil lagi misalnya.

Sistem pengevaluasian kemampuan proses seperti ini bisa dijadikan standar baru bagi perusahaan agar dalam menentukan kualitas prosesnya dapat lebih terukur. Sistem seperti ini sebenarnya sama dengan yang digunakan pada perusahaan-perusahaan pada umumnya, tetapi tidak untuk respon data kualitatif seperti pada penelitian ini.

Produk lain yang diukur kemampuan prosesnya pada penelitian ini adalah tipe GX21. Dengan menggunakan metode pengukuran yang sama dengan tipe RB501, nilai PCI untuk produk tipe GX21 adalah 1.678103.

Usulan Peningkatan Kemampuan Proses

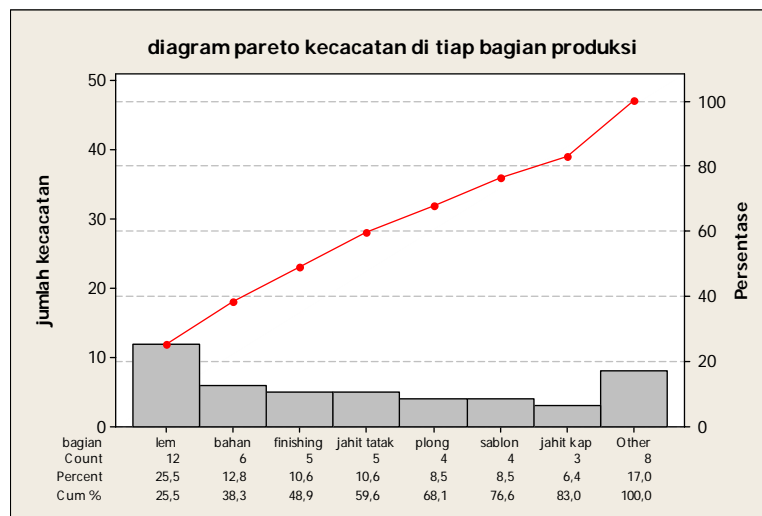
Meningkatkan kemampuan proses sama halnya dengan perbaikan proses. Langkah-langkah yang diterapkan untuk melakukan peningkatan kemampuan proses adalah dimulai dari identifikasi penyebab kecacatan, menentukan langkah untuk mengeliminasi penyebab kecacatan tersebut, dan melaksanakan langkah yang diambil. Langkah-langkah ini biasanya dilakukan secara kontinu, jadi setelah proses diperbaiki, maka dilakukan pengevaluasian kemampuan proses lagi.

Pada penelitian ini, kecacatan dikelompokkan menjadi kategori-kategori tertentu, kategori yang ditentukan dibuat berdasarkan bagian-bagian/ departemen-departemen yang terlibat dalam proses produksi di perusahaan di mana dilakukan penelitian ini. Kategori kecacatan dengan proporsi yang besar akan dieliminasi, maka dipakailah konsep Pareto untuk mengetahui penyebab kecacatan yang perlu dieliminasi. Kemudian setelah ditentukan kategori kecacatan yang akan dieliminasi, barulah ditelusuri cara untuk mengurangi terjadinya kecacatan tersebut dengan menggunakan fishbone diagram. Kategori-kategori kecacatannya adalah seperti tabel 3. di bawah ini:

Tabel 3. Bagian-bagian dalam rantai produksi

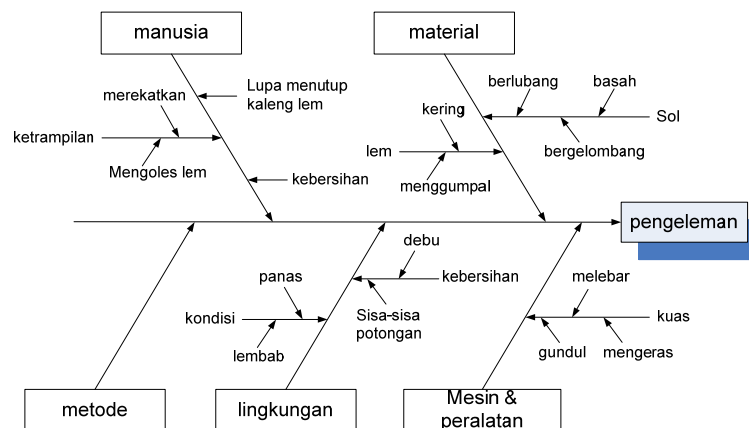
No.	Nama Bagian	No.	Nama Bagian
1	bahan/ gudang	9	jahit tatak
2	gambar kap	10	plong
3	jahit kap	11	sablon
4	gunting kap	12	tukang
5	sesek	13	sol
6	aksesoris	14	finishing
7	gambar tatak	15	pengeleman
8	gunting tatak	16	packing

Peningkatan kemampuan proses ini dilakukan secara universal, maksudnya tidak dibedakan antara satu tipe produk dengan produk yang lainnya. Sehingga data hasil inspeksi yang ada (RB501 dan GX21) digabungkan menjadi satu. Dari hasil penghitungan data kecacatan dari bagian inspeksi, didapatkan grafik Pareto seperti pada gambar 3.



Gambar 3. diagram Pareto kecacatan

Kemudian dilakukan observasi lapangan secara langsung untuk mendapatkan informasi tentang sebab-sebab terjadinya suatu kecacatan yang terjadi, khususnya untuk bagian yang memiliki nilai persentase kecacatan yang besar. Dari hasil penelusuran yang dilakukan, didapatkan berbagai penyebab kecacatan. Sebagai contoh, ditampilkan *fishbone diagram* untuk bagian pengeleman seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Fishbone diagram kategori kecacatan bagian Pengeleman

Dari gambar diagram tulang ikan tersebut, kemudian dapat diambil langkah yang harus dilakukan untuk mengeliminasi penyebab suatu kecacatan yang sering terjadi sehingga jumlah kecacatan dapat ditekan atau bahkan dihilangkan. Dari hasil penelusuran terhadap kemungkinan penyebab kecacatan diperoleh bahwa penyebab kecacatan disebabkan oleh sol yang bergelombang dan basah, lem menggumpal, kuas yang sudah mulai gundul dan operatornya sering lupa menutup kaleng lem.

Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran kemampuan proses didapatkan nilai PCI proses RB501 adalah 1,85 dan GX21 adalah 1,68. Hal ini menunjukkan bahwa proses mempunyai kemampuan yang baik
2. Dengan mengaplikasikan langkah-langkah pengukuran kemampuan proses seperti yang sudah dilakukan pada penelitian ini, perusahaan kecil yang biasanya memiliki data kualitatif dapat melakukan evaluasi kemampuan prosesnya secara kuantitatif/ terukur. Selain itu, dengan melakukan pengukuran kemampuan proses, sebenarnya dapat ditindaklanjuti dengan upaya peningkatan/ perbaikan kualitas.

Daftar Pustaka

- Grant, Eugene, Richard S. Leavenworth, (1996), "*Statistical Quality Control 7th edition*", Mc-GrawHill Company, United State
- Ross, Sheldon, (2006), "*A First Course in Probability 7th edition*", Pearson Prentice Hall, Inc, New Jersey
- Kume, Hitoshi, (2000), "*Statistical Method for Quality Improve*", 3A Corporation. Tokyo
- Wignjosoebroto, Sritomo, (1995), "*Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*", PT. Guna Widya, Jakarta
- Hsieh, Kun-Lin, Lee-Ing Tong, (2006), "Incorporating Process Capability Index and Quality Loss Function into Analyzing the Process Capability for Qualitative Data", *Int J Adv Manuf Technol* 27: 1217-1222