

BAB II

PENGURANGAN VARIASI DALAM FUNGSI KERUGIAN TAGUCHI

2.1. PENGERTIAN MUTU DAN KERUGIAN

Taguchi meletakkan mutu kedalam dua daerah, yaitu Off Line Quality Control (Off L.Q.C) dan ON Line Quality Control (On L.Q.C). Kedua bidang daerah tersebut sangat berperanan penting didalam pengambilan keputusan-keputusan yang akan memberikan pengaruh yang sangat berarti bagi seluruh kegiatan produksi. Off Line Quality Control ditujukan pada perbaikan mutu dalam produksi dan tahap proses pengembangan. Menurut Taguchi terdapat pengaruh yang positif pada biaya yang diperoleh dari perbaikan mutu pada waktu yang lebih awal.

Setiap produk yang dihasilkan pasti mempunyai sifat khas yang pelaksanaannya sangat berhubungan dengan keperluan atau harapan pelanggan/konsumen. Sifat-sifat khas yang dimaksud seperti penghematan bahan bakar pada kendaraan roda dua, berat bungkus makanan, tenaga putaran pada motor penggerak, bahan kimia komposisi baja, daya hidup lampu, daya putus pada sekering, pengurangan energi pada alat pemanas air, dan sebagainya. Contoh tersebut merupakan sifat khas yang menjadi perhatian pelanggan. Jadi mutu dari suatu produk adalah faktor-faktor yang terdapat dalam produk-produk yang memberikan kepuasan bagi pelanggan didalam pelaksanaan pemakaiannya.

Mutu dari produksi diatur berdasarkan syarat-syarat khas. Mutu dihubungkan dengan kerugian pada masyarakat yang disebabkan oleh sebuah produk selama beredar. Kenyata-

taan tinggi mutu produk akan mempunyai minimal kerugian pada masyarakat. Kerugian pelanggan dapat berupa bermacam-macam bentuk yang berkembang menjadi fungsikerugian produk. Produser harus memperhatikan kerugian-kerugian beserta harapan-harapan pelanggan, jika tidak maka akan merugikan.

Pengevaluasi yang paling benar adalah pada pelanggan. Pelanggan adalah hakim, juri, dan pemberi keputusan. Pelanggan akan memperhitungkan dengan uang yang mereka miliki dimana produk akan bertemu dengan syarat-syarat perincian yang mereka tentukan. Perancang produk harus mengetahui keinginan-keinginan pelanggan, juga kebutuhan dan harapan pelanggan. Kemudian membawa semua itu kedalam syarat-syarat produk seperti memasukkan gambaran-gambaran, ruang toleransi, bahan-bahan, alat-alat, proses produksi, dan sebagainya. Informasi-informasi digunakan sebagai dasar pembuatan.

2.2. FUNGSI KERUGIAN TAGUCHI

Jepang adalah suatu negara dimana alam sebagai sumber penghasilan dan kelompok besar manusia sebagai salah satu modal. Dengan suatu metode khusus sehingga menyebabkan Jepang mampu hidup lama ekonominya. Yaitu dengan mengimpor material dari negara lain, kemudian menambah nilai material tersebut dengan suatu pemrosesan yang kemudian mengekspor produk yang berasal dari material tersebut ke negara lain. Begitu banyak perekonomian yang berhasil karena telah didasari oleh tingginya nilai tambah pada produk yang dihasilkan. Keberhasilan dalam bisnis untuk merubah

sumber penghasilan dari suatu keadaan ke keadaan lain adalah suatu bagian dari suatu proses yang efisien. Kerugian yang rendah untuk masyarakat sudah pantas dalam persaingan. Sehingga diusahakan meminimalkan kerugian bagi masyarakat.

Fungsi kerugian Taguchi membenarkan mengakui keinginan pelanggan untuk memiliki produk yang selalu tetap bagian demi bagian dan menyadari keinginan produser untuk membuat produksi dengan biaya yang serendah-rendahnya. Kerugian pada masyarakat diperbaiki, biaya pengadaan dalam proses produksi sama baiknya dengan biaya yang dihadapi selama digunakan oleh pelanggan. Guna memperkecil kerugian pada masyarakat menggunakan strategi yang menganjurkan produk-produk yang seragam dan pengurangan biaya-biaya pada produksi dan pemakaian.

2.3. PERBEDAAN KONSEP TAGUCHI DAN KONSEP GOALPOST

Didalam konsep Goalpost (Tiang Gawang) mengatakan bahwa pembuatan produk menurut cetakan yang berada dalam daerah toleransi yang telah ditentukan sebagai mutu yang baik. Daerah toleransi ini adalah daerah dimana produk masih diterima oleh pelanggan. Ini berarti jika berada di luar daerah toleransi maka produk tidak memenuhi perincian dan harus diperbaiki sampai berada dalam daerah toleransi.

Apa yang tidak dijumpai dalam konsep Goalpost ini adalah keperluan-keperluan pelanggan. Sebuah produk mung-

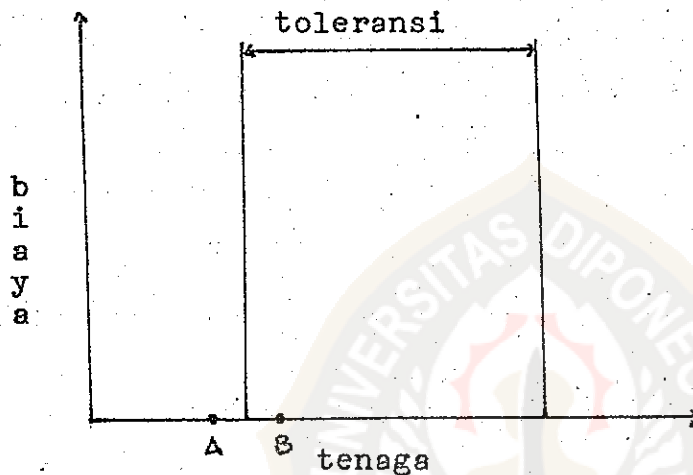
kin memenuhi perincian-perincian cetakan, tetapi jika cetakan tidak memenuhi keperluan-keperluan langganan maka mutu yang tepat tidak akan dihasilkan.

Contohnya adalah sebagai berikut: batu battery memberi voltase untuk bola lampu pada senter. Dengan voltase nominal, misal 3 volt, akan memberikan cahaya yang terang dan tidak mematikan bola lampu secara dini. Pelanggan membutuhkan voltase tepat pada voltase nominal, tetapi pabrik battery sedang menggunakan batas toleransi yang diikuti oleh perincian battery. Maka sebagai akibat beberapa bola lampu hidup dan yang lainnya mati secara dini. Pelanggan membutuhkan produk tepat pada nominal pada setiap saat, sedangkan produksi ingin mengikuti dengan merubah-rubah produk sampai mendekati perincian.

Untuk membandingkan kedua konsep tersebut dengan mengambil contoh tenaga pembuka kap mobil. Ketika kap/kerudung mobil tertentu dibuka, tenaga yang dibutuhkan untuk membuka kap dari posisi tersebut adalah penting bagi pelanggan. Jika kekuatan terlalu tinggi maka pemakai secara perseorangan akan mengalami kesulitan dalam membuka kap mobil tersebut. Tentunya pelanggan akan meminta memperbaiki penyetelan peralatannya. Jika kekuatan sangat rendah maka kap mobil akan terbuka apabila terkena angin yang kencang dan pelanggan akan meminta untuk memperbaikinya.

Teknik perincian dan gambar pemasangan menyebutkan fakta-fakta jajaran nilai tenaga untuk pemasangan kap mobil. Jajaran harus digunakan karena semua kerudung tidak

bisa persis sama. Batas terendah dan batas teratas ditentukan. Jika tenaga sedikit tinggi atau rendah mungkin pelanggan merasa sedikit tidak puas. Tetapi mungkin tidak meminta perbaikan penyetulan kap tersebut. Konsep Goalpost memandang situasi tersebut seperti gambar 1-2 di bawah ini.



Gambar 1-2. Goalpost.

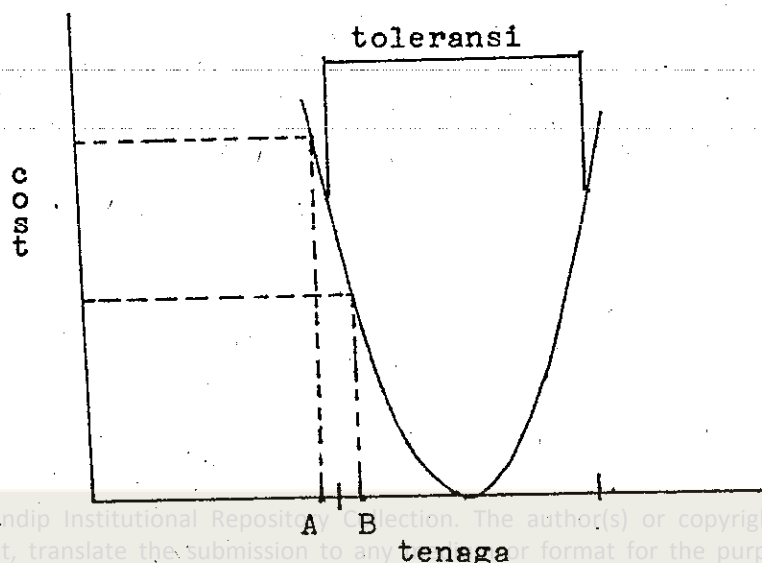
Konsep Goalpost mengatakan bahwa sepanjang tenaga pembuka berada dalam daerah toleransi pelanggan, tentu masih akan memuaskan dan tidak menjadi masalah. Jika tenaga pembuka lebih rendah dibanding batas bawah atau terlalu tinggi dibanding batas atas dari toleransi pelanggan maka kap mobil akan membutuhkan biaya perbaikan dan biaya ini dipikul oleh perusahaan.

Target nilai yang memuaskan atau menyenangkan pelanggan disebut nominal. Jika tenaga sedikit agak rendah atau sedikit agak tinggi dibandingkan nominal, pelanggan sedikit agak rugi. Jika tenaga pada batas terendah atau batas tertinggi, pelanggan akan merasakan kerugian yang ter-

besar. Kap mobil akan menjadi turun kebawah atau tak enak untuk menutupnya. Ketika tenaga mencapai batas toleransi pelanggan maka pelanggan tertentu akan mengeluh. Tetapi apakah perbedaan nyata antara tenaga pada A dan B dalam gambar 2-1. Peristiwa ini dapat kelihatan dari pandangan produsen yaitu perbedaan biaya perbaikan, sedangkan dari pandangan pelanggan mungkin tidak merasakan adanya perbedaan tersebut.

Berdasarkan kejadian diatas maka Taguchi telah mengadakan pendekatan mengenai biaya perbaikan dengan membuat model berbentuk kurva. Kurva ini didapat dari kejadian bahwa jika tenaga pembuka dekat dengan nominal maka hampir tidak ada biaya perbaikan, biaya perbaikan akan kontinu naik untuk tenaga yang semakin jauh dari nominal. Titik optimal kurva dicapai pada saat biaya perbaikan mencapai harga nol, sedangkan tenaga pada posisi nilai nominal. Adapun kurva hasil pendekatan Taguchi terlihat seperti gambar 2-3.

GAMBAR 2-3. Fungsi Kerugian Taguchi.

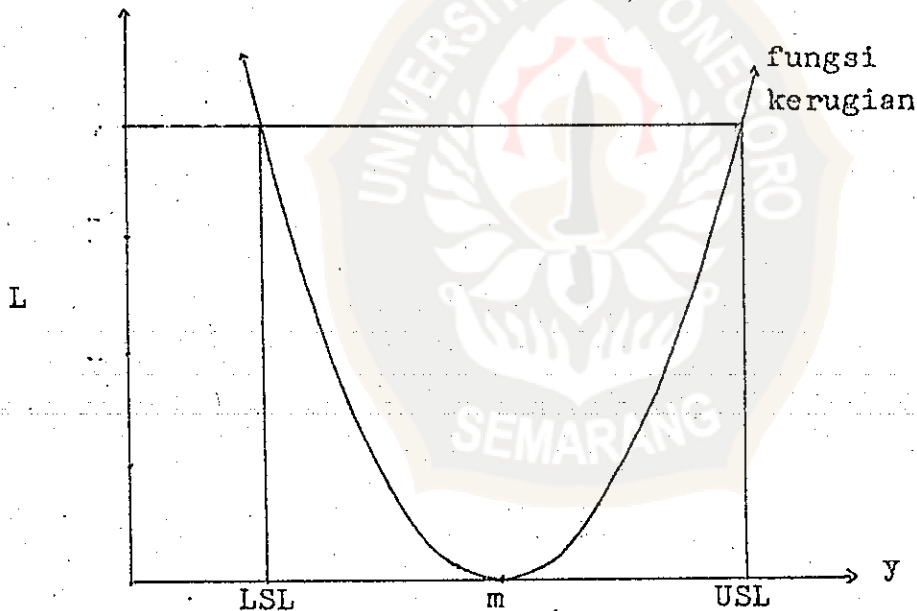


Ternyata model fungsi kerugian Taguchi tersebut mampu mengukur atau menghitung perbedaan kecil dalam hal biaya perbaikan pada peristiwa A dan B pada gambar 2-1.

2.4. Model Matematik Fungsi Kerugian Taguchi

Untuk mendapatkan model matematik fungsi kerugian Taguchi berarti harus mencari persamaan kurva gambar 2-3.

GAMBAR 2-3



Karena kurva berbentuk parabola maka akan mempunyai bentuk umum sebagai berikut :

$$L = ay^2 + by + c$$

Pada gambar 2-4 terlihat bahwa titik optimum dicapai pada koordinat $(m, 0)$. Suatu kurva mencapai titik optimum jika differensial pertama persamaan kurva sama dengan nol.

$$\frac{dL}{dy} = 2ay + b = 0$$

$$b = -2am$$

Dari titik optimum, diperoleh :

$$am^2 + bm + c = 0$$

substitusi $b = -2am$, maka:

$$am^2 - 2am^2 + c = 0$$

$$-am^2 + c = 0$$

$$c = am^2$$

Dari harga-harga diatas, disubstitusikan ke bentuk umum .

$$L = ay^2 - 2amy + am^2$$

$$L = a (y - m)^2$$

ambil $a=k$ konstanta biaya pada syarat batas.

$$L = k (y - m)^2$$

Persamaan tersebut merupakan model matematik dari fungsi kerugian Taguchi, dimana :

L = kerugian

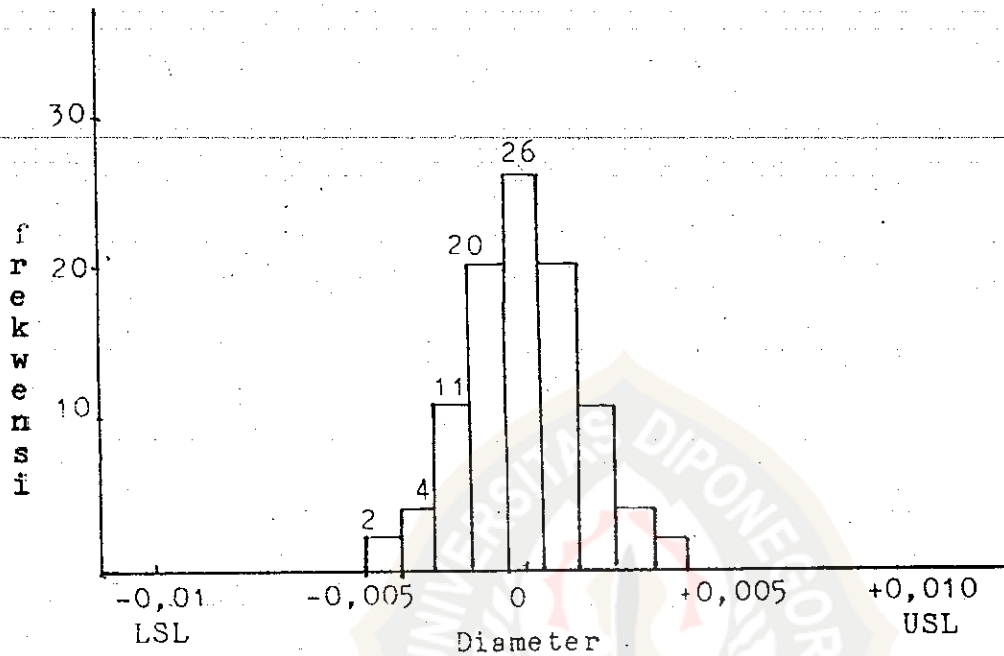
y = nilai data

m = nilai nominal

k = konstanta biaya pada syarat batas

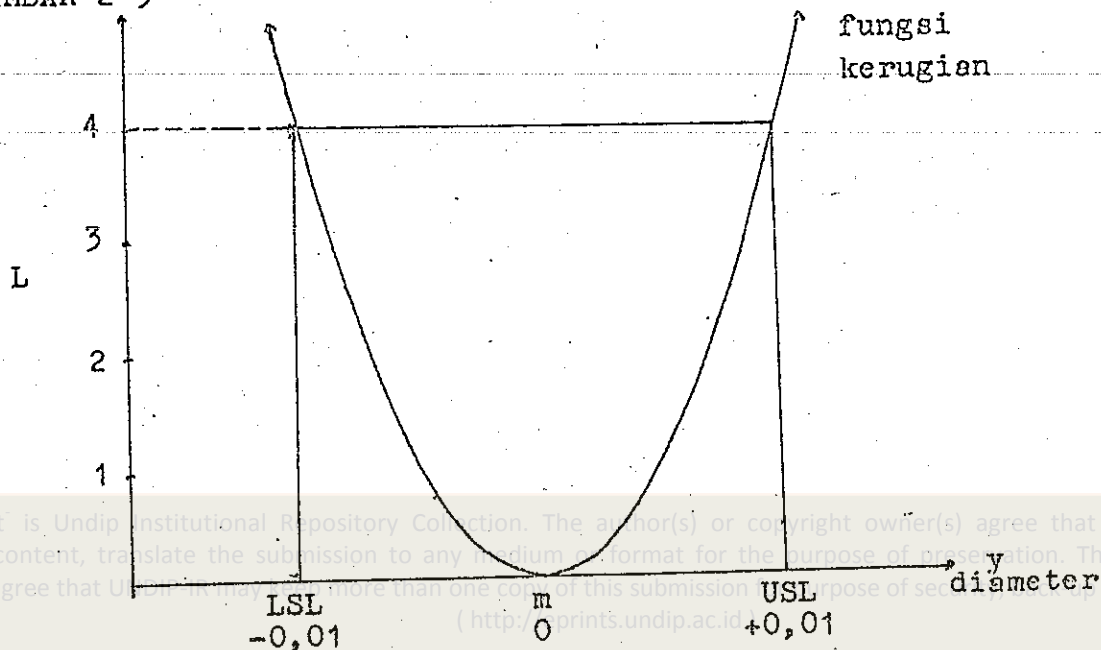
Untuk penerepen, disajikan permasalahan tebal atau diameter suatu bagian mesin. Disini Bagian mesin yang dihasilkan mempunyai perbedaan tebal atau diameternya. Ketentuan toleransi telah ditentukan yaitu diameter luarnya $\pm 0,010$ inci ($\pm 0,25$ mm). Di sini dinyatakan mampu memenuhi toleransi. Lihat gambar 2-4. yaitu histogram untuk untuk 100 bagian.

GAMBAR 2-4. Histogram Diameter Luar.



Fungsi kerugian Taguchi mengukur faktor-faktor yang diberikan dalam proses. Jika jangkauan terakhir dari pabrik dimana diameter melampaui batas tertinggi atau terendah maka akan diperbaiki dengan biaya perbaikan sebesar \$ 4. Adapun gambar fungsi kerugiannya seperti terlihat pada gambar 2-5.

GAMBAR 2-5



Batas perincian terendah $y = -0,01$, disubstitusikan kepersamaan, dimana kerugian yang diciptakan sebesar \$ 4,00 dengan nilai nominal $m=0$. Sehingga didapat besarnya k .

$$k = \frac{L}{(y-m)^2}$$

$$k = \frac{4,0}{(-0,01 - 0)^2}$$

$$k = 40000$$

Persamaan kerugian menjadi :

$$L = 40000(y-0,0)^2$$

Maka kerugian dapat dihitung langsung pada nilai diameternya. Hasil perhitungan seperti tabel 2-1.

TABEL 2-1.

Diameter, in y	kerugian L	Jml. bagian f	Tot. $L.f$
-0,005	1,00	0	0,00
-0,004	0,64	2	1,28
-0,003	0,36	4	1,44
-0,002	0,16	11	1,76
-0,001	0,04	20	0,80
0,000	0,00	26	0,00
0,001	0,04	20	0,80
0,002	0,16	11	1,76
0,003	0,36	4	1,44
0,004	0,64	2	1,28
0,005	1,00	0	0,00
Jumlah seluruhnya		100	\$ 10,56

Misal untuk diameter $y=0,003$ in

$$L(0,003) = 40000 (0,003 - 0,0)^2$$

$$L(0,003) = \$ 0,36$$

Besarnya rata-rata kerugian untuk tiap bagian adalah:

$$L = \frac{10,56}{100}$$

$$L = \$ 0,11$$

Metode kedua dengan estimasi kerugian tiap bagian dan memerlukan penggunaan fungsi kerugian dengan sedikit merubah bentuk perhitungan matematis. Perhitungan ini sama dengan penggunaan rata-rata dari $(y-m)^2$ dari persamaan kerugian. Perluasannya sebagai berikut :

$$L = k \cdot \frac{((y_1-m)^2 + (y_2-m)^2 + \dots + (y_N-m)^2)}{N}$$

N = banyaknya bagian

$$L = k \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (y_i-m)^2}{N}$$

Untuk N yang cukup besar maka rata-rata kerugian tiap bagian diatas ekuivalen dengan :

$$L = k(S^2 + (\bar{y} - m)^2)$$

dimana S^2 = Varian

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N}$$

\bar{y} = rata-rata

y_i = nilai data ke i

Pembuktiannya adalah sebagai berikut :

$$L = k \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - m)^2}{N}$$

$$L = \frac{k}{N} \left(\sum_{i=1}^N (y_i^2 - 2m y_i + m^2) \right)$$

$$L = \frac{k}{N} \left(\sum_{i=1}^N y_i^2 - 2m \sum_{i=1}^N y_i + Nm^2 \right)$$

$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N y_i^2}{N} - 2m \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} + m^2 \right)$$

$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N y_i^2}{N} - 2\bar{y} \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} + 2\bar{y} \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} - 2m \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} + m^2 \right)$$

$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N (y_i^2 - \bar{y}^2)}{N} - \frac{\bar{y}^2}{N} + 2\bar{y} \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} - 2m \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} + m^2 \right)$$

$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N} - \bar{y}^2 + 2\bar{y}^2 - 2m\bar{y} + m^2 \right)$$

$$L = k (S^2 + \bar{y}^2 - 2m\bar{y} + m^2)$$

$$L = k (S^2 + (\bar{y} - m)^2) \quad \text{terbukti}$$

Tabel 2-2 merupakan perhitungan untuk mendapatkan varian S^2 .

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N}$$

$$S^2 = \frac{264 \cdot 10^{-6}}{100}$$

$$S^2 = 2,64 \cdot 10^{-6}$$

Sehingga :

$$L_1 = 40000(2,64 \cdot 10^{-6} + (0-0)^2)$$

$$L_1 = \$ 0,11 \text{ per bagian}$$

Jadi besar rata-rata kerugian adalah \$ 0,11 pada tiap bagian.

TABEL 2-2

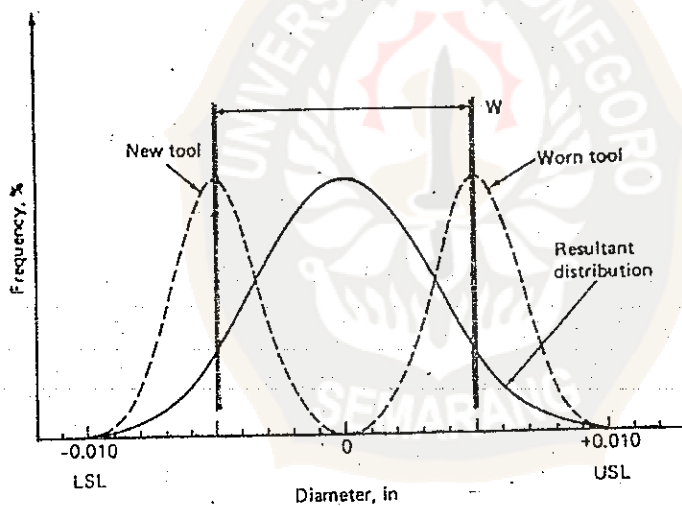
Diameter, y	Frekwensi, f	$(y - \bar{y})^2$	$(y - \bar{y})^2 \cdot f$
-0,005	0	$25 \cdot 10^{-6}$	0
-0,004	2	$16 \cdot 10^{-6}$	$32 \cdot 10^{-6}$
-0,003	4	$9 \cdot 10^{-6}$	$36 \cdot 10^{-6}$
-0,002	11	$4 \cdot 10^{-6}$	$44 \cdot 10^{-6}$
-0,001	20	$1 \cdot 10^{-6}$	$20 \cdot 10^{-6}$
0,000	26	0	0
0,001	20	$1 \cdot 10^{-6}$	$20 \cdot 10^{-6}$
0,002	11	$4 \cdot 10^{-6}$	$44 \cdot 10^{-6}$
0,003	4	$9 \cdot 10^{-6}$	$36 \cdot 10^{-6}$
0,004	2	$16 \cdot 10^{-6}$	$32 \cdot 10^{-6}$
0,005	0	$25 \cdot 10^{-6}$	0
			$264 \cdot 10^{-6}$

2.5. Pemakaian Alat Dalam Proses Produksi.

Dalam suatu proses produksi sangat melibatkan peranan mesin, yaitu dengan pemakaian alat. Pemakaian alat akan mempunyai akibat yang mempengaruhi hasil produk. Dalam

kasus diameter luar maka pemakaian alat akan menyebabkan pertambahan diameter pada urutan bagian yang dihasilkan. Menurut konsep Goalpost akan memperbolehkan situasi seperti gambar 2-6. Mesin akan diperbaiki pada sisi rendah dan diperbolehkan dipakai sampai sisi tinggi terjangkau. Dengan adanya perbaikan mesin maka akan timbul kerugian dalam bentuk lain.

GAMBAR 2-6.



Fungsi kerugian menggunakan rata-rata dan variasi dari kelompok bagian-bagian yang dihitung kerugiannya. Untuk kelompok dari bagian-bagian yang dihitung kerugiannya, dimana distribusi rata-rata semakin bertambah, variasinya adalah sebagai berikut:

$$S_R^2 = S_0^2 + \frac{W^2}{12}$$

S_R^2 = Variasi yang dihasilkan

S_0^2 = Variasi Original (semula)

W = Interval toleransi pemakaian alat

Pada kasus diameter luar, perhitungannya adalah :

$$S_0^2 = 2,64 \times 10^{-6}$$

$$W = 0,010 \text{ inci}$$

$$S_R^2 = 2,64 \cdot 10^{-6} + \frac{0,01^2}{12}$$

$$S_R^2 = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

Kerugian setiap bagian adalah :

$$L_2 = k (S_R^2 + (\bar{Y} - m)^2)$$

$$L_2 = 40000 (1,1 \cdot 10^{-5} + 0^2)$$

$$L_2 = \$ 0,44$$

Jadi distribusi tengah lebih kecil dibanding kerugian dengan distribusi yang melewati pergeseran perincian.

$$L_1 < L_2$$

Untuk mendapatkan kerugian yang rendah seperti pada situasi yang pertama, maka mesin harus diperbaiki setelah tiap bagian diproduksi. Untuk situasi kedua mesin tidak diperbaiki sesering mungkin. Oleh karena itu ada suatu kompromi antara fungsi kerugian dan biaya-biaya perbaikan.

Pertambahan kerugian yang disebabkan oleh situasi dua adalah :

$$L_A = L_2 - L_1$$

L_A adalah kerugian tambahan yang disebabkan oleh adanya pergeseran perincian (pergeseran rata-rata).

$$L_A = k \left(S_0^2 + \frac{W^2}{12} \right) - k S_0^2$$

$$L_A = k \left(\frac{W^2}{12} \right)$$

Dari persamaan tersebut berlaku bahwa, jika W (luas daerah pemakaian alat) semakin besar maka kerugian yang ditimbulkan semakin besar. Besarnya W menyebabkan tak banyaknya frekwensi mesin yang harus diperbaiki, yang berarti biaya perbaikan akan lebih rendah.

Dari pembahasan tersebut maka terdapat dua fungsi biaya yaitu kerugian tambahan (L_A) dan biaya perbaikan (C_A). Perpotongan dua fungsi ini diperlihatkan pada gambar 2-7.

Persamaan matematis biaya perbaikan adalah :

$$C_A = R \frac{c_a}{W}$$

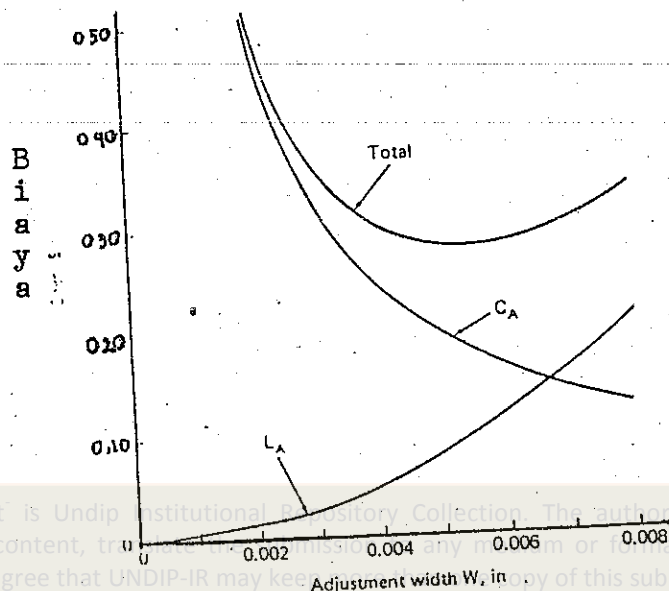
C_A = Biaya perbaikan untuk tiap bagian

c_a = Biaya perbaikan seluruh mesin

$$N = \frac{W}{R}$$

R = Rata-rata pemakaian alat (pemakaian perbagian)

GAMBAR 2-7. Perbandingan biaya



Kerugian total terendah yang optimal adalah dekat perpotongan antara dua garis lengkung, nilai minimal dari $L_A + C_A$ dilokasikan pada perbaikan daerah W . Total biaya terendah yang optimal akan tercapai pada harga W dimana dekat dengan perpotongan antara dua fungsi biaya tersebut. Adapun perpotongan antara C_A dan L_A diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$L_A = k \frac{W^2}{12}$$

$$C_A = R \frac{c_a}{W}$$

L_A dan C_A berpotongan di suatu titik jika $L_A = C_A$

$$k \frac{W^2}{12} = R \frac{c_a}{W}$$

$$W^3 = \frac{12 R c_a}{k}$$

$$W = \left(\frac{12 R c_a}{k} \right)^{1/3}$$

Dalam perhitungan

$$W = \left(\frac{12 \cdot 0,0005 \cdot 2,0}{40000} \right)^{1/3}$$

$$W = 0,0067$$

Jadi dua fungsi biaya tersebut berpotongan pada luas daerah pemakaian alat $W = 0,0067$ in dengan biaya \$ 0,149.

Untuk mendapatkan total biaya terendah (T_C) yang optimal , maka harus dicari titik optimal dari fungsi yang dibentuk oleh penjumlahan dua fungsi biaya C_A dan L_A .

$$T_C = C_A + L_A$$

$$T_C = R \frac{c_a}{W} + k \frac{W^2}{12}$$

Suatu fungsi mencapai titik optimal jika diferensial pertama fungsi tersebut sama dengan nol. Untuk fungsi biaya diatas harus dideferensialkan terhadap W.

$$\frac{d T_C}{d W} = - \frac{R c_a}{W^2} + 2k \frac{W}{12}$$

$$-\frac{R c_a}{W^2} + 2k \frac{W}{12} = 0$$

$$2k \frac{W}{12} = R \frac{c_a}{W^2}$$

$$W^3 = \frac{12 R c_a}{2k}$$

$$W = \left(\frac{6 R c_a}{k} \right)^{1/3}$$

$$W = \left(\frac{6 \cdot 0,0005 \cdot 2}{40000} \right)^{1/3}$$

$$W = 0,0053$$

Nilai W ini disubstitusikan ke persamaan kerugian

$$T_C = \frac{0,0005 \cdot 2}{0,0053} + \frac{40000 \cdot 0,0053^2}{12}$$

$$T_C = 0,1887 + 0,0936$$

$$T_C = 0,282$$

Jadi Total biaya terendah optimal sebesar \$ 0,282 dengan luas daerah pemakaian alat $W = 0,0053$ in.

Untuk lebih menjelaskan pencapaian total biaya optimal maka dapat dihitung total biaya untuk tiap nilai W.

Perhitungannya sebagai berikut :

$$k=40000 \quad ; \quad R = 0,0005 \quad ; \quad c_a = \$ 2 \quad \text{dan} \quad W=0,005$$

$$C_A = 0,0005 \frac{2}{0,005}$$

$$C_A = 0,2$$

Untuk $W=0,006$ in

$$C_A = 0,0005 \frac{2}{0,006}$$

$$C_A = 0,166$$

Tabel 2-3 memperlihatkan hasil perhitungan L_A dan C_A untuk masing-masing harga W .

TABEL 2-3. Perhitungan interval perbaikan.

W	L_A	C_A	Total
0,002	0,013	0,500	0,513
0,003	0,030	0,330	0,360
0,004	0,053	0,520	0,303
0,005	0,083	0,200	0,283
0,006	0,120	0,166	0,286
0,007	0,163	0,143	0,306
0,008	0,213	0,125	0,338

Optimal kerugian yang sesungguhnya pada lebar pemakaian alat (W) sebesar 0,005 in pada masa pemakaian total. Penambahan kerugian akan meningkat ke 0,006 . Tetapi peningkatan kerugian sangat kecil yaitu \$ 0,003. Sehingga dengan rata-rata

pemakaian alat 0,0005 in tiap bagian dan luas perbaikan $W = 0,006$ mesin akan diperbaiki setelah 12 bagian diproduksi, maka rata-rata untuk diameter luar menjadi $-0,003$ in setelah perbaikan dan alat diperbolehkan dipakai sampai nilai rata-rata untuk diameter luar menjadi $+0,003$ in, asalkan masa pemakaian alat 0,006 in dipusatkan pada nilai nominal $m = 0,0$ in.

Optimal interval perbaikan tergantung pada sisa kerugian dari suatu bagian yang mana pendekatan kerugian bagi masyarakat untuk batas perincian. Jika besarnya kerugiandihubungkan pada bagian batas perincian, nilai k ditambah, biaya fungsi kerugian ditambah dan interval perbaikan akan turun. Ketika besarnya kerugian-kerugian lebih maka keseragaman dari produksi diharuskan.

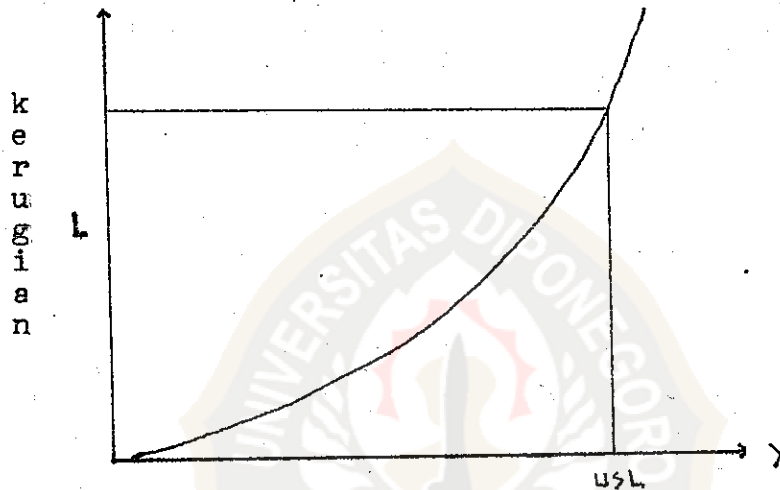
2.6. Fungsi Kerugian Karakter Produk lain

Fungsi kerugian dapat diaplikasikan pada karakter produk dengan situasi : nominal terbaik (Nominal is Best , NB); batas terendah terbaik (Lower is better ,LB); dan batas tertinggi terbaik (Higher is better, HB). Contoh untuk memberi gambaran lebih jelas mengenai sifat batas terendah terbaik adalah sewaktu kita atau seseorang menunggu pengiriman pesanan makanan pada suatu rumah makan. Lamanya pesanan datang adalah merupakan fungsi kerugian. Semakin lama kita menunggu datangnya pesanan semakin besar kerugian yang kita rasakan. Sedangkan untuk contoh

sifat batas atas terbaik adalah pengirisan bahan bakar.

Bentuk dari gambar fungsi kerugian dengan karakteristik batas terendah terbaik adalah seperti gambar 2-8.

GAMBAR 2-8. Batas Terendah Terbaik



Konstanta biaya k diperoleh persis seperti perhitungan pada nominal terbaik. Nilai kerugian untuk satu bagian atau bagian secara satu persatu mempunyai persamaan :

$$L = k y^2$$

Kerugian untuk batas terendah terbaik dimana akan dihitung dan perhitungannya akan sama dengan nominal terbaik dengan syarat $m=0$. Berarti nilai terbaik untuk batas rendah terbaik tidak mungkin negatif.

Model matematik untuk karakteristik ini adalah :

$$L = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i^2)}{N}$$

Untuk N yang cukup besar maka persamaannya ekuivalen dengan persamaan berikut :

$$L = k (s^2 + \bar{y}^2)$$

Pembuktian :

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N}$$

$$L = k (s^2 + \bar{y}^2)$$

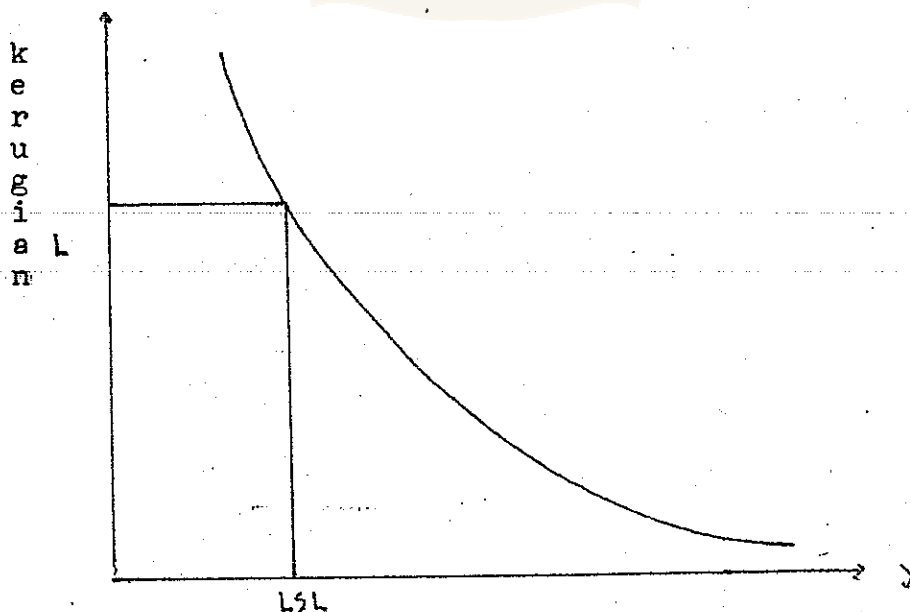
$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N} + \bar{y}^2 \right)$$

$$L = k \left(\frac{\sum_{i=1}^N y_i^2}{N} - \bar{y}^2 + \bar{y}^2 \right)$$

$$L = \frac{k \left(\sum_{i=1}^N y_i^2 \right)}{N}$$

Fungsi kerugian untuk karakteristik batas tertinggi terbaik (HB) terlihat pada gambar 2-9.

GAMBAR 2-9. Batas tertinggi terbaik.



Persamaan fungsi kerugian ini berbentuk:

$$L = k \left(\frac{1}{y^2} \right)$$

Atau

$$L = k \left(\frac{1}{\bar{y}^2} \right) \left(1 + \frac{3S^2}{\bar{y}^2} \right)$$

Tabel 2-4 adalah ringkasan model matematik untuk ketiga type karakteristik.

TABEL 2-4.

Karakter	kerugian per bagian	rata-rata kerugian
HB	$k (1 / y^2)$	$k(1/\bar{y}^2) (1+3S^2/\bar{y}^2)$
NB	$k(y-m)^2$	$k(S^2 + (\bar{y}-m)^2)$
LB	$k(y^2)$	$k(S^2 + \bar{y}^2)$