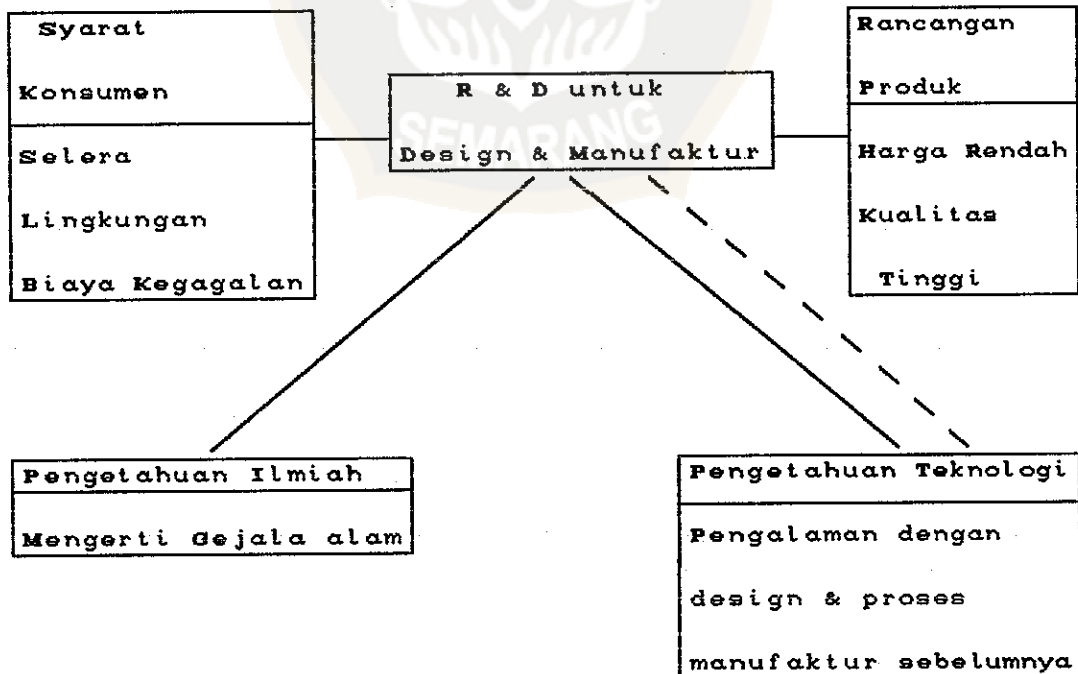


BAB II
PRINSIP DESAIN ROBUST

2.1. DESAIN ROBUST

Objek dari rancangan teknologi, kebanyakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D), untuk menghasilkan gambar, kekhususan dan informasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk yang diperlukan konsumen. Rancangan Robust merupakan metodologi teknologi untuk memperbaiki produktifitas melalui penelitian dan pengembangan yang menghasilkan produk berkualitas tinggi dapat dihasilkan dengan cepat dan biayanya rendah.

Skema rancangan Robust :



Dasar dari rancangan Robust dikembangkan oleh Dr. Taguchi dengan mengaplikasikannya dalam perkembangan dari produk. Dalam pengenalannya ini Dr. Taguchi mendapat Award Deming tahun 1962, yang mana ini merupakan pengenalan tertinggi dalam bidang kualitas.

Metode Rancangan Robust dapat diaplikasikan untuk bermacam-macam problem. Misal dalam bidang elektronik, produk automotiv, fotografi dan industri yang lain yang merupakan faktor penting dalam perkembangan industri. Robust design menggambarkan berbagai macam ide dari rancangan eksperiment statistik untuk merencanakan percobaan untuk menghasilkan informasi tentang variabel yang menyebabkan dalam membuat keputusan teknologi. Pengetahuan dari rancangan percobaan statistik dan kerja dari Fisher Sir Ronald di Inggris tahun 1920. Fisher menemukan prinsip dasar dari rancangan percobaan dan perkumpulan teknik analisis data disebut ANOVA selama usahanya untuk memperbaiki dalam bidang pertanian. Robust Design menambahkan dimensi baru untuk rancangan percobaan statistik dengan jelas dijabarkan tentang produk dan proses designer :

1. Bagaimana untuk mengurangi variasi secara ekonomi dari fungsi produk dalam lingkungan konsumen. (catatan bahwa mencapai fungsi produk terus-menerus tetap pada target demi kepuasan konsumen) ?

2. Bagaimana untuk menjamin bahwa keputusan yang diambil adalah optimum selama percobaan di laboratorium akan dibuktikan dalam pabrik dan dalam lingkungan konsumen.?

Dalam kesepakatan ini desain Robust menggunakan formula - formula dari Rancangan percobaan statistik tetapi melalui proses samping matematika adalah berbeda dengan yang lainnya . Jawaban ini dihasilkan oleh dengan desain Robust untuk dua bahasa diatas membuatnya sebagai alat yang berharga untuk memperbaiki produktifitas melalui penelitian dan pengembangan . Metode desain Robust masih terus dikembangkan , dengan penelitian akan diharapkan bahwa aplikasi dari metode ini serta metodenya sendiri dapat berkembang dengan pesat pada masa yang akan datang .

Menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dengan biaya rendah merupakan masalah yang melibatkan berbagai ilmu teknik, ekonomi, statistik dan manajemen . 3 kategori utama yang harus diperhatikan dalam menghasilkan suatu produk adalah :

1. Biaya Operasi : Biaya yang terdiri dari biaya yang digunakan untuk menjalankan produk, kontrol lingkungan, pemeliharaan, inventaris suku cadang dan unit. Produk dibuat oleh manufaktur berbeda yang mempunyai biaya operasi yang berbeda juga.

2. Biaya Manufaktur : Element yang paling penting dari biaya manufaktur adalah peralatan, mesin, bahan mentah, buruh, pengolahan kembali dan lain sebagainya . Dalam persaingan produk diharapkan *biaya manufaktur unit* rendah dengan menggunakan bahan-bahan dan peralatan yang tidak mahal. Hal ini dapat dicapai dengan mendesain produk/proses manufaktur menjadi Robust - yakni membuat produk insensitif terhadap gangguan.
3. Biaya R & D : Waktu yang digunakan untuk mengembangkan suatu produk baru ditambah dengan tenaga teknik dan laboratorium yang diperlukan adalah elemen terbesar dalam biaya R & D.

Kunci ide dari desain Robust diilustrasikan oleh perusahaan keramik di Jepang . Permasalahan yang dialami perusahaan itu bahwa ukuran keramik yang dihasilkan berbeda antara yang satu dengan yang lain (mempunyai kevariabilitas yang tinggi) (lihat gambar 1.2(a)). Karena *screening* (proses mengeluarkan keramik yang berbeda ukurannya) merupakan penyelesaian yang mahal, maka perusahaan membentuk suatu tim untuk menyelidikinya penyebab dari masalah itu. Analisa tim menunjukkan bahwa keramik pada bagian tengah tumpukan dalam tempat pembakaran bertemperatur lebih rendah dibandingkan keramik pada daerah luar (lihat gambar 1.1).

Ketidaksamaan distribusi temperatur inilah yang menyebabkan ketidakseragaman ukuran keramik.

Tim memperkirakan biaya yang dikeluarkan jika akan merancang dan membangun kembali tempat pembakaran sehingga keramik dapat menerima distribusi temperatur yang sama.

Tim kemudian mendapat gagasan dan mendefinisikan suatu bilangan dari parameter proses yang dapat diganti dengan mudah dan tidak mahal. Setelah melalui rancangan percobaan menurut metode Desain Robust, tim menyimpulkan bahwa dengan menambahkan kapur yang mengandung 1 persen hingga 5 persen akan mengurangi perbedaan ukuran keramik. Karena kapur sangat murah maka biaya penggantian juga murah.

Sehingga, masalah ketidakseragaman ukuran keramik dipecahkan dengan meminimalkan efek dari penyebab variasi (distribusi temperatur yang tidak seragam) tanpa mengontrol penyebab itu sendiri (desain tempat pembakarannya). Dari ilustrasi diatas, prinsip dasar dari desain Robust yaitu memperbaiki kualitas produk dengan memperkecil efek penyebab variasi tanpa menghilangkan penyebabnya. Hal ini dapat dicapai dengan mengoptimalkan desain proses dan produk untuk membuat kesensitivitas itu terhadap penyebab variasi menjadi kecil (insensitiv). Hal ini disebut *Desain Parameter*.

Alat-alat yang digunakan dalam Desain Robust yaitu :

1. Tanda-tanda gangguan (S/N)

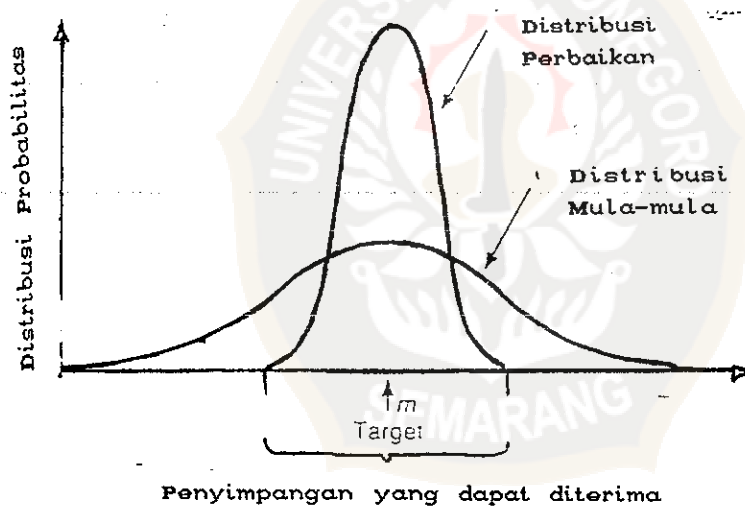
Merupakan pengukuran kualitas

2. Orthonal Array

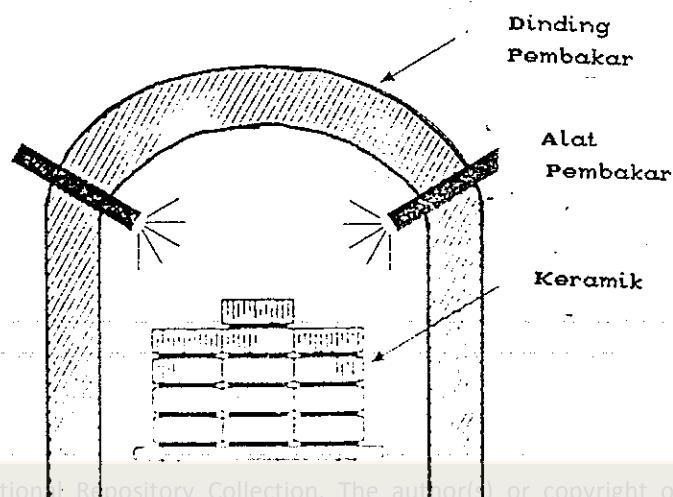
Digunakan untuk mempelajari Parameter desain

Gambar

a. Distribusi dari ukuran keramik



b. Tempat Pembakaran Keramik



2.3. NOISE FAKTOR PENYEBAB VARIASI

Hasil produk diukur dengan bermacam-macam karakteristik kualitas yang berhubungan dengan penyebab dari variasi. Penyebab dari variasi disebut *Faktor Gangguan*, faktor gangguan secara umum terbagi atas :

1. Ekternal.

Lingkungan dimana suatu produk dikerjakan dan produk terbebani sebagai subjek adalah dua sumber utama ekternal dari variasi fungsi produk. Banyak contoh dari lingkungan faktor gangguan adalah temperatur, kelembaban, debu, dan kesalahan manusia dalam mengoperasikan suatu produk serta masih banyak lagi. Bilangan dari tugas yang mana produk secara serentak sebagai subjek dan periode waktu dari suatu produk digunakan secara terus menerus adalah dua contoh dari yang terbebani berhubungan dengan faktor gangguan.

2. Variasi Unit ke Unit

Variasi yang tak dapat dihindari dalam sebuah proses pabrik adalah munculnya variasi dalam parameter produk dari unit ke unit.

3. Kemerossotan

Saat produk telah terjual, semua karakteristik fungsional ini mungkin sesuai target. Bagaimanapun nilai dari komponen secara individu mungkin mengubah kemerossotan dalam hasil produk.

Proses manufaktur, yang mana sumber variasi dari unit ke unit, adalah proses pabrik itu sendiri mempengaruhi banyak sumber variasi. Dapat juga dikatakan sebagai sumber faktor gangguan. Faktor gangguan ini dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori yang sama untuk menggambarkan referensi suatu hasil produk.

Tiga kategori tersebut adalah :

1. Proses Ekternal

Ada faktor gangguan yang berhubungan dengan lingkungan dalam sebuah proses adalah pengeluaran (kelembaban, debu, dll) dan penyediaan muatan untuk proses. Variasi dalam bahan-bahan mentah dan kesalahan dalam mengoperasikan adalah contoh untuk kategori ini.

2. Proses Ketakseragaman

Dalam banyak proses, banyak unit adalah diproses secara serentak sebagai sekumpulan. Dalam banyak proses, proses ketakseragaman dapat menjadi penting sebagai sumber variasi.

3. Proses Penyimpangan

Berhubungan dengan penipisan/kehabisan bahan-bahan kimia yang digunakan atau mengauskan alat-alat, karakteristik kualitas rata-rata dari produk mungkin banyak menyimpang dari yang dihasilkan.

Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa prinsip dasar dari rancangan Robust adalah untuk memperbaiki kualitas dengan memperkecil efek dari penyebab variasi.

Maka adalah penting untuk setiap proyek rancangan Robust untuk mengidentifikasi faktor gangguan yang penting . Untuk produk dan proses mempunyai fungsi yang banyak , perbedaan faktor gangguan dapat mempengaruhi karakteristik kualitas yang berbeda .



2.4. ANALISA REGRESI

Merupakan alat yang digunakan dalam masalah statistik untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas sehingga kita dapat menaksir atau memprediksi besarnya suatu variabel dengan yang lain. Dalam desain Robust analisa regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara hasil produk dan faktor kontrol dalam pengoptimalan proses atau produk . Banyak faktor yang tidak dapat dikontrol dalam suatu proses manufaktur sehingga menimbulkan kevariabilitan produk, random. Analisa Regresi menyediakan metode untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara variabel terikat (hasil produk) dan variabel bebas (faktor kontrol).

Bentuk yang sederhana dari model regresi yakni model regresi linier dengan satu variabel

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

Dimana

Y_i = nilai atau harga variabel respon pada trial ke-i

β_0, β_1 = parameter

X_i = suatu konstanta yang harganya diketahui, yaitu nilai variabel trial ke-i

ϵ_i = suku sesatan random dengan mean $E(\epsilon_i) = 0$

dan $\text{var}(\epsilon_i) = \sigma^2$

Parameter - parameter β_0 dan β_1 dalam model regresi itu disebut Koefisien Regresi.

β_1 = Slope dari garis yang menunjukkan pertambahan harga mean dalam distribusi Y perunit pertambahan X

β_0 = intersep Y dari garis regresi

untuk mencari parameter-parameter dapat digunakan Metode Kuadrat terkecil . Untuk tiap-tiap pengamatan (X_i, Y_i) dipandang besarnya deviasi atau simpangan Y_i dengan nilai hampanya

$$Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_i) = \epsilon_i$$

Apabila simpangan dikuadratkan lalu dijumlahkan sampai n kali berjalan dari $i = 1, 2, \dots, n$, dan hasilnya diberi notasi P, maka

$$P = \sum_{i=1}^n (Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_i))^2 = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2$$

Dengan metode kuadrat terkecil akan diperoleh penaksir b_0 dan b_1 masing-masing penaksir untuk β_0 dan β_1 yang diperoleh dari data sampel .Nilai b_0 dan b_1 diperoleh dengan cara meminimalkan P.

Diberikan saampel pengamatan (X_i, Y_i) , P dalam persamaan diatas adalah suatu fungsi dari β_0 dan β_1 .

Nilai β_0 dan β_1 yang meminimalkan P dapat dilakukan dengan cara mendifferensialkan P terhadap β_0 dan β_1 .

Agar P mempunyai nilai ekstrem maka salah satu syaratnya , differensial pertama = 0 . Sehingga diperoleh

$$\frac{dP}{d\beta_0} = - 2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i) = 0$$

$$\frac{dP}{d\beta_1} = - 2 \sum (Y_i X_i - \beta_0 X_i - \beta_1 X_i^2) = 0$$

Jika dianggap penaksir dari β_0 dan β_1 masing-masing b_0 dan b_1 maka persamaan diatas menjadi

$$- 2 \sum (Y_i - b_0 - b_1 X_i) = 0$$

$$- 2 \sum X_i (Y_i - b_0 - b_1 X_i) = 0$$

Dengan menyederhanakan persamaan diatas dapat diperoleh

$$\sum (Y_i - b_0 - b_1 X_i) = 0$$

$$\sum Y_i - nb_0 - b_1 \sum X_i = 0$$

atau

$$\sum X_i (Y_i - b_0 - b_1 X_i) = 0$$

$$\sum X_i Y_i - b_0 \sum X_i - b_1 \sum X_i^2 = 0$$

Akhirnya diperoleh persamaan

$$\sum_{i=1}^n Y_i = nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i = b_0 \sum_{i=1}^n X_i + b_1 \sum_{i=1}^n X_i^2$$

Persamaan ini disebut persamaan Normal, sedangkan b_0 dan b_1 masing-masing disebut penaksir β_0 dan β_1 . Besarnya $\sum Y_i, \sum X_i, \sum X_i Y_i$ dan $\sum X_i^2$ dapat dihitung dari sampel pengamatan. Dari persamaan Normal dapat diperoleh

$$b_1 = \frac{\sum X_i Y_i - ((\sum X_i)(\sum Y_i/n))}{\sum X_i^2 - ((\sum X_i)^2/n)}$$

$$= \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$b_0 = \frac{1}{n} (\sum Y_i - b_1 \sum X_i)$$

$$= \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$