

# SETTING KOMBINASI LEVEL FAKTOR OPTIMAL PEMBUATAN PRODUK TOPLES MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Ali Parkhan, Ranita Eka Puspa Ayu

Fakultas Teknologi Industri– Universitas Islam Indonesia

## Abstrak

*Pada era dimana persaingan dunia usaha semakin ketat, perusahaan dituntut untuk dapat meningkatkan kualitas produknya agar dapat mempertahankan kelangsungan usahanya. PT SS yang bergerak dalam bidang pembuatan produk toples, saat ini menemui kendala berkaitan masih tingginya cacat produk berupa produk yang bergelombang dan cacat mata ikan. Beberapa faktor yang diduga sebagai penyebab adanya cacat tersebut adalah setting dari screw speed (A), temperatur heater 1 (B), temperatur heater 2 (C), interval pembuangan angin (D), blowing time (E), temperatur cooling mould (F), dan durasi pembakaran (G) yang tidak tepat. Setting terhadap tujuh faktor yang diterapkan saat ini menghasilkan produk cacat rata-rata 2,5 cacat bergelombang dan 3,125 cacat mata ikan untuk setiap 125 unit toples. Dengan metode Taguchi diperoleh setting yang optimal adalah sebagai berikut : faktor A ( 700 rpm), B (160 °C), C (140 °C), D (20 °C), E ( 4 detik), F (7 detik) dan G (7 detik). Setting ini dapat mengurangi cacat bergelombang menjadi 1,875 dan cacat mata ikan menjadi 2,5 untuk setiap 125 unit toples.*

*Kata kunci : Kombinasi Level Faktor, Kualitas, Taguchi*

## PENDAHULUAN

Persaingan dunia industri semakin ketat. Para pebisnis harus berusaha ekstra keras untuk dapat mempertahankan kelangsungan usahanya dengan tetap menjadi pilihan konsumen. Pada era sekarang ini, bisnis makanan ringan (*snack*) sedang mengalami perkembangan yang cukup pesat. Bisnis tersebut tidak lepas dari proses pengemasan produk. Kemasan suatu produk bisa dibuat dengan beraneka ragam bentuk, salah satunya dengan toples. Kemasan suatu produk secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi tingkat penjualan.

Melihat fenomena yang terjadi, maka para produsen toples berlomba-lomba untuk menghasilkan produk dengan kualitas terbaik, yaitu toples yang mempunyai cacat bergelombang dan cacat mata ikan minimum. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan pengendalian kualitas secara *Off- Line* dengan menggunakan metode Taguchi.

## KAJIAN PUSTAKA

### Pengertian Kualitas

Menurut definisi konvensional, kualitas biasanya menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk seperti performansi (*performance*), keandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*easy to use*), estetika (*esthetics*) dan sebagainya. Menurut definisi strategik, kualitas adalah segala sesuatu yang mampu

memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*). (Gaspersz, 2001)

Pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk/proses. Aktivitas pengendalian kualitas mencakup dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, perancangan proses produksi, dan kepuasan konsumen.

Pengendalian kualitas dibedakan menjadi dua bagian yaitu : pengendalian kualitas secara on-line dan pengendalian kualitas secara off-line

### Pengendalian Kualitas Secara On-Line

Pengendalian kualitas secara *on-line* merupakan suatu aktivitas untuk mengamati dan mengendalikan kualitas pada setiap proses produksi secara langsung. Aktivitas ini sangat penting dalam menjaga agar biaya produksi menjadi rendah dan secara langsung pula dapat meningkatkan kualitas produk.

### Pengendalian Kualitas Secara Off-Line

Pengendalian kualitas secara *off-line* dibagi menjadi 3 (tiga) tahap :

- Tahap I: Perancangan Konsep  
Tahap ini berhubungan dengan pemunculan ide dalam kegiatan perancangan dan pengembangan produk, dimana ide tersebut dari keinginan konsumen. Model atau metode yang digunakan pada tahap ini antara lain : *Quality Function Deployment, Design of Experiments, Dynamic*

*Signal-to-Noise Optimization, Competitive Technology Assesment, Theory of Inventive Problem Solving, dan Pugh Concept Selection Process.*

- Tahap II: Perancangan Parameter  
Tahap ini berfungsi untuk mengoptimisasi level dari faktor pengendali terhadap efek yang ditimbulkan oleh faktor lain sehingga produk yang ditimbulkan dapat tangguh terhadap noise. Karena itu perancangan parameter sering disebut sebagai *Robust Design*. Model atau metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain *Engineering Analysis, Dynamic and Static Signal-to-Noise Opetimization, The System P-Diagram, dan Crossed Array Experiment*.
- Tahap III: Perancangan Toleransi  
Merupakan tahap terakhir dimana dibuat matrik *orthogonal, loss function*, dan ANOVA untuk menyeimbangkan biaya dan kualitas dari suatu produk.

Model atau metode yang digunakan pada tahap ini antara lain : Quality Loss Function, Analysis of Variance (ANOVA), dan Design of Experiments.

## **PERENCANAAN DAN PERANCANGAN EKSPERIMEN**

### ***Perencanaan Eksperimen***

Tahap-tahap yang dilakukan dalam fase ini adalah sebagai berikut ini :

- 1) Pemilihan karakteristik kualitas produk yang akan diteliti. Karakteristik kualitas yang diukur adalah jumlah toples plastik yang tidak memenuhi standar kualitas, yaitu yang mencakup cacat bergelombang dan mata ikan.
- 2) Identifikasi dan pemilihan faktor-faktor yang mungkin dapat mempengaruhi karakteristik kualitas hasil cetakan. Faktor-faktor yang dilibatkan dalam eksperimen ini terdiri dari 7 faktor kendali dan 1 faktor *noise* :
  - a) ***Screw Speed***, dipilih level 700 rpm dan 720 rpm. Dipilihnya level ini karena jika dibawah 700 rpm maka perusahaan akan merugi karena proses akan menjadi lebih lambat. Apabila diatas 720 rpm maka toples akan menjadi lebih tipis dan tidak memenuhi standar.
  - b) Temperatur *Heater 1*, merupakan temperatur yang terjadi pada mesin pengolah bahan baku sebelum memasuki *heater 2*. Mesin ini berfungsi untuk mencairkan bahan baku. Level yang digunakan adalah 150 °C dan 160 °C. Dipilihnya level ini karena pada tingkat suhu dibawah 150 °C toples akan menjadi lebih keras ketika masuk didalam proses peniupan sehingga dapat mengakibatkan

reject berupa retak sebaliknya diatas 160 °C maka badan toples akan menjadi lembek.

- c) Temperatur *Heater 2*, merupakan temperatur yang terjadi pada mesin pengolah bahan baku. Level yang digunakan adalah 130 °C dan 140 °C. Dipilihnya level ini karena pada tingkat suhu dibawah 130 °C toples akan menjadi lebih keras ketika masuk didalam proses peniupan sehingga mengakibatkan reject berupa retak. Apabila diatas 140 °C maka badan toples akan menjadi lembek.
- d) Temperatur *Cooling Mould*. *Cooling Mould* merupakan cetakan untuk mendinginkan toples. Temperatur *Cooling Mould* yang digunakan adalah sebesar 20 °C dan 25 °C. Jika kurang dari 20 °C maka toples akan lebih kaku dan bila lebih dari 25 °C maka toples akan menjadi lebih lembek. Hal ini akan mempengaruhi keberhasilan pada proses selanjutnya.
- e) Interval Pembuangan Angin. Interval pembuangan angin adalah lamanya waktu pembuangan angin. Interval yang digunakan adalah 3 detik dan 4 detik. Jika kurang dari 3 detik maka kemungkinan besar toples akan meletus. Apabila lebih dari 4 detik maka toples akan kisut yang dapat menyebabkan retakan pada badan toples.
- f) Blowing Time (waktu peniupan). Peniupan dilakukan untuk mencetak toples agar sesuai dengan bentuknya. Blowing time untuk mencetak toples adalah 7 detik dan 8 detik. Jika kurang dari 7 detik maka toples akan menjadi kisut. Tetapi, jika lebih dari 8 detik maka toples akan mengalami retak.
- g) Durasi Pembakaran. Durasi Pembakaran merupakan lamanya pelelehan bahan baku selama berada di heater A dan B agar bahan baku toples dapat mencair. Lamanya pembakaran adalah 5 detik dan 7 detik.
- h) Kotoran ( Debu ). Kotoran atau debu ini tidak dapat dikendalikan walaupun sudah menggunakan blowe

### Pelaksanaan eksperimen

Tabel 1. Hasil Eksperimen Jumlah Cacat Bergelombang  
Toples Per 125 Unit

L4 OA (OUTER ARRAY)													
L8 OA (INNER ARRAY)							Data Percobaan						
Column Number													
Trial	1	2	3	4	5	6	7	Y1	Y2	Y3	Y4		
1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	2	2	3
2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	4	3	4
3	1	2	2	1	1	2	2	2	2	3	1	3	2
4	1	2	2	2	2	1	1	2	3	2	2	3	2
5	2	1	2	1	2	1	2	3	3	4	4	3	4
6	2	1	2	2	1	2	1	6	5	6	6	5	6
7	2	2	1	1	2	2	1	4	4	4	4	5	4
8	2	2	1	2	1	1	2	5	4	5	4	4	5

Tabel 2. Hasil Eksperimen Jumlah Cacat Mata Ikan  
Toples Per 125 Unit

L4 OA (OUTER ARRAY)													
L8 OA (INNER ARRAY)							Data Percobaan						
Column Number													
Trial	1	2	3	4	5	6	7	Y1	Y2	Y3	Y4		
1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	2
2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5
3	1	2	2	1	1	2	2	2	4	3	2	2	4
4	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	2	4	4
5	2	1	2	1	2	1	2	3	3	4	5	3	5
6	2	1	2	2	1	2	1	6	6	7	7	7	7
7	2	2	1	1	2	2	1	4	5	4	5	5	6
8	2	2	1	2	1	1	2	6	6	5	5	5	6

## PENGOLAHAN DATA

### Uji Normalitas Data

Berdasarkan data diatas diperoleh kesimpulan :

Karena  $\chi^2_{hitung}$  untuk cacat bergelombang  $\leq \chi^2_{tabel}$  yaitu  $3,775052 \leq 5,99147636$  maka  $H_0$  diterima artinya data hasil eksperimen cacat bergelombang berdistribusi normal.

Karena  $\chi^2_{hitung}$  untuk cacat mata ikan  $\leq \chi^2_{tabel}$  yaitu  $3,064278 \leq 7,81472776$  maka  $H_0$  diterima artinya data hasil eksperimen mata ikan berdistribusi normal.

### Uji Homogenitas Variansi

Berdasarkan uji barlett diperoleh kesimpulan :

Karena  $\chi^2_{hitung}$  cacat bergelombang  $\leq \chi^2_{tabel}$  yaitu  $0,124606 \leq 3,841$  maka  $H_0$  diterima, artinya data cacat bergelombang homogen.

Karena  $\chi^2_{hitung}$  cacat mata ikan  $\leq \chi^2_{tabel}$  yaitu  $0,000133 \leq 3,841$  maka  $H_0$  diterima, artinya data cacat mata ikan homogen.

### Perhitungan Signal to Noise Ratio

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan Mean dan SNR

Trial No	Cacat Bergelombang		Cacat Mata Ikan	
	Mean	SNR	Mean	SNR
1	2.5	-8.29304	3.125	-10.15988
2	3.125	-10.1599	4	-12.17484
3	2.375	-7.87106	3.125	-10.26329
4	2.5	-8.12913	3.25	-10.51153
5	3.625	-11.2629	4.25	-12.73001
6	5.75	-15.2179	6.875	-16.75549
7	4.375	-12.8724	5.25	-14.51019
8	4.625	-13.3496	5.5	-14.84299

### Perhitungan Efek Tiap Faktor

Efek tiap faktor dan ranking tiap-tiap faktor ditunjukkan oleh tabel berikut :

Tabel 4. Tabel Efek Tiap Faktor Cacat Bergelombang

Level	Faktor kendali						
	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	-8.613278	-11.233	-11.1687	-10.075	-11.1829	-10.258668	-11.1281262
Level 2	-13.17570	-10.555	-10.6203	-11.714	-10.6061	-11.530319	-10.6608602
Difference	4.5624298	0.6779	0.548462	1.63926	0.576802	1.27165131	0.467265963
Rank	1	4	6	2	5	3	7

Tabel 5. Tabel Efek Tiap Faktor Cacat Mata Ikan

Faktor kendali						
A	B	C	D	E	F	G
-10.7774	-12.9551	-12.922	-11.9158	-13.0054	-12.0611	-12.9843
-14.7097	-12.532	-12.5651	-13.5712	-12.4816	-13.426	-12.5028
SD	0.423057	0.356896	1.655372	0.523775	1.364847	0.481486
1	6	7	2	4	3	5

Berdasarkan tabel diatas, formulasi terbaik didapat dari pemilihan nilai SNR dengan level faktor yang paling besar (*Belavendram*, 1995), sehingga didapatkan formulasi A1 B2 C2 D1 E2 F1 G2.

### Uji Prediksi

Kondisi optimum berdasarkan dari plot efek faktor SNR adalah A1 B2 C2 D1 E2 F1 G2 merupakan kombinasi faktor yang belum pernah dieksperimenkan sebelumnya, sehingga diperlukan prediksi untuk kombinasi faktor tersebut. Prediksi menggunakan persamaan regresi berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksperimen yang sudah pernah dilakukan. Dengan Metode Gauss diperoleh :

Tabel 6. Prediksi Cacat Bergelombang

Hasil prediksi berdasarkan kondisi optimum						
1	2	2	1	2	2	2

Tabel 7. Hasil Eksperimen Konfirmasi Cacat Bergelombang

Hasil eksperimen konfirmasi							
1	2	2	2	2	2	2	2

**$\mu$  prediksi**

Perhitungan  $\mu$  prediksi dipergunakan untuk memprediksikan SNR pada kondisi optimum kemudian hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan eksperimen konfirmasi. Adapun langkah – langkah  $\mu$  prediksi adalah sebagai berikut :

- $\mu$  prediksi

$\mu$  prediksi =

$$\bar{y} + \left( \bar{A}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{B}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{C}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{D}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{E}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{F}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{G}2 - \bar{y} \right)$$

$\mu$  prediksi = -6,02261

- Menghitung selang kepercayaan (*confidence interval*)

*confidence interval* (CI) =

$$\mu \text{ prediksi} \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} x V_e x \left[ \frac{1}{n_{eff}} \right]}$$

*confidence interval* (CI) =  $\mu$  prediksi  $\pm$  7,94021

Sehingga SNR cacat bergelombang pada kondisi optimal adalah -6.02261 dan batas interval kepercayaan antara 1,9176 < SNR < -13,9628.

- Menghitung SNR data hasil eksperimen konfirmasi

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} y_i^2 \right]$$

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{8} (1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2) \right]$$

= -5.59308

- Kesimpulan

Dari perhitungan SNR konfirmasi diperoleh nilai SNR -5.59308. Nilai ini masih berada dalam batas *confidence interval* sehingga dapat disimpulkan bahwa SNR hasil eksperimen konfirmasi sesuai dengan eksperimen prediksi.

Tabel 8. Prediksi Cacat Mata Ikan

Hasil prediksi berdasarkan kondisi optimum							
1	2	2	1	1	3	3	3

Tabel 9. Hasil Eksperimen Konfirmasi Cacat Mata Ikan

Hasil eksperimen konfirmasi							
2	3	2	2	2	3	3	3

**$\mu$  prediksi**

Perhitungan  $\mu$  prediksi dipergunakan untuk memprediksikan SNR pada kondisi optimum kemudian

hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan eksperimen konfirmasi. Adapun langkah – langkah  $\mu$  prediksi adalah sebagai berikut :

- $\mu$  prediksi

$\mu$  prediksi =

$$\bar{y} + \left( \bar{A}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{B}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{C}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{D}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{E}2 - \bar{y} \right) + \left( \bar{F}1 - \bar{y} \right) + \left( \bar{G}2 - \bar{y} \right)$$

$\mu$  prediksi = 8,37467

- Menghitung selang kepercayaan (*confidence interval*)

*confidence interval* (CI) =

$$\mu \text{ prediksi} \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} x V_e x \left[ \frac{1}{n_{eff}} \right]}$$

*confidence interval* (CI) =  $\mu$  prediksi  $\pm$  10,0616

Sehingga SNR cacat mata ikan pada kondisi optimal adalah -8,37467 dan batas interval kepercayaan antara 1,6869 < SNR < -18,4363

- Menghitung SNR data hasil eksperimen konfirmasi

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} y_i^2 \right]$$

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{8} (2^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2) \right]$$

$$= -8,12913$$

- Kesimpulan

Dari perhitungan SNR konfirmasi diperoleh nilai SNR -8,12913. Nilai ini masih berada dalam batas *confidence interval* sehingga dapat disimpulkan bahwa SNR hasil eksperimen konfirmasi sesuai dengan eksperimen prediksi.

**Eksperimen Konfirmasi**

Hasil eksperimen konfirmasi berdasarkan kondisi optimum adalah :

Tabel 10. Hasil Eksperimen Konfirmasi Cacat Bergelombang

Hasil eksperimen konfirmasi							
1	2	2	2	2	2	2	2

Tabel 11. Hasil Eksperimen Konfirmasi Cacat Mata Ikan

Hasil eksperimen konfirmasi							
2	3	2	2	2	3	3	3

### Uji Beda

Uji beda dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil konfirmasi berbeda dengan hasil prediksi ataukah sama. Hasil uji beda cacat bergelombang adalah sbb : Karena  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$   $-2,145 \leq -0.60698 \leq 2.145$  artinya tidak ada perbedaan rata – rata hasil eksperimen cacat bergelombang pada hasil prediksi dan pada hasil eksperimen konfirmasi.

Hasil uji beda cacat mata ikan adalah sbb : Karena  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$   $-2,145 \leq -1,32289 \leq 2.145$  artinya tidak ada perbedaan rata – rata hasil eksperimen cacat mata ikan pada hasil prediksi dan pada hasil eksperimen konfirmasi.

### KESIMPULAN

- Setting parameter optimal untuk meminimasi cacat bergelombang dan cacat mata ikan adalah :
- *Screw speed* diatur pada level 1 yaitu 700 rpm, temperatur *heater* 1 diatur pada level 2 yaitu 160 °C , temperatur *heater* B diatur pada level 2 yaitu 140 °C , temperatur *cooling mould* diatur pada level 1 yaitu 20 °C , interval pembuangan angin diatur pada level 2 yaitu 4 detik, *blowing time* diatur pada level 1 yaitu 7 detik dan durasi pembakaran diatur pada level 2 yaitu 7 detik.
- Setting ini dapat mengurangi cacat bergelombang yang semula 2,5 menjadi 1,875 dan 3,125 cacat mata ikan menjadi 2,5 untuk setiap 125 unit toples.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. Pengendalian Kualitas Statistik. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- [2] Belavendram, Nicolo. 1995. Quality By Design. Prentice Hall, Internasional.
- [3] Gaspersz, Vincent . 2001. Total Quality Management. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- [4] PT. Supratik Suryamas. 2006. Sistem Manajemen Mutu. Departemen Quality Control : Yogyakarta.
- [5] PT. Supratik Suryamas. 1997. Konvensi Gugus Kendali Mutu Industri dan Pedagang Kecil Menengah Tingkat Nasional X. Biak: Panitia Konvensi.
- [6] Ross, P.J., (1988). Taguchi Techniques For Quality Engineering. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [7] Tong,, L. & Chao, T Su. Optimizing Multiresponse Problems in The Taguchi Methods by Fuzzy Multiple Atribute Decision Making. Quality and Reability Engineering Internasional, Vol 13, 25-34, 1997.