

## Optimasi Parameter Proses *Blow Moulding* Terhadap Ketebalan dan Dimensi *Snap* pada Botol dengan Metode Taguchi *Grey Relational Analysis*

Miftah Ahsanul Anhar<sup>1\*</sup>, Fipka Bisono<sup>2</sup>, Nurvita Arumsari<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.<sup>1,2</sup>

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.<sup>3</sup>

E-mail: miftahmii@gmail.com<sup>1\*</sup>

---

**Abstract** – *Blow molding is a method of printing hollow workpieces by blowing air into a molded material. From the results of the process, the specification of a product must be met by the manufacturer in fulfilling orders from the customer. The thickness of the bottle wall and the snap dimension is one of the most difficult specifications to be controlled on a 500 ml chemical bottle product. This will be resolved if the machine operator knows the optimal combination of parameters at the time of operation. In this experiment the method used is Design of Experiments with Taguchi Gray Relational Analysis method approach to get the combination between two responses taken to obtain optimal parameters. By doing a total of 27 experiments, the experiments were implemented on a 500 ml chemical bottle product as per specified specification. Data were collected using a digital microscope for wall thickness and dimensions vernier to snap. The result of analysis with Taguchi Gray Relational Analysis method shows that the parameters which have significant effect on wall thickness and snap bottle dimension are blowing pressure and blowing time. While the parameter of melt temperature and stop time have less significant effect. The optimal parameter setting is blowing pressure of 9 bar, melt temperature of 260 ° C, blowing time for 7 seconds and stop time for 2 seconds.*

**Keywords:** *Blow Moulding, Taguchi Grey Relational Analysis, Optimization, Parameter process, Bottle wall thickness.*

---

### 1. PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya kebutuhan sehari-hari masyarakat di berbagai bidang memberi dampak pula pada perkembangan industri manufaktur sekarang ini. Salah satu perkembangan yang paling pesat ialah di bidang industri plastik. Plastik merupakan sebuah bahan baku yang paling sering digunakan di masa kini oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, contohnya perabotan rumah tangga, wadah makanan, produk farmasi, dll.

Untuk membuat produk dengan bahan baku plastik sesuai dengan yang kita kehendaki dibutuhkan suatu teknologi yang memadai, seperti mesin *blow moulding*. Namun dalam prosesnya sekitar 17% botol mengalami *reject* dari setiap kali memproduksi 8000 produk, sehingga konsumen mengembalikan dan meminta diganti botol yang sesuai spesifikasi, sehingga menyebabkan kerugian pada perusahaan jika terjadi secara terus menerus. Penyebab *reject* paling besar dari produk ini ialah tidak terpenuhinya spesifikasi dari ketebalan botol serta dimensi *snap* botol.



Gambar 1. Produk Botol Chemical 500 ml

Maka dari itu tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variabel parameter terhadap respon yang telah ditentukan dan menemukan kombinasi *setting* parameter yang optimal pada produk botol *chemical* 500 ml. Pada penelitian ini digunakan metode Taguchi untuk menentukan rancangan eksperimennya serta *grey relational analysis* untuk menentukan kombinasi faktor yang paling optimal.

## 2. METODOLOGI

Penelitian awal yang dilakukan yaitu mencari data mengenai mesin *blowmolding* serta variabel-variabel yang digunakan.

### 2.1 Sumber Data

Urutan langkah yang dikerjakan dalam kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Tempat Penelitian

Proses pembuatan spesimen botol dan proses pengukuran terhadap ketebalan botol serta dimensi *snap* dilakukan di perusahaan manufaktur plastik Untuk pengolahan data dan analisa dilakukan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

#### 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama 6 bulan. Dengan jadwal yang sudah direncanakan oleh peneliti.

### 2.2 Variabel Penelitian

Tahap penentuan variabel ini dilakukan karena ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap proses *blow molding* yaitu:

#### 1. Variabel Proses (Variabel Bebas)

Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya dapat ditentukan dan dikendalikan, berdasarkan pertimbangan, faktor-faktor tersebut adalah: *Blowing pressure, Stop Time, Blowing Time, Melt Temperatur.*

#### 2. Variabel Respon

Merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kritis pada botol yang dipilih dan diamati. Dalam hal ini variabel respon yang dipilih adalah ketebalan dinding botol dan dimensi *snap* botol.

### 2.3 Proses Rancangan Penelitian

Dalam analisis parameter *blow molding* ini dilakukan dengan memberi perlakuan setiap variabel kontrol akan digunakan masing-masing 3 level sebagai berikut:

Tabel 1: Penentuan Level

Variabel Bebas	Level		
	1	2	3
<i>Blowing pressure</i>	7	9	11
<i>Blowing time</i>	7	9	11
<i>Stop time</i>	0.5	1	2
<i>Melt temperature</i>	160	200	260

Sumber: Penelitian 2018

### 2.4 Proses Pelaksanaan Eksperimen

Pengambilan eksperimen dilakukan dengan menggunakan kombinasi parameter yang sudah ditentukan sebelumnya. Proses pembuatan produk atau spesimen dilakukan sebanyak 27 kali dengan replikasi sebanyak 2 kali. Setelah proses pembuatan produk menggunakan mesin *blow*

*molding*, hasil produk tersebut akan dilakukan proses pengukuran seperti berikut ini.



Gambar 2. Proses pengukuran

### 2.5 Tahap Analisa Data

Tahapan-tahapan yang akan digunakan untuk pengolahan metode Taguchi *Grey Relational Analysis* ini sebagai berikut:

#### 1. Menghitung Rasio S/N

*Nominal is the best*

Pengukuran karakteristik dengan nilai target yang spesifik yang ditentukan oleh pengguna (*user-defined*).

$$S/N = 10 \log \left( \frac{\bar{y}^2}{s^2} \right) \quad (1)$$

Dengan:

$\bar{y}$  = Rata-rata pengamatan

$s$  = Besarnya varians

#### 2. Menghitung Normalisasi Rasio S/N

$$X_i^*(k) = \frac{|X_i^*(k) - \min X_i^*(k)|}{\max X_i^*(k) - \min X_i^*(k)} \quad (2)$$

Dengan:

$\max X_i^0(k)$  = Nilai terbesar dari rasio S/N

$\min X_i^0(k)$  = Nilai terkecil dari rasio S/N

$X_i^0(k)$  = Nilai S/N pada eksperimen ke-i

#### 3. Perhitungan Simpangan Deviasi

$$\Delta Oi(k) = |Xo^*(k) - Xi^*(k)| \quad (3)$$

Dengan:

$Xo^*(k)$  = Nilai rasio S/N normalisasi yang terbesar

$Xi^*(k)$  = Nilai rasio S/N normalisasi pada eksperimen ke-i

#### 4. Menghitung *Grey Relational Coefficient* (GRC)

$$\zeta i(k) = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta Oi(k) + \zeta \Delta \max} \quad (4)$$

Dengan :

$\Delta \min$  = nilai terendah dari rangkaian deviasi

$\Delta \max$  = nilai tertinggi dari rangkaian deviasi

$\Delta Oi(k)$  = angka deviasi

$\zeta$  = koefisien pembeda, Nilai *distinguishing coefficient* yang digunakan pada umumnya adalah 0,5

#### 5. Menghitung *Grey Relational Grade* (GRG)

$$\gamma (Xo, Xi) = \sum_{i=1}^m GRC * pembobotan \quad (5)$$

6. Analisis Varian (ANOVA) Taguchi  
 Analisis varian pada metode Taguchi digunakan untuk menginterpretasikan data hasil eksperimen. Perhitungan ANOVA ini terdiri dari perhitungan derajat bebas, jumlah kuadrat, kuadrat tengah, dan F hitung menggunakan bantuan *software* Minitab 16.0.

7. Prediksi GRG yang Optimal

$$\bar{y}_{jk} = \frac{\sum \bar{y}_{ijk}}{n_{ijk}} \quad (6)$$

Dengan;

$\bar{y}_{jk}$  = nilai rata-rata faktor  $j$  level  $k$

$\bar{y}_{ijk}$  = nilai rata-rata eksperimen ke- $i$  untuk faktor  $j$  level  $k$

$n_{ijk}$  = jumlah eksperimen faktor  $j$  level  $k$

Prediksi GRG yang optimal dapat dicari dengan persamaan:

$\mu$  prediksi =

$$Y + (A - Y) + (B - Y) + (C - Y) \quad (7)$$

Dengan:

Y = nilai rata-rata GRG

A/B/C = nilai GRG yang optimal pada faktor A/B/C

8. Interpretasi Hasil

- a. Persen Kontribusi

$$SS'_A = SS_A - (MS_e \times dof_A)$$

$$\rho = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100 \% \quad (8)$$

Dengan:

$SS'_A$  = Jumlah kuadrat murni dari faktor A

$SS_A$  = Jumlah kuadrat faktor A

$MS_e$  = Mean of square error

$dof_A$  = Derajat kebebasan faktor A

$MS_T$  = Mean of square total

$\rho$  = Persen kontribusi

- b. Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan pada kondisi perlakuan yang diprediksi ( $CI_2$ )

$$CI_2 = \sqrt{\frac{F_{\alpha;1;ve} MS_e}{n_{eff}}} \quad (9)$$

Dengan:

$$n_{eff} = \frac{N}{1 + \text{Jumlah df perkiraan rata - rata}}$$

N = Jumlah data percobaan keseluruhan

Interval kepercayaan untuk memprediksi eksperimen konfirmasi ( $CI_3$ )

$$CI_3 = \sqrt{F_{\alpha;1;ve} MS_e \left[ \left( \frac{1}{n_{eff}} \right) + \left( \frac{1}{r} \right) \right]} \quad (10)$$

Dengan:

r = Jumlah sampel pada percobaan konfirmasi ( $r \neq 0$ )

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perhitungan Analisa Data

Pada tahapan ini data pengukuran respon yang diperoleh dari eksperimen dimasukkan ke dalam rumus pada metodologi di atas, sehingga menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 2: Hasil Perhitungan Data

Eks.	Rasio S/N (Y1)	Rasio S/N (Y2)	Normalisasi Rasio (Y1)	Normalisasi Rasio (Y2)	GRC (Y1)	GRC (Y2)	GRG
1	45.57	16.54	0.384	0.055	0.448	0.346	0.397
2	47.59	27.17	0.448	0.378	0.475	0.446	0.460
3	38.06	21.16	0.144	0.196	0.369	0.383	0.376
4	33.99	15.41	0.014	0.021	0.336	0.338	0.337
5	42.98	22.28	0.301	0.230	0.417	0.394	0.405
6	53.21	29.83	0.628	0.459	0.573	0.480	0.527
7	48.80	27.17	0.487	0.378	0.493	0.446	0.470
8	58.13	14.72	0.785	0.000	0.699	0.333	0.516
9	40.34	24.08	0.216	0.284	0.390	0.411	0.400
10	48.57	24.61	0.479	0.300	0.490	0.417	0.453
11	54.42	47.64	0.666	1.000	0.600	1.000	0.800
12	38.38	22.69	0.154	0.242	0.371	0.398	0.384
13	45.57	16.54	0.384	0.055	0.448	0.346	0.397
14	54.83	15.41	0.679	0.021	0.609	0.338	0.474
15	55.80	14.85	0.710	0.004	0.633	0.334	0.484
16	45.57	16.90	0.384	0.066	0.448	0.349	0.398
17	46.31	32.26	0.407	0.533	0.458	0.517	0.487
18	42.98	20.83	0.301	0.186	0.417	0.380	0.399
19	64.87	25.78	1.000	0.336	1.000	0.430	0.715
20	54.86	41.66	0.680	0.818	0.610	0.733	0.672
21	48.80	25.78	0.487	0.336	0.493	0.430	0.461
22	38.59	23.59	0.161	0.269	0.373	0.406	0.390
23	33.56	15.87	0.000	0.035	0.333	0.341	0.337
24	43.34	21.16	0.312	0.196	0.421	0.383	0.402
25	33.95	15.72	0.012	0.030	0.336	0.340	0.338
26	47.21	27.96	0.436	0.402	0.470	0.455	0.463
27	40.09	24.08	0.208	0.284	0.387	0.411	0.399

Diketahui dari data tabel di atas bahwa nilai GRG (*Grey Relational Grade*) terkecil terdapat antara eksperimen ke-11 dan eksperimen ke -19. Sehingga dapat diprediksi bahwa eksperimen pada kedua baris tersebut telah memperoleh hasil yang paling baik.

#### 3.2 Analysis of Variance (ANOVA)

Tabel 3: ANOVA GRG

Faktor	df	SS	MS	F Hitung	P Value
Blowing Pressure (A)	2	0.0989	0.0495	8.47	0.003
Blowing Time (B)	2	0.0582	0.0291	4.98	0.019
Stop Time (C)	2	0.0230	0.0115	1.98	0.168
Melt Temp. (D)	2	0.0405	0.0202	3.47	0.053
Error	18	0.1051	0.0058		
St	26	0.326			

Sumber: *Software* Minitab 14

F Tabel yang dipilih adalah dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan  $\alpha$  sebesar 0.05 dalam F tabel  $F_{(\frac{\alpha}{2}, dfA, dfE)}$ .  $H_0$  diterima apabila F hitung < F Tabel, sedangkan  $H_1$  diterima apabila F hitung > F Tabel. Dari pengujian hipotesa di

atas dapat diketahui bahwa parameter yang berpengaruh signifikan terhadap kedua respon ialah *blowing pressure* dan *blowing time*.

### 3.3 Persen Kontribusi

Dapat dilihat dari hasil perhitungan persen kontribusi bahwa parameter yang berpengaruh signifikan terhadap respon ketebalan dinding serta dimensi *snap* dengan persentase tertinggi ialah *blowing pressure* kemudian diikuti oleh *blowing time*. Sedangkan untuk parameter yang lain tidak terlalu berpengaruh signifikan.

Tabel 4: Hasil Perhitungan Persen Kontribusi

Parameter	Dof	SS'faktor	P %
(A)	2	0.0872	27%
(B)	2	0.0465	14%
(C)	2	0.0114	3%
(D)	2	0.0288	9%

### 3.4 Prediksi Respon yang Optimal

$$\begin{aligned} \mu \text{ prediksi} &= Y + (A - Y) + (B - Y) + (C - Y) \\ &\quad + (D - Y) \\ &= 0.4571 + (0.542-0.4571) + \\ &\quad (0.5228-0.4571) + (0.49- \\ &\quad 0.4571) + (0.504-0.4571) \\ &= 0.683 \end{aligned}$$

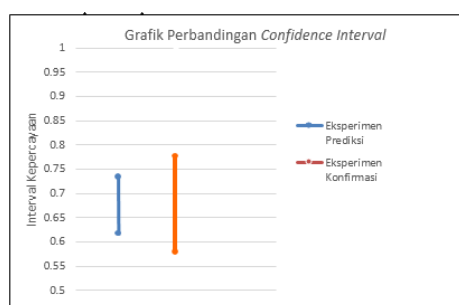
### 3.5 Interval Kepercayaan

$$\begin{aligned} \mu \text{ prediksi} - CI &\leq \mu \leq \mu \text{ prediksi} + CI \\ 0.6834 - 0.05687 &\leq \mu \leq 0.6834 + 0.05687 \\ 0.6265 &\leq \mu \leq 0.7402 \end{aligned}$$

### 3.6 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk memverifikasi dugaan atau prediksi berdasarkan hasil perhitungan dari eksperimen yang telah didapatkan sebelumnya

$$\begin{aligned} \mu \text{ prediksi} - CI &\leq \mu \leq \mu \text{ prediksi} + CI \\ 0.6845 - 0.10110 &\leq \mu \leq 0.6845 + 0.10110 \\ 0.5834 &\leq \mu \leq 0.7856 \end{aligned}$$



Gambar 3. Grafik Perbandingan Interval

Perbandingan interval kepercayaan untuk hasil dari eksperimen prediksi dan eksperimen konfirmasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Dapat dilihat grafik interval kepercayaan eksperimen prediksi beririsan dengan nilai

interval kepercayaan eksperimen konfirmasi. Maka dapat disimpulkan bahwa rancangan telah memenuhi persyaratan dalam eksperimen Taguchi, karena perkiraan dari selang kepercayaan konfirmasi telah masuk dalam batas selang kepercayaan dalam kondisi optimal.

## 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, pengambilan data dan analisa data dengan metode Taguchi *Grey Relational Analysis* dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter *blow molding* yang berpengaruh paling signifikan terhadap ketebalan dinding botol adalah *blowing pressure* semakin tinggi nilainya maka semakin tebal dinding botol, sedangkan pada dimensi *snap botol* parameter yang paling berpengaruh ialah parameter *melt temperature* semakin tinggi nilainya maka akan semakin mendekati ukuran dimensi yang diinginkan. Dengan total persen kontribusi *blowing pressure* sebesar 26.77%, *blowing time* dengan persen kontribusi sebesar 14.27% dan *melt temperature* dengan persen kontribusi sebesar 8.86%, sedangkan untuk parameter *stop time* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon ketebalan dinding dan dimensi *snap* botol.
2. *Setting* parameter *blow molding* yang dapat memberikan hasil yang optimal pada respon ketebalan dinding dan dimensi *snap* botol adalah *blowing pressure* sebesar 9 bar, *blowing time* selama 7 detik, *stop time* selama 2 detik dan *melt temperature* sebesar 260°C.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamaruddin, S. dan Noor Syuhadah Z. (2016). *The Influence Of Plastic Extrusion Blow Molding Parameters On Waste Reduction*. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences**, Vol. 11, No. 20.
- [2] Mananti, Rizky N. (2015). Analisis Pengaruh Time dan Pressure Terhadap KeteBalan Botol Proses Blow Moulding Menggunakan Metode Taguchi. **Tugas Akhir**, Teknik Desain dan Manufaktur. PPNS.
- [3] Proust, M. (2007). *Design of Experiments Guide*. **JMP, A Business Unit of SAS**, Ch+10.
- [4] Sunanto, M. F. A. (2016). Analisis Pengaruh Parameter Blowing Pressure, Barrel Temperature, Blowing Time Dan Stop Time Terhadap Volume Dan Berat Botol Tempat Cairan Pengilap Bodi Kendaraan. **Tugas Akhir**, Teknik Desain dan Manufaktur. PPNS.