

## **STRATEGY FOR REDUCING HDPE MATERIAL PRODUCT DEFECTS IN THE INJECTION MOLDING PROCESS WITH TAGUCHI METHOD**

### **STRATEGI PENURUNAN CACAT PRODUK MATERIAL HDPE PADA PROSES INJECTION MOLDING DENGAN METODE TAGUCHI**

**Muhammad Ikhwan<sup>1\*</sup> Diana Yuliasuti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

\* Corresponding author: ikhwan@atk.ac.id

#### **Abstract :**

We often encounter injection plastic products around us. Some of the advantages of plastic materials are lightweight, flexible, multipurpose, strong, not reacting, not rusty, thermoplastic (heat seal), can be colored and the price is cheap. The production process that is often used in the plastic industry is Injection Molding. In the Injection Molding process, the determination of machine parameter settings greatly affects the quality of production results. Determination of the right parameter settings can reduce the defect on the resulting product. This research was made as an effort to reduce the percentage of defects in the injection molding process with the Taguchi method. The research was conducted at the Plastic Workshop of ATK Polytechnic Yogyakarta using an Injection Molding machine type SM 90 HCV. The raw material used in this study is High-density polyethylene (HDPE) with the resulting product output in the form of packaging boxes. This study was conducted with testing samples of 90 packaged products. Based on this research, the results were obtained, among others, in the injection molding production process resulting in minimal defect values at the setting of Injection Speed level 1 10%, Injection Pressure level 3 150 bar, Plastification (Position) level 3 180 mm and Temperature level 3 240°C. Interpretation of the results of the confirmation experiment for mean values is acceptable in consideration of the confidence interval that the results of the confirmatory experiment are smaller than the optimal results. With this, it can be concluded that this research can be implemented to improve the quality of packaging products for the Injection Molding Process.

**Keywords:** injection molding, taguchi method, hdpe

#### **Intisari :**

Produk plastik injeksi sering kita jumpai di sekitar kita. Beberapa kelebihan dari bahan plastik yaitu ringan, fleksibel, multiguna, kuat, tidak bereaksi, tidak karatan, bersifat termoplastis (*heat seal*), dapat diberi warna dan harganya murah. Proses produksi yang sering digunakan dalam industri plastik adalah *Injection Molding*. Pada proses *Injection Molding* penentuan seting parameter mesin sangat berpengaruh pada kualitas hasil produksi. Penentuan seting parameter yang tepat dapat mengurangi *defect* pada produk yang dihasilkan. Penelitian ini dibuat sebagai upaya untuk menurunkan presentase *defect* pada proses *injection molding* dengan metode

*taguchi*. Penelitian dilakukan di Workshop Plastik Politeknik ATK Yogyakarta dengan menggunakan mesin *Injection Molding* type SM 90 HCV. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini High-density polyethylene (HDPE) dengan output produk yang dihasilkan berupa kotak kemasan. Penelitian ini dilakukan dengan sampel pengujian sebanyak 90 produk kemasan. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil antara lain pada proses produksi injection molding menghasilkan nilai cacat minimal pada setting *Injection Speed* level 1 10%, *Injection Pressure* level 3 150 bar, *Plastisification (Position)* level 3 180 mm dan *Temperature level 3 240°C*. Interpretasi hasil dari eksperimen konfirmasi untuk nilai rata - rata dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan bahwa hasil eksperimen konfirmasi lebih kecil dibanding hasil optimal. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas Produk kemasan Proses Injection Molding.

**Kata kunci:** injection molding, metode taguchi, hdpe

## Pendahuluan

Produk plastik injeksi sering kita jumpai di sekitar kita. Sparepart otomotif, perabotan rumah tangga, botol minuman, sedotan dan perlengkapan industri atau rumah tangga lainnya merupakan barang – barang yang terbuat dari plastik. Beberapa kelebihan dari bahan plastik yaitu ringan, fleksibel, multiguna, kuat, tidak bereaksi, tidak karatan, bersifat termoplastis (*heat seal*), dapat diberi warna dan harganya murah.

Proses produksi yang sering digunakan dalam industri plastik adalah *Injection Molding*. *Injection Molding* adalah metode pemrosesan material termoplastik yang mana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh plunger ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air kemudian material tersebut akan menjadi dingin dan mengeras sehingga bisa dikeluarkan dari cetakan [1].

Pada proses *Injection Molding* penentuan seting parameter mesin sangat berpengaruh pada kualitas hasil produksi. Penentuan seting parameter yang tepat dapat mengurangi *defect* pada produk yang dihasilkan. Penelitian ini dibuat sebagai upaya untuk menurunkan presentase *defect* pada proses *injection molding* dengan metode *taguchi*.



**Gambar 1.** Produk kemasan proses *Injection Molding*

Bijih plastik HDPE memiliki sifat ramah lingkungan dan mudah di daur ulang sehingga banyak digunakan untuk kemasan makanan ataupun minuman panas, kantong tissue, botol detergent, pipa plastik, tas belanja dan lainnya [2]. Dalam dunia industri plastik di proses dengan berbagai metode untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan, baik segi bentuk, fungsi, performa dan juga biaya [3].

Metode Taguchi diperkenalkan oleh pakar manajemen kualitas dari Jepang, Genichi Taguchi pada tahun 1940. Metode Taguchi adalah untuk membantu meningkatkan kemampuan proses dan mengurangi penyebab variabilitas produksi. Metode ini mengkombinasikan hasil eksperimen melalui faktor dan level faktor optimal yang dalam waktu bersamaan menghemat waktu dan biaya [4]. Metode ini merupakan metode pendekatan *Design of Eksperiment* yang merupakan elemen kunci untuk mencapai kualitas tinggi dengan biaya yang minimum [5]. *Design of Eksperiment* adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan memberikan perlakuan atau treatment pada suatu objek yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap faktor lain dalam kondisi yang dikendalikan [6].

Hasil metode ini adalah kombinasi faktor dan levelnya yang kokoh (robust) terhadap faktor pengganggu (noise). Penggunaan metode Taguchi pada penelitian ini diharapkan mampu menurunkan jumlah defect pada proses produksi kotak kemasan menggunakan mesin *Injection Moulding*. Dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat diketahui faktor dan level optimalnya untuk meningkatkan kualitas produk [7].

## Metode

Penelitian dilakukan di Workshop plastik Politeknik ATK Yogyakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Taguchi / metode dengan pendekatan *Design of Eksperiment* yang merupakan elemen kunci untuk mencapai kualitas tinggi dengan biaya yang minimum [5]. Tujuan metode Taguchi adalah untuk membantu meningkatkan kemampuan proses dan mengurangi penyebab variabilitas produksi.

Eksperimen Taguchi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: Langkah pertama merumuskan Permasalahan, dilanjutkan dengan menentukan Tujuan Eksperimen, menentukan Faktor yang Mempengaruhi Kondisi Obyek Penelitian, kemudian memisahkan Faktor Kontrol dan Faktor Noise. Menentukan Karakteristik Kualitas yang sesuai dan Karakteristik kualitas dibagi menjadi 3 yaitu: Nominal is The Best yaitu Karakteristik kualitas yang menuju nilai target pada suatu nilai tertentu. Contoh: ketebalan, berat dan tekanan. Smaller is The Best yaitu Pencapaian karakteristik apabila semakin kecil / mendekati nol adalah semakin baik. Contoh: produk gagal (cacat), pemborosan, kebisingan dan limbah. Larger is The Best adalah pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik. Contoh: kekuatan dan ketahanan.

Selanjutnya Menentukan Jumlah Level dan Level Faktor, Menghitung Derajat Kebebasan Derajat kebebasan menunjukkan jumlah minimum eksperimen, Pemilihan Orthogonal Array, kemudian Pengisian Kolom Faktor dan Interaksi ke dalam Matriks Orthogonal. Selanjutnya Pelaksanaan Eksperimen, setelah itu melakukan analisis Hasil Eksperimen Analisis hasil eksperimen menggunakan uji ANOVA, kemudian Interpretasi Hasil Eksperimen dan Eksperimen Konfirmasi.

Penelitian ini dilakukan dengan sampel pengujian sebanyak 90 produk kotak kemasan dengan menggunakan alat berupa *Mesin Injection Molding Type SM 90 HCV*, sedangkan bahan

yang digunakan yaitu material plastic HDPE. Penelitian ini dilakukan dengan sampel pengujian sebanyak 90 produk kotak kemasan dengan menggunakan Mesin *Injection Molding* Type SM 90 HCV dan bijih plastik HDPE.

### Hasil dan Pembahasan

Eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tiga setting level faktor yang dilibatkan dalam eksperimen ini yaitu *Blowing pressure*, *Blowing time*, *stop time* dan *Temperature* [8]. Level faktor penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Faktor dan Level Faktor

Kode	Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
A	<i>Injection Speed</i>	10%	20%	30%
B	<i>Injection Pressure</i>	100 Bar	120 Bar	150 bar
C	<i>Plastisification (Position)</i>	100 mm	150 mm	180 mm
D	<i>Temperature</i>	200 <sup>0</sup> c	220 <sup>0</sup> c	240 <sup>0</sup> c

Penempatan kolom untuk faktor kedalam matriks ortogonal berdasarkan pilihan matrik ortogonal  $L_9(3^4)$ , maka penempatan faktor dan level untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Matriks Ortogonal  $L_9(3^4)$

Ortogonal Array $L_9(3^4)$ [9]				
Percobaan Ke	Faktor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Data yang dibutuhkan untuk setiap percobaan dalam penelitian ini adalah kondisi produk akhir kotak kemasan dengan dua kategori. Hasil baik tidak ada cacat pada produk kemasan sedangkan hasil jelek terdapat cacat pada produk kemasan.

*Defect Weld line* produk kemasan proses *injection molding* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Defect Weld line

**Pelaksanaan dan Hasil Eksperimen**

Eksperimen dilakukan menggunakan mesin *injection molding* Type SM 90 HCV. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah bijih plastik HDPE. Tahapan berjalannya eksperimen adalah dengan mempersiapkan bahan yang digunakan berupa bijih plastik HDPE kemudian memasukkan bahan ke dalam *hopper*, selanjutnya di kategorikan produk berdasarkan dua kategori cacat yaitu, hasil baik dan hasil jelek. Melakukan eksperimen sesuai rancangan eksperimen taguchi dengan mengatur nilai variabel *injection speed*, *injection pressure*, *plastisification position* dan *temperatur* sesuai dengan levelnya. Melakukan pengulangan sebanyak 10 kali untuk setiap eksperimen. Hasil eksperimen penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Hasil Eksperimen Penelitian

Percobaan Ke	Faktor				Hasil Baik	Hasil Jelek	Total
	A	B	C	D			
1	1	1	1	1	1	9	10
2	1	2	2	2	3	7	10
3	1	3	3	3	9	1	10
4	2	1	2	3	4	6	10
5	2	2	3	1	5	5	10
6	2	3	1	2	4	6	10
7	3	1	3	2	5	5	10
8	3	2	1	3	2	8	10
9	3	3	2	1	3	7	10

Dari tabel 3 dapat dijelaskan bahwa percobaan ke 1 faktor A, B,C dan D dengan hasil baik 1 dan hasil jelek 9 dengan total percobaan sebanyak 10. Dengan cara yang sama dapat dilihat pada percobaan ke 2 dan seterusnya.

**Pengolahan Data**

Dengan mengevaluasi masing-masing faktor dan level, respons tabel dibuat untuk menghitung pengaruh faktor yang penting. Proses pembentukan tabel respon dilakukan melalui perhitungan untuk setiap faktor dan level, berdasarkan kategori baik, dan jelek pada produk kotak kemasan. Untuk nilai respon faktor A level 1 kategori baik diperoleh nilai sebesar 13, untuk

nilai respon faktor A level 2 kategori baik diperoleh nilai sebesar 13 dan nilai respon faktor A level 3 kategori baik diperoleh nilai sebesar 10. Dengan cara yang sama diperoleh nilai kategori jelek pada level faktor.

Setelah nilai respon tabel diperoleh, selanjutnya dihitung selisih antara nilai maksimum dan minimum untuk setiap level faktor dan kategori. Nilai selisih untuk faktor A dan kategori baik diperoleh sebesar  $13 - 10 = 3$ . Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk nilai selisih nilai respon tabel unntuk seluruh kategori lainnya.

Selanjutnya dilakukan perhitungan total selisih untuk setiap faktor. Untuk faktor A total selisih seluruh kategori adalah sebesar  $3 + 3 = 6$ . Dengan cara yang sama diperoleh total selisih untuk faktor B, C dan D. Selanjutnya dilakukan perangkingan berdasarkan total selisih seluruh faktor. Rangking faktor berdasarkan nilai total selisih terbesar secara berurut adalah faktor A, B, D dan faktor C. Secara lengkap hasil perhitungan nilai respon, selisih dan rangking antar faktor dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Respon dari Pengaruh Faktor

HASIL	LEVEL	FAKTOR			
		A	B	C	D
BAIK	1	13	10	7	9
	2	13	10	10	12
	3	10	16	19	15
JELEK	1	17	20	23	21
	2	17	20	20	18
	3	20	14	13	15
<b>Selisih : Hasil Baik</b>		3	6	12	6
<b>Selisih : Hasil Jelek</b>		3	6	10	6
<b>Total Selisih</b>		6	12	22	12
<b>Rangking</b>		1	2	4	3

#### **Data Persentase Cacat**

Untuk data persentase cacat, perlu dibuat grafik respon 100%. Grafik respon disusun berdasarkan nilai setiap level untuk seluruh kategori cacat. Persentase cacat untuk faktor A level 1 diperoleh dari nilai respon faktor A level 1 dibagi dengan seluruh nilai faktor A level 1 untuk seluruh kategori. Contoh perhitungan persentase cacat faktor A level 1 sebesar  $[(13 / (13+17)) \times 100 = 43,3\%$ . Dengan cara yang sama diperoleh untuk nilai faktor, level dan kategori lainnya. Data lengkap data persentase cacat pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Data Persentase Cacat (%)

Hasil	Faktor											
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Baik	43,3	64,7	66,0	47,2	50,0	77,4	67,3	53,8	54,7	53,2	67,3	53,8
Jelek	56,7	35,3	34,0	52,8	50,0	22,6	32,7	46,2	45,3	46,8	32,7	46,2

Dari data persentase cacat dari masing-masing level dan faktor, kemudian diolah dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

Pemilihan level faktor dari kondisi optimal tergantung pada kelompok yang akan dimaksimalkan dan diminimalkan. Pada penelitian ini kelompok yang dimaksimalkan yaitu produk kemasan kategori baik dan yang diminimalkan kelompok kategori jelek. Untuk penentuan level setiap faktor dipilih berdasarkan kategori cacat jelek dengan persentase respon cacat terkecil [10].

$$P_{\text{predikted}} = \bar{Y} + (\bar{B}_3 - \bar{Y}) + (\bar{C}_1 - \bar{Y}) + (\bar{D}_2 - \bar{Y}) + (\bar{A}_2 - \bar{Y})$$

Berdasarkan Tabel 5 untuk nilai jumlah total kelompok ditentukan berdasarkan nilai respon faktor dan level terpilih. Nilai respon faktor A level 1 sebesar 17, nilai respon B level 3 sebesar 14, nilai respon faktor C level 3 sebesar 11 dan nilai respon faktor D level 3 sebesar 15. Sehingga jumlah total kelompok respon seluruhnya adalah 57. Sehingga nilai respon untuk 90 total pengamatan adalah:

$$\bar{Y} = \frac{57}{90}$$

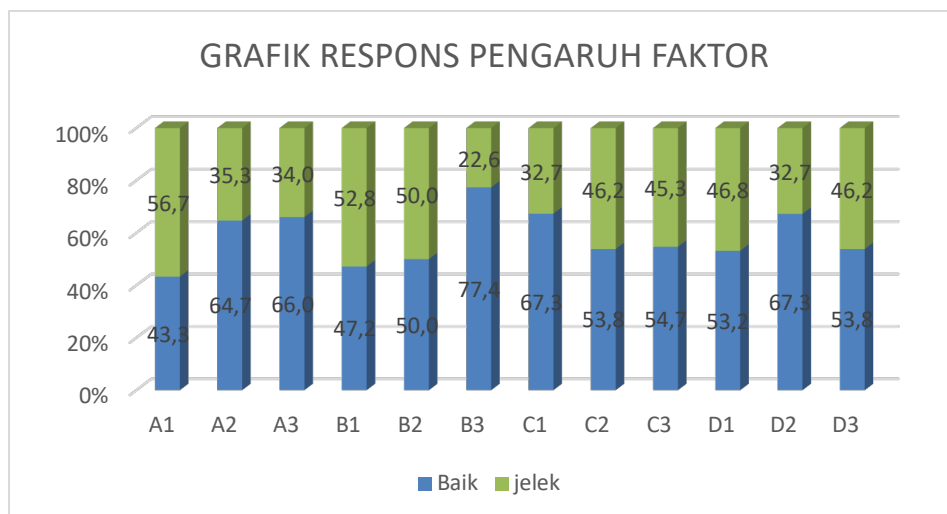
$$\bar{Y} = 0,63$$

Sehingga nilai prediksi persentase cacat pada kondisi optimum adalah:

$$P_{\text{predikted}} = \bar{Y} + (\bar{B}_3 - \bar{Y}) + (\bar{C}_1 - \bar{Y}) + (\bar{D}_2 - \bar{Y}) + (\bar{A}_2 - \bar{Y})$$

$$= \frac{14}{54} + \frac{11}{54} + \frac{15}{54} + \frac{17}{54} - 2 \times \frac{57}{90}$$

$$= 0,20$$



**Gambar 3.** Grafik Respon Pengaruh Faktor

Nilai presentase cacat pada kondisi optimal untuk produk jerigen dengan kategori jelek adalah 0,20% , dengan nilai presentase tersebut diantara nilai 0 – 1% dan nilai tidak negatif, tidak diperlukan lagi perhitungan Omega.

#### **Analisis Statistik Anova Nilai Rata-Rata**

Metode Taguchi menggunakan *analysis of means* untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon. *Analysis of means* merupakan metode yang digunakan untuk mencari setting level optimal yang dapat meminimalkan penyimpangan nilai rata-rata. Data yang digunakan untuk analisis Anova yaitu proporsi cacat jerigen hasil jelek, dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Proporsi Cacat Jerigen Hasil Jelek

Percobaan Ke	Faktor				Hasil Jelek	Total Pengamatan	Proporsi cacat
	A	B	C	D			
1	1	1	1	1	9	10	0,9
2	1	2	2	2	7	10	0,7
3	1	3	3	3	1	10	0,1
4	2	1	2	3	6	10	0,6
5	2	2	3	1	5	10	0,5
6	2	3	1	2	6	10	0,6
7	3	1	3	2	5	10	0,5
8	3	2	1	3	8	10	0,8
9	3	3	2	1	7	10	0,7

Langkah-langkah dalam perhitungan analisis variansi (*mean*) yaitu:

1. Menghitung Nilai rata-rata cacat jerigen hasil jelek

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$= \frac{1 + 3 + 9 + 4 + \dots + 3}{9} = 6$$

2. Menghitung nilai rata-rata level faktor

Perhitungan nilai rata-rata setiap level faktor menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{y}_{jk} = \frac{\sum \bar{y}_{ijk}}{n_{ijk}}$$

$$= \frac{0,9+0,7+0,1}{3}$$

$$= 0,567$$

Data hasil perhitungan nilai rata-rata setiap level faktor selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8. Berikut:

**Tabel 8.** Rata -Rata Setiap Level Faktor Cacat Jerigen Hasil Jelek

Level	Faktor			
	A	B	C	D
1	5,667	6,667	7,667	7,000
2	5,667	6,667	6,667	6,000
3	6,667	4,667	3,667	5,000
Rangking	4	2	1	3

1. Menghitung *total sum of square*

$$SS_{total} = (9^2 + 7^2 + 1^2 + 6^2 + \dots + 7^2)$$

$$SS_{total} = 366$$



2. Menghitung *Sum of squares due to mean*

$$\text{Mean } (S_m) = 9 \times (6^2)$$

$$\text{Mean } (S_m) = 324$$

3. *Sum of squares due to factors A*

$$SS_A = (n_{A1} \times A1^2) + (n_{A2} \times A2^2) + (n_{A3} \times A3^2) - S_m \quad \text{---}$$

$$SS_A = 2,0$$

Perhitungan nilai *sum of squares due to factors B, C dan D* sama dengan perhitungan faktor A.

4. *Sum of squares due to error*

$$SS_e = SS_{\text{Total}} - S_m - (SS_A + SS_B + SS_C + SS_D)$$

$$SS_e = 0,1$$

5. Menghitung *Pure sum of squares*, Misal Faktor A

$$SS_A' = SS_A - (DF_A \times MS_e)$$

$$SS_A' = 1,60$$

6. Menghitung *Percent contribution*, misal faktor A

$$pA = \frac{SS_A'}{SS_T} \times 100\%$$

$$SS_T$$

$$pA = 4\%$$

Hasil dari seluruh perhitungan Anova untuk nilai rata - rata dilihat pada Tabel 9 berikut:

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Anova

Faktor	SS	Df	Ms	F Ratio	SS'	Ratio %	F Tabel
A	2,0	2	1,0	180	1,60	4	3,55
B	8,0	2	4,0	720	7,60	18	3,55
C	26,0	2	13,0	2340	25,60	61	3,55
D	6,0	2	3,0	310	5,60	13	3,55
Erorr	0,1	18	0,01	1	1,6	4	
SSst	42,0	26	1,6		42,0	100	
Mean	324,0	1					
Ss total	366	27					

Berdasarkan Tabel 9 seluruh faktor secara signifikan mempengaruhi kualitas, karena persentase rasio lebih besar dari F tabel. Untuk parameter yang paling berpengaruh dengan Ratio faktor C dengan Ratio % 61 yaitu *Plastisification (Position)*, kemudian faktor B dengan Ratio % 18 yaitu *Injection Pressure*, faktor D Ratio % 13 yaitu *Temperature* kemudian faktor A dengan Ratio % sebesar 4 yaitu *Injection Speed* [11].

### **Menentukan Selang Kepercayaan**

Selang kepercayaan dari rata-rata prediksi cacat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$CI_{\text{Mean}} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[ \frac{1}{n_{\text{eff}}} \right]}$$

Dengan  $n_{\text{eff}}$  adalah:

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{Total Number Of experiment}}{\text{sum of degrees of freedom used in estimate of mean}}$$

$$= \frac{27}{5}$$

$$= 5,4$$

$$CI \text{ Mean} = \pm \sqrt{F_{0,05.1.18} \times 0,01 \times \left[\frac{1}{5,4}\right]}$$

$$= \pm 0,09$$

Sehingga selang kepercayaan, sebagai berikut:

$$= \mu_{\text{confirmation}} - CI \leq \mu_{\text{confirmation}} \leq \mu_{\text{confirmation}} + CI$$

$$= 0,20 - 0,09 \leq \mu_{\text{confirmation}} \leq 0,20 + 0,09$$

$$= 0,11 \leq \mu_{\text{confirmation}} \leq 0,29$$

### **Eksperimen Konfirmasi**

Akhir dari eksperimen Taguchi adalah eksperimen konfirmasi dilakukan untuk menguji nilai prediksi pengaturan level faktor pada kondisi optimal.. Jika hasil eksperimen konfirmasi dapat menguji hasil prediksi, maka pengaturan level untuk kondisi optimal dapat disimpulkan telah memenuhi persyaratan dalam eksperimen [12]. Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan produk kotak proses injection molding kategori jelek, ditetapkan faktor Nilai respon faktor A level 1 sebesar 17 cacat produk, nilai respon B level 3 sebesar 14 cacat produk, nilai respon faktor C level 3 sebesar 11 cacat produk dan nilai respon faktor D level 3 sebesar 15 cacat produk. Kemudian dilakukan berdasarkan level kondisi optimal dengan Setting level yang diterapkan dalam eksperimen konfirmasi diambil 10 sampel dengan level pada kondisi optimal diuraikan pada tabel 10 berikut:

**Tabel 10.** Setting Level Dan Faktor Eksperimen Konfirmasi

No	Kode Faktor	Kontrol Faktor	Level	Nilai Level
1	A	Injection Speed	1	10%
2	B	Injection Pressure	3	150 bar
3	C	Plastisification (Position)	3	180 mm
4	D	Temperature	3	240 <sup>o</sup> c

Hasil eksperimen konfirmasi secara lengkap disajikan pada Taembl 11 berikut:

**Tabel 11.** Hasil Eksperimen Konfirmasi

Percobaan	Faktor/Level				Hasil		Total
	A	B	C	D	Baik	Jelek	
1	1	3	3	3	9	1	10

Perhitungan rata -rata produk jerigen kategori jelek sebagai berikut:

$$= \frac{1}{20}$$

$$= 0,05$$

Penilaian diterima atau tidaknya hasil eksperimen konfirmasi dilakukan dengan perbandingan selang kepercayaan antara hasil prediksi respon pada kondisi optimal dan hasil eksperimen konfirmasi. Perhitungan nilai selang kepercayaan untuk hasil eksperimen konfirmasi yaitu:

$$CI = \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[ \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$CI = \pm \sqrt{F_{0,05, 1, 18} \times 289,4 \times \left[ \frac{1}{5,4} + \frac{1}{3} \right]}$$

$$= \pm 0,151$$

Sehingga selang kepercayaan, sebagai berikut:

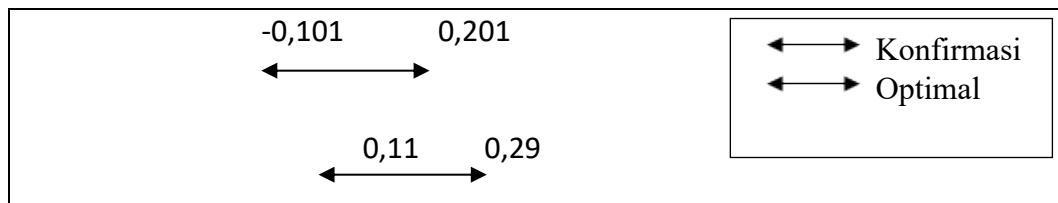
$$= \mu_{confirmation} - CI \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + CI$$

$$= 0,05 - 0,151 \leq \mu_{confirmation} \leq 0,05 + 0,151$$

$$= -0,101 \leq \mu_{confirmation} \leq 0,201$$

Nilai-nilai selang kepercayaan tersebut kemudian dibandingkan dengan selang kepercayaan pada kondisi optimal, dengan cara digambarkan dalam bentuk grafik agar memudahkan pembacaan pada gambar 4 sebagai berikut:

$$0,27 \leq \mu_{confirmation} \leq 0,45$$



**Gambar 4** Perbandingan untuk nilai selang kepercayaan

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan pengurangan cacat produk kotak proses injection molding pada gambar 4, menunjukkan bahwa hasil dari eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan karena pada tabel diatas menjelaskan bahwa hasil eksperimen konfirmasi lebih kecil dibanding hasil optimal sehingga kombinasi faktor dan level faktor desain *eksperimen Taguchi* dinyatakan valid dan dapat diterima. Penelitian ini dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas Produk kemasan Proses Injection Molding. [13].

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan pada proses produksi injection molding menghasilkan nilai cacat minimal adalah *Injection Speed* level 1 10%, *Injection Pressure* level 3 150 bar, *Plastisification (Position)* level 3 180 mm dan *Temperature level 3* 240°C. Hasil Interpretasi hasil dari eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dapat diterima

dengan pertimbangan selang kepercayaan bahwa hasil eksperimen konfirmasi lebih kecil dibanding hasil optimal.

### Ucapan Terima Kasih

Kami sampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Manajemen Politeknik ATK Yogyakarta atas sarana dan parasarana yang telah di berikan kepada kami, sehingga kami bisa menyusun jurnal ini. Semoga jurnal ini bisa menginspirasi teman-teman Pranata Laboratorium Pendidikan lainnya untuk dapat mengangkat permasalahan yang ada di Laboratorium masing – masing untuk dapat dijadikan bahan penelitian.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Putra, "Proses Produksi Dan Risiko Pabrik Plastik (Injection Molding)," <https://indonesiare.co.id/id/article/proses-produksi-dan-risiko-pabrik-plastik-injection-molding>, 2023.
- [2] W. H. S. K. Amiruddin, *Pemanfaatan Material Plastik Hdpe Bekas Drum Kemasan Sebagai Kulit Lambung Perahu.*, 2014.
- [3] C. Budiyanoro, *Teknologi Plastik. Yogyakarta: K-Media.*, 2019.
- [4] S. Muharrom, "Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat," *Jemis Vol. 3 No. 1 Tahun 2015*, 2015.
- [5] N. dkk, "Optimization of Aluminium of Aluminium Blank Sand Casting Process By Using Taguchi's Robust Design Method," *International Journal for Quality research Vol.6 No.1.*, 2012.
- [6] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.*, Bandung: Alfabeta, 2012.
- [7] d. (Emmalia.), "Analisis Pengendalian Kualitas menggunakan Metode Taguchi," *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 2020.
- [8] N. Belavendram, *Quality By Design, Taguchi Techniques for Industrial Experimentation. London: Prentice hall Internasional.*, 1995.
- [9] P. J. Ross, *Taguchi Techniques for Quality Engineering. Singapore: McGraw-hill, Inc.*, 1988.
- [10] I. Soejanto, *Desain Eksperiment dengan Metode Taguchi. Yogyakarta: Graha Ilmu.*, 2009.
- [11] M. I. Muhammad Ikhwan., "Penentuan Parameter Proses Blow Molding Menggunakan Metode Taguchi," *Seminar Nasional Teknik Industri [SNTI]*, 2023.
- [12] N. N. D. S. W. R. Suwarno, *Optimasi Kualitas Hallow Block Dengan Metode Taguchi Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster) Volume 6, No. 01 (2017), hal 61 – 68*, 2017.
- [13] M. T. W. Pranowo Sidi, *Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi kebulatan pada proses bubut CNC*, 2013.