

## OPTIMALISASI PARAMETER PROSES INJEKSI PADA HDPE *RECYCLE* MATERIAL UNTUK MEMPEROLEH MINIMUM *SINK MARKS* MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE TAGUCHI

Wiwin Irmawan<sup>1,a</sup>, Cahyo Budiyanoro, Harini Sosiati<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

[aWiwinirmawan23@gmail.com](mailto:Wiwinirmawan23@gmail.com)

---

### Abstrak

Hasil produk plastik yang diperoleh dari bahan baku HDPE daur ulang banyak menghasilkan cacat produk dibandingkan produk plastik yang menggunakan HDPE baru. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan kondisi yang optimal pada proses *injection molding* berupa parameter proses untuk memperoleh minimum *sink marks* dengan pendekatan DOE (*Design of experiment*) Taguchi dan mengetahui parameter yang sesuai untuk meminimalkan cacat *sink marks* di HDPE daur ulang dengan menggunakan parameter proses *holding time*, *holding pressure*, *back pressure*, dan *injection pressure*. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa dari percobaan ke 9 berdasarkan desain faktorial yaitu dengan variasi *holding time* level 3, *holding pressure* level 3, *Back pressure* level 2, dan *Injection pressure* level 1 diperoleh nilai *sink marks* minimum sebesar 0,2 mm dari 9 percobaan yang dilakukan.

**Kata kunci** : HDPE, DOE, *Injection molding*, dan Parameter proses

---

### 1. Pendahuluan

Pemakaian barang-barang yang terbuat dari material plastik semakin meningkat. Hal ini terjadi karena plastik lebih efisien dibandingkan dengan barang-barang terbuat dari logam dan kayu. HDPE (*high density polyethylene*) adalah satu dari beberapa jenis plastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Material plastik HDPE banyak digunakan tidak hanya sebatas dengan *virgin / baru* material tetapi juga mengarah ke material HDPE daur ulang. Pembuatan produk plastik tidak terlepas dari pengaturan parameter proses di mesin *injection molding*.

Pengaturan parameter proses injeksi sangat erat hubungannya dengan hasil suatu produk plastik. Pengaturan parameter proses yang kurang akan menyebabkan hasil akhir suatu produk plastik terdapat cacat. Salah satu cacat yang dihasilkan adalah cacat *sink marks*. Penelitian mengenai cacat *sink marks* dengan menggunakan metode taguchi telah dilakukan dengan parameter *mold surface temperature*, *melt temperature*, *mold open time* dan *injection pressure* (Ahmed dkk,2016).

Pendekatan dengan menggunakan metode taguchi membantu dalam mencapai pengaturan parameter proses injeksi yang optimal. Berdasarkan pengaturan parameter proses yang optimal dapat diprediksi dengan

menggunakan cacat *sink marks*. Penggunaan metode taguchi untuk meminimalkan cacat *sink marks* telah diteliti dimana menunjukkan hasil kemampuan pendekatan metode taguchi untuk memprediksi kedalaman cacat *sink marks* dengan berbagai pengolahan variabel (Mathivanan dkk, 2010)

Sifat Mekanis material plastik akan semakin berkurang seiring dengan pemakaian dan pengaruh dari lingkungan. Untuk mengoptimalkan hasil produk dari material plastik HDPE daur ulang dengan pengaturan parameter proses parameter proses injeksi menggunakan pendekatan metode taguchi tentang *Experimental Investigation On The Recycled Hdpe And Optimization Process Parameters Via Taguchi Method* dengan menggunakan parameter proses *melt temperature*, *holding pressure*, *injection time*, dan *holding time* mampu mendekati hasil produk dengan sifat mekanis mendekati material HDPE murni (Kamaruddin dkk,2011)

Hasil produk plastik yang diperoleh dari bahan baku HDPE daur ulang masih banyak menghasilkan cacat produk dibandingkan dengan produk plastik yang menggunakan material HDPE baru. Terbentuknya cacat saat proses pembuatan akan mengakibatkan perbedaan pada hasil akhir barang jadi. Pengendalian kualitas secara berkelanjutan perlu dilakukan untuk

meminimalkan cacat yang dihasilkan. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas suatu produk plastik berbahan dasar HDPE daur ulang pada proses pembuatannya. Pada proses pembuatan yang sering terjadi yaitu cacat *sink mark*. Dalam proses pembuatan produk plastik menggunakan mesin *Injection molding* terdapat banyak parameter proses yang dapat mempengaruhi hasil suatu produk plastik. Penggunaan parameter pada penelitian ini yaitu parameter yang berpengaruh terhadap cacat *sink marks* meliputi *holding pressure*, *holding pressure*, *injection pressure*, dan *back pressure*.

## 2. Metodologi

### Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah suatu metode baru dalam bidang ilmu teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dan dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber-sumber seminimal mungkin. Metode taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses tidak sensitif dengan berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi-kondisi operasional (Soejanto, 2009:273). Metode Taguchi menggunakan seperangkat matrik khusus yang disebut dengan matrik orthogonal. Matriks standart ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter (Soejanto, 2009:17).

### S/N Ratio

Metode Taguchi telah mengembangkan konsep S/N ratio (rasio *Signal-to- Noise*) untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor. Rasio S/N diformulasikan untuk peneliti milih nilai level faktor untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen. Oleh karena metode perhitungan rasio S/N tergantung pada karakteristik kualitas, apakah responnya semakin kecil, semakin baik, semakin besar semakin baik, atau tertuju pada nilai tertentu (Soejanto, 2009: 141). Rasion S/N semakin kecil, semakin baik sebagai karakteristik kualitas nilai yang diinginkan adalah 0. Berikut adalah

rumus S/N ratio semakin kecil, semakin baik.  
 $\eta_1 = -10 \text{Log}_{10} (\sigma^2 + y^2)$  dB..... (1)

Keterangan :

$\sigma$  = Standart deviasi (mm)

y = rata-rata hasil (mm)

### Alat penelitian

Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam penelitian mesin injeksi, *dial indikator*, *infrared thermometer*, *mikroskop olympus sz*, perangkat , lunak minitab 16, *tang potong*, *gunting*, dan *doubletip*

### Penentuan Variasi Paramter dengan DOE (*Design of Experiment*)

*Design of experiment* adalah sutau rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang bentuk-betul terdefiniskan) sehingga informasi yang berhubungan dengan persoalan yang sedang diteliti dapat dikumoukan (Oktaviandi, 2012:44).Hal ini dikarenakan *design of experiment* mengumpulkan beberapa faktor dan variabel untuk mendapatkan komposisi parameter yang paling tepat, sehingga dengan menggunakan metode *design of experiment* dan metode taguchi bisa mendapatkan variasi paramter proses yang paling optimal untuk meningkatkan kualitas produk.

Penentuan parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan diskusi dengan salah satu industri plastik di Solo dan studi literature dan diaplikasikan dengan trial untuk mendapatkan parameter proses yang berpengaruh besar terhadap cacat *sink marks*. Oleh karena itu, dipilih parameter yang berpengaruh terhadap cacat *sink marks* yaitu *holding time*, *holding pressure*, *back pressure*, dan *injection pressure*. Berikut adalah parameter yang digunakan beserta level setiap parameter.

**Tabel 1.** Parameter proses dan level parameter

Factor	Parameter	level 1	level 2	level 3
A	Holding Time	3 s	3,5 s	4 s
B	Holding Pressure	100 bar	105 bar	110 bar
C	Back Pressure	15 bar	17 bar	19 bar
D	Injection Pressure	136 bar	138 bar	140 bar

### Desain Faktorial

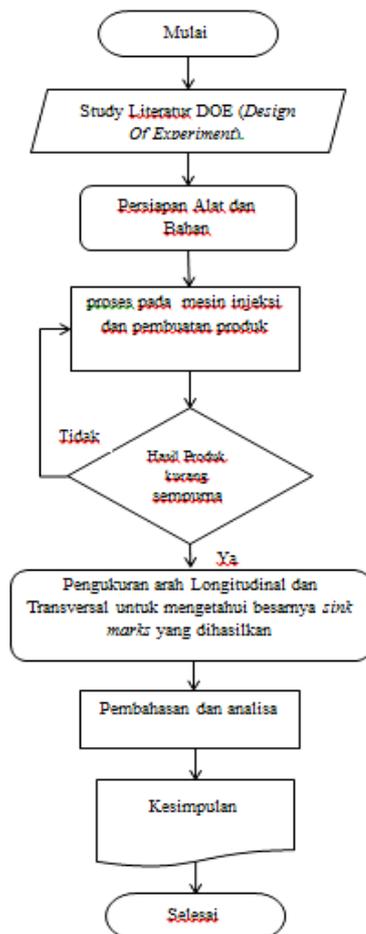
Desain faktorial dalam penelitian ini dengan variasi tiga level dan 4 faktor variabel parameter dengan menggunakan perangkat lunak minitab 16 didapatkan 9 percobaan. Tiga level artinya terdapat tiga perubahan dalam setiap faktor. Berikut adalah variasi setiap paramter.

**Tabel 2.** Faktor dan variasi setiap percobaan

Trial	Faktor				Variasi			
	Holding time (s)	Holding pressure (bar)	Back pressure (Bar)	Injection pressure (bar)	Holding time (s)	Holding pressure (bar)	Back pressure (Bar)	Injection pressure (bar)
1	1	1	1	1	3	100	15	136
2	1	2	2	2	3	105	17	138
3	1	3	3	3	3	110	19	140
4	2	1	2	3	3,5	110	17	140
5	2	2	3	1	3,5	105	19	136
6	2	3	1	2	3,5	110	15	138
7	3	1	3	2	4	100	19	138
8	3	2	1	3	4	105	15	140
9	3	3	2	1	4	110	17	136

### Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Perhitungan Nilai Sink Mark Arah Longitudinal dan Transversal

Berdasarkan Metode DOE Taguchi yang digunakan menghasilkan 9 percobaan, setiap percobaan terdapat 10 spesimen uji yang akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur *dial gauge* kemudian dilakukan perhitungan arah *longitudinal* dan *transversal* dengan metode *mean* (rata-rata). Pengukuran arah *longitudinal* yaitu pengukuran besarnya *sink mark* pada arah sepanjang produk plastik, sedangkan arah *transversal* yaitu pengukuran besarnya *sink marks* pada arah memotong produk, pada pengukuran ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian I, bagian II, dan bagian III. (tabel 3-6).

**Tabel 3.** Pengukuran dan perhitungan percoarah

Spesimen	Percobaan								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.338	0.295	0.290	0.352	0.265	0.282	0.250	0.240	0.233
2	0.343	0.265	0.250	0.285	0.290	0.322	0.265	0.282	0.243
3	0.295	0.280	0.250	0.278	0.287	0.272	0.247	0.237	0.223
4	0.340	0.283	0.257	0.285	0.240	0.287	0.277	0.255	0.247
5	0.362	0.338	0.297	0.310	0.322	0.277	0.272	0.255	0.240
6	0.307	0.302	0.328	0.303	0.325	0.263	0.248	0.245	0.230
7	0.267	0.305	0.263	0.323	0.313	0.263	0.242	0.270	0.243
8	0.323	0.268	0.330	0.310	0.307	0.300	0.272	0.247	0.240
9	0.305	0.303	0.340	0.365	0.265	0.308	0.223	0.218	0.230
10	0.318	0.320	0.360	0.323	0.288	0.308	0.263	0.240	0.240
Rata-rata	0.320	0.296	0.297	0.314	0.290	0.288	0.256	0.249	0.237

#### Analisa nilai sink mark arah longitudinal dan transversal.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *mean* didapat kondisi dimana arah *longitudinal* didapatkan nilai cacat *sink marks* terbesar dibandingkan dengan arah pengukuran *transversal* dikarenakan disaat pengukuran *longitudinal* sepanjang produk dan daerah *near gate* dan *far gate* ikut terukur sehingga menyebabkan daerah *longitudinal* lebih besar dibandingkan arah pengukuran *transversal*.

#### Analisa pada bagian *near gate* dan *far gate*.

Dalam suatu produk plastik dibagi menjadi beberapa bagian yaitu bagian *near gate* dan *far gate*.

**Tabel 7.** Pengukuran dan Perhitungan bagian *near gate* dan *far* Percobaan 1

No. Spesimen	Percobaan 1		Percobaan 9	
	Kekasaran Permukaan (mm)		Kekasaran Permukaan (mm)	
	Near gate	Far Gate	Near gate	Far Gate
1	0.17	0.22	0.16	0.19
2	0.19	0.17	0.22	0.21
3	0.2	0.19	0.22	0.16
4	0.24	0.25	0.22	0.22
5	0.24	0.26	0.2	0.2
6	0.25	0.3	0.22	0.22
7	0.24	0.26	0.22	0.22
8	0.21	0.22	0.17	0.17
9	0.26	0.24	0.2	0.2
10	0.26	0.25	0.22	0.22
11	0.24	0.24	0.22	0.23
12	0.18	0.26	0.23	0.18
13	0.27	0.24	0.18	0.21
14	0.28	0.24	0.23	0.24
15	0.25	0.26	0.2	0.2
16	0.21	0.26	0.24	0.23
17	0.24	0.25	0.19	0.18
18	0.24	0.26	0.24	0.22
19	0.27	0.27	0.22	0.16
20	0.21	0.23	0.22	0.22
21	0.24	0.22	0.21	0.18
22	0.26	0.22	0.25	0.18
23	0.24	0.21	0.22	0.21
24	0.22	0.27	0.17	0.19
25	0.25	0.25	0.23	0.23
26	0.24	0.25	0.22	0.21
27	0.25	0.3	0.24	0.23
28	0.27	0.29	0.22	0.22
29	0.27	0.28	0.23	0.17
30	0.27	0.24	0.23	0.21
Rata-rata	0.239	0.247	0.215	0.204

Pada percobaan pertama cacat *sink marks* HDPE daur ulang dibagian *near* 0,226 mm dan *far gate* 0,236 mm dan pada percobaan ke 25 nilai *sink marks* dibagian *near* sebesar 0,199 mm dan *far* 0,209. Hal ini membutuhkan bahwa pada bagian *near gate* di percobaan 1 dan percobaan 25 nilai *sink mark* lebih kecil dibandingkan dengan bagian *far gate* dikarenakan bagian *near* adalah bagian terdekat dengan *gate* yang pertama kalinya masuk cairan plastik sedangkan cairan plastik untuk menuju bagian *far* tekanan injeksi sudah mulai berkurang sehingga mengakibatkan pada bagian ini nilai *sink marks*nya lebih besar dibandingkan dengan bagian *near* (tabel 7-8).

**Analisa variasi parameter proses minimum dan maksimum *sink marks* HDPE daur ulang.**

Pengaturan parameter proses pada pembuatan produk plastik sangatlah menentukan hasil akhir dari suatu produk plastik (tabel 9-10).

**Tabel 9.** Variasi Parameter Pada percobaan ke 25

Parameter proses dengan cacat <i>sink marks</i> terkecil (Minimum)				
Variasi				
Faktor	A	B	C	D
No. Percobaan	Holdin g Time (s)	Holdin g pressur e (Bar)	Back Pressur e (Bar)	Injectio n Pressur e (Bar)
25	4	110	17	136

**Tabel 10.** Variasi Parameter Pada percobaan ke 1

Parameter proses dengan cacat <i>sink marks</i> terbesar (Maksimum)				
Variasi				
Faktor	A	B	C	D
No. Percobaan	Holdin g Time (s)	Holdin g pressur e (Bar)	Back Pressur e (Bar)	Injectio n Pressur e (Bar)
1	3	100	15	136

**Analisa Variasi Parameter Proses Dengan Cacat *Sink Marks* Terkecil (Minimum) HDPE Daur Ulang**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter proses optimal untuk meminimalkan cacat *sink marks* diperoleh pada percobaan ke 25 berdasarkan desain faktorial yaitu dengan variasi *holding time* level 3, *holding pressure* level 3, *Back pressure* pada level 2, dan *injection pressure* pada level 2. Berdasarkan variasi tersebut diperoleh hasil yang optimal untuk parameter HDPE Daur ulang (HDPE Sampah Masyarakat). Hal ini dikarenakan pada *holding time* selama 4 detik dengan produk spesimen multipurpose sudah cukup besar dan pada *holding pressure* pada 110 bar bekerja berdasarkan dengan *holding time*. Oleh karena itu, tingkat kepadatan dari suatu produk plastik sudah cukup sehingga dapat mengurangi cacat *sink marks*, akan tetapi apabila durasi *holding pressure* bekerja terlalu lama maka akan mengakibatkan produk terlalu padat dan susah di lepas dari cetakan sehingga akan menambah waktu produksi sebaliknya apabila jika nilai *setting holding time* terlalu kecil, maka proses *holding* menjadi tidak sempurna dan muncul cacat pada produk kurang.



**Gambar 2.** Foto Optik Makro HDPE Daur Ulang Minimum *Sink Marks* percobaan 25

Gambar 2 menjelaskan tentang foto produk plastik dalam ukuran makro pada percobaan ke 25 didapatkan dengan melakukan pengukuran menggunakan mikroskop *olympus* didapatkan dengan nilai *sink marks* sebesar 0,378 mm, dibandingkan pengukuran dengan menggunakan *dial gauge* diperoleh dengan perhitungan rata-rata nilai *sink marks* sebesar 0,2 mm lebih kecil dibanding dengan pengukuran menggunakan mikroskop *olympus*.

**Analisis Variasi Parameter Proses Dengan Cacat Sink Marks Terbesar (Maksimum) Pada HDPE Daur Ulang**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada percobaan pertama parameter proses diatas adalah parameter proses yang kurang optimal atau masih terdapat cacat *sink marks* yang masih besar dikarenakan *Injection pressure* dengan level 1 dengan tekanan sebesar 136 bar adalah tekanan yang pas untuk produk spesiment multipurpose dikarenakan apabila *injection pressure* pada 140 bar atau tekanan ini adalah tekanan maksimal pada mesin injeksi yang digunakan dalam penelitian sehingga apabila terlalu besar akan mengakibatkan cacat *flashing* atau material melebihi *cavity* tetapi apabila terlalu kecil maka material plastik yang sudah meleleh tidak terisi secara maksimal sehingga tingkat kepadatan berkurang. Akan tetapi *holding time* dan *holding pressure* masih pada level pertama sehingga tingkat kepadatan produk masih kutang maksimal. Oleh karena itu pada variasi parameter proses percobaan pertama ini menyebabkan cacat *sink marks* terlalu besar. *Holding time* sangat erat hubungannya dengan *holding pressure*. Hal ini disebabkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *holding pressure* adalah pengaturan *holding time*.



**Gambar 3.** Foto Optik Makro HDPE Daur Ulang Maksimum *Sink Marks* Percobaan 1

Gambar 3 menjelaskan tentang foto optik makro pada produk plastik percobaan ke 1, dimana terdapat perbedaan pembacaan yaitu pada pengukuran dan perhitungan dengan *dial gauge* menggunakan metode rata-rata diperoleh nilai *sink marks* sebesar 0,314 mm sedangkan pada pengukuran dengan menggunakan mikroskop *olympus* 0,416 mm.

**Analisa Pengaruh Setiap Faktor Parameter Terhadap Cacat Sink Mark**

Berdasarkan perhitungan menggunakan S/N ratio (Tabel 11) semakin kecil, semakin baik pengaruh parameter terbesar dengan setiap levelnya untuk mengurangi cacat *sink marks* yaitu parameter *holding time* dikarenakan *holding time* adalah parameter proses yang menentukan lamanya parameter *holding pressure* bekerja. Berikut adalah tabel ranking setiap parameternya:

Diketahui : Standart deviasi ( $\sigma$ ) = 0,045 mm  
 Rata-rata ( $y$ ) = 0,32 mm

Ditanyakan :  $\eta_1$  (s/n ratio).....?

Penyelesaian :

$$\eta_1 = -10 \text{ Log}_{10} (\sigma_1^2 + y_1^2)$$

$$\eta_1 = -10 \text{ Log}_{10} (0,045^2 + 0,32^2)$$

$$\eta_1 = -1,23816667 \text{ dB}$$

**Tabel 11.** Perhitungan S/N ratio

No. Percobaan	Rata-rata (mm)	Standart Deviasi (mm)	S/N Ratio (dB)
1	0,32	0,045	-1,043
2	0,296	0,043	-0,895
3	0,30	0,055	-0,928
4	0,31	0,047	-1,005
5	0,290	0,041	-0,859
6	0,289	0,035	-0,849
7	0,256	0,028	-0,662
8	0,249	0,035	-0,631
9	0,237	0,026	-0,569

Rata-rata respon untuk tiap faktor adalah sebagai berikut:  
 Pengaruh faktor A

$$A_1 = \{(-1,043) + (-0,895) + (-0,928)\} / 3 = -0,955 \text{ dB}$$

$$A_2 = \{(-1,005) + (-0,859) + (-0,849)\} / 3 = -0,904 \text{ dB}$$

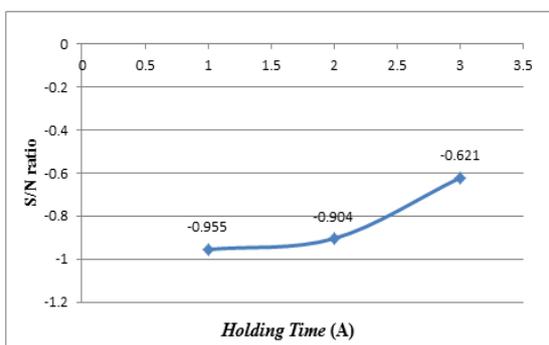
$$A_3 = \{(-0,662) + (-0,631) + (-0,569)\} / 3 = -0,621 \text{ dB}$$

Selisih  
 $= A_3 - A_2 - A_1$   
 $= (-0,621 \text{ dB}) - (-0,904 \text{ dB}) - (-0,955 \text{ dB})$   
 $= 1,239 \text{ dB}$

**Tabel 12.** Ranking untuk setiap parameter

Level	Holding Time (A)	Holding pressure (B)	Back Pressure (C)	Injection Pressure (D)
Level 1	-0.955	-0.904	-0.841	-0.824
Level 2	-0.904	-0.795	-0.823	-0.802
Level 3	-0.621	-0.782	-0.816	-0.855
Selisih	1.239	0.917	0.848	0.771
Ranking	1	2	3	4

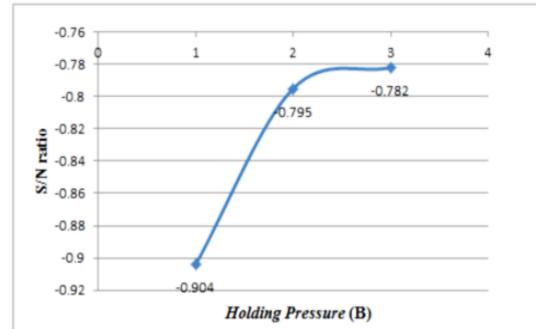
Tabel 12 menjelaskan tentang peringkat pengaruh terbesar parameter dengan masing-masing tiga level untuk mengurangi cacat *sink marks*. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan S/N ratio diperoleh pengaruh terbesar terdapat pada parameter proses *holding time* kemudian diikuti oleh *holding pressure*, *back pressure*, dan *injection pressure*.



**Gambar 4.** Grafik S/N ratio parameter *Holding time*

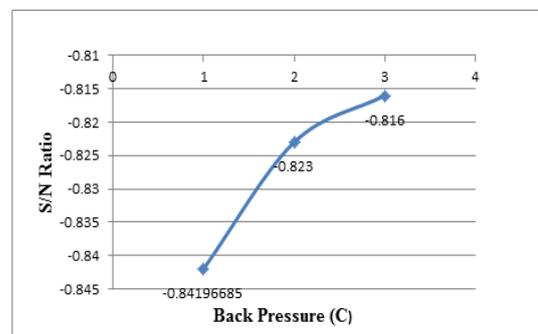
Gambar 4 menjelaskan tentang hubungan faktor A setiap levelnya terhadap S/N ratio. Berdasarkan gambar diatas faktor A mengalami kenaikan yang besar dari level 1 hingga level 3 dengan selisih 1,240949506,

sehingga pada faktor ini adalah faktor yang pertama yang pengaruhnya besar untuk meminimalkan cacat *sink mark*.

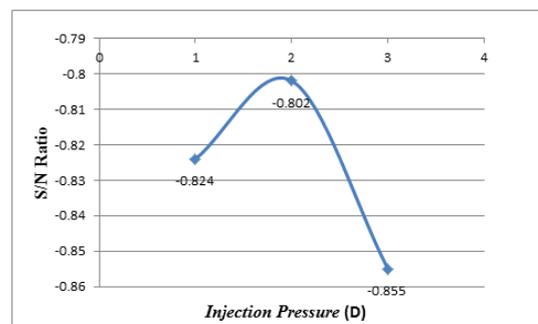


**Gambar 5.** Grafik S/N ratio parameter *Holding Pressure*

Gambar 5 menjelaskan tentang hubungan faktor B setiap levelnya terhadap S/N ratio. Berdasarkan gambar diatas faktor B mengalami kenaikan yang besar dari level 1 hingga level 2 akan tetapi pada level 2 hingga level 3 mengalami kenaikan yang relatif kecil dengan selisih keseluruhan 0,917371667, sehingga pada faktor ini adalah faktor yang kedua yang pengaruhnya besar untuk meminimalkan cacat *sink mark* dikarenakan faktor B bekerja berdasarkan lama waktu yang diatur pada faktor A.



**Gambar 6.** Grafik S/N ratio parameter *Back Pressure*



**Gambar 7.** Grafik S/N ratio parameter *Injection Pressure*

Gambar 6 menjelaskan tentang hubungan mengalami kenaikan yang relatif kecil dengan selisih kesuluruhan 0,848691173, sehingga pada faktor ini adalah faktor yang ketiga yang pengaruh untuk meminimalkan cacat *sink mark* dibandingkan dengan faktor A dan faktor B.

Gambar 7 menjelaskan tentang hubungan faktor D setiap levelnya terhadap S/N ratio. Berdasarkan gambar diatas faktor D mengalami kenaikan yang relatif kecil dengan selisih kesuluruhan 0,770910802 akan tetapi, pada level 3 mengalami penurunan yang besar sehingga pada faktor ini adalah faktor yang terakhir yang pengaruh untuk meminimalkan cacat *sink mark* dibandingkan dengan faktor A, faktor B, dan faktor C .

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan metode *mean* (rata-rata) untuk mengoptimalkan parameter proses guna memperoleh minimum *sink marks* pada HDPE daur ulang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi optimal pada HDPE daur ulang dimana dengan menggunakan DOE (*Design of Experiment*) dengan menggunakan perhitungan *mean* diperoleh kondisi optimal pada HDPE daur ulang (Sampah masyarakat) yaitu dengan nilai minimum *sink marks* sebesar 0,2 mm dan kondisi nilai *sink marks* terbesar adalah 0,314 mm.
2. Pengaturan parameter proses yang sesuai dengan HDPE daur ulang (HDPE sampah masyarakat) dengan variasi 3 level pada setiap parameter diperoleh parameter yang sesuai yaitu dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter proses optimal untuk meminimalkan cacat *sink marks* diperoleh pada percobaan ke 25

faktor C setiap levelnya terhadap S/N ratio. Berdasarkan gambar diatas faktor C berdasarkan desain faktorial yaitu dengan variasi *holding time* level 3, *holding pressure* level 3, *Back pressure* pada level 2, dan *injection pressure* pada level 2.

#### Daftar Pustaka

- Ahmed Mohamed,Omar. dkk. 2016. "Investigation On Warpage And Sink Mark For Injection Moulded Parts Using Taguchi Method". *University of technology, melbourne, Australia*.
- Kamaruddin, dkk. 2011. "Experimental Investigation On Th Recycled HDPE And Optimization Of Injection Moulding Process Parameters Via Taguchi Method". *International Journal of mechanical and materials engineering (IJMME)*, Vol. 6 (2011), No. 1, 81-91.
- Malloy, Robert A. 1994. *Plastic Part Design For Injection Moulding*. New York : Hanser Publisher, Munich Vienna New York.
- Mathivanan.D. dkk. 2010."Minimization of sink mark defects in injection molding proses Taguchi approach". *International Journal Of Engineering, Science And Technology*, Vol. 2, No. 2, 2010, Pp 13-22.
- Rahman Hakim, Arif. 2016." Pengaruh Suhu, Tekanan, Dan Waktu Pendinginan Terhadap Cacat Warpage Produk Berbahan Plastik" Kepulauan Batam Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau Kepulauan Batam.
- Sugondo, Amelia.2008. "Kajian Pengaruh Ketebalan Pada kualitas dan Mampu Bentuk Dengan Menggunakan Simulasi Pada proses Injection Molding". Seminar Nasional Teknik Mesin, Surabaya.
- Soejanto, Irwan. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.