

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

**TUGAS AKHIR**

**Dianjukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Srata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :  
Wiwin Irmawan  
20130130261**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2017**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

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

DISUSUN OLEH :

Wiwin Irmawati

20130130261

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 20 Juli 2017

Susunan Tim Penguji

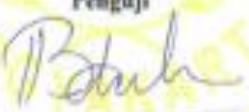
Dosen Pembimbing I

Cahyo Budiyanto, S.T., M.Sc  
NIK: 19711023201507123083

Dosen Pembimbing II

  
Harini Sosiati, Ph.D  
NIK: 19591220201510123088

Penguji

  
Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng  
NIK: 19790523 200501 1 001

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 25 Agustus 2017

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
Novi Caroko, S.T., M.Eng  
NIP: 197911132005011001

## **HALAMAN PERNYATAAN**

**Penulis menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya penulis dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.**

**Yogyakarta, 25 Agustus 2017**

**Wiwin Irmawan**

## **Halaman Persembahan**

Bismillahirrohmanirohmanirrohim

Dengan Rahmat Allah SWT yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, dengan ini saya persembahkan karya kecil ini kepada:

1. Bapak dan ibu saya, bapak Dase'an dan ibu Casniti yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan yang telah diberikan selama ini. Karya kecil ini saya persembahkan sebagai tanda bukti , rasa hormat, dan rasa terima kasih saya kepada mereka. Semoga ini sebagai langkah awal untuk bisa membahagiakan mereka, karena selama ini belum bisa berbuat lebih.
2. Kepada mas dan mbak saya ,mas Sayoga, mbak Dwi wuryanti, dan mas Tri Lugianto, saya ucapan terima kasih karena dukungan mereka sehingga saya bisa melanjutkan pendidikan yang lebih lanjut.
3. Kepada SDL saya ucapan terima kasih atas doa dan semangatnya sehingga saya bisa menyelesaikan karya kecilku ini.
4. Kepada Arlian (Uyung) saya ucapan terima kasih atas bantuan dan waktu sharing untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada teman – teman seperjuangan yang atas semangat kalian candaan kalian, aku tak akan melupakan kalian. Karena kalian adalah teman sekaligus keluargaku disini.

## **Intisari**

Pengaturan parameter proses injeksi sangat erat hubungannya dengan hasil suatu produk plastik. Pengaturan parameter yang kurang sempurna akan menyebabkan adanya / terbentuknya cacat pada hasil akhir suatu produk plastik. Salah satu jenis cacat yang ditimbulkan adalah *sink mark*. Untuk mendapatkan kondisi yang optimal pada proses *injection molding* berupa pengaturan parameter proses untuk mengurangi cacat *sink mark* yaitu dengan menggunakan pendekatan metode DOE (*Design Of Experiment*) Taguchi.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode DOE Taguchi untuk memvariasikan parameter proses yang telah dipilih. Metode Taguchi menggunakan seperangkat matriks khusus yang disebut Matriks orthogonal. Matriks standart ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Setiap parameter yang digunakan mempunyai 3 variasi yang disebut dengan level. Parameter yang digunakan yaitu *holding time*, *holding pressure*, *back pressure*, dan *injection pressure* masing-masing parameter mempunyai 3 variasi level yaitu level 1, level 2, dan level 3.

Hasil produk plastik yang diperoleh dari bahan baku HDPE daur ulang banyak menghasilkan cacat produk dibandingkan produk plastik yang menggunakan HDPE baru. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa untuk mengurangi cacat *sink marks* pada HDPE daur ulang berdasarkan desain faktorial yaitu dengan variasi *holding time* level 3, *holding pressure* level 3, *Back pressure* level 2, dan *Injection pressure* level 1 yaitu *holding time* 4 s, *holding pressure* 110 bar, *back pressure* 17 bar, dan *injection pressure* 136 bar, diperoleh nilai *sink marks* minimum sebesar 0,2 mm.

**Kata Kunci : HDPE ,DOE Taguchi, Sink marks**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya tidak ketinggalan Shalawat dan salam selalu kita limpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Pada HDPE *Recycle* Material Untuk Memperoleh Minimum *Sink Marks* Menggunakan Pendekatan Metode DOE (*Design Of Experiment*) Taguchi”. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi yang optimal pada proses *injection molding* berupa parameter proses untuk mengurangi cacat *sink mark* dengan menggunakan pendekatan Metode DOE dan mengetahui parameter proses yang optimal untuk HDPE *recycle*.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan disebabkan karena kelemahan serta keterbatasan kemampuan dari penulis, namun penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga bisa menjadi masukan bagi kami guna penyusunan karya-karya selanjutnya. Semoga Allah *subhanahu wa ta'ala* senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, hidayah serta taufiq-Nya kepada kita semua sehingga kita senantiasa mendapat petunjuk-Nya.

Yogyakarta, Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan dan Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 <i>Injection Molding</i> .....	7
2.2.2 Bagian- Bagian Mesin <i>Injection Molding</i> .....	8
2.2.3 Parameter Pada Mesin <i>Injection Molding</i> .....	8
2.2.4 Cacat Benda Kerja Pada <i>Injection Molding</i> .....	10
2.2.5 <i>Sink Marks</i> .....	11
2.2.6 <i>High Density Polyethilene</i> (HDPE) .....	12
2.2.7 <i>Design of Experiment</i> .....	13

2.2.8 Metode Taguchi .....	14
2.2.9 Matrik Orthogonal .....	15
2.2.10 S/N ratio.....	15
2.2.11 <i>Coefficient of Variant</i> .....	16
2.2.12 Standart Deviasi.....	16

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.1.1 Alat Penelitian .....	18
3.2 Bahan Penelitian.....	22
3.3 Penentuan variasi dengan DOE ( <i>Design Of Eksperiment</i> ) Taguchi.....	23
3.3.1 Penentuan Parameter .....	23
3.3.2 Desain Faktorial.....	28
3.4 Faktor Noise .....	29
3.5 Pembuatan Produk .....	30
3.6 Tahap Pengukuran Spesimen (Produk plastik) .....	31
3.6.1 Pengukuran <i>Longitudinal</i> .....	32
3.6.2 Pengukuran <i>Transversal</i> .....	32
3.6.3 Pengukuran Mikroskop <i>Olympus</i> .....	33
3.6.4 Pengukuran <i>Near gate</i> dan <i>Far gate</i> .....	34
3.6.5 Diagram Alir Penelitian .....	35

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	36
4.1.1 Hasil Perhitungan Nilai <i>Sink Mark</i> Arah <i>Longitudinal</i> HDPE Daur Ulang .....	36
4.1.2 Hasil Perhitungan Nilai <i>Sink Mark</i> Arah <i>Transversal</i> .....	38
4.1.3 Perbandingan Nilai <i>Sink Mark</i> Arah <i>Transversal</i> dan <i>Longitudinal</i> .....	40
4.1.4 Analisa Pada Bagian <i>Near gate</i> Dan <i>Far gate</i> .....	40
4.2 Analisa variasi Parameter Proses Minimum dan Maksimum <i>Sink Marks</i> HDPE Daur Ulang .....	43

4.2.1 Analisa Variasi Paramter Proses Dengan Cacat <i>Sink Mark</i> Terkecil (Minimum) HDPE Daur Ulang .....	44
4.2.2 Analisa Variasi Parameter Proses Dengan cacat <i>Sink Marks</i> Tersebar (Maksimum) Pada HDPE Daur Ulang .....	46
4.2.3 Analisa Pengaruh Setiap Faktor Parameter Terhadap Cacat <i>Sink Mark</i> ....	48

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 SARAN .....	55

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	56
-----------------------------	----

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin <i>Injection molding</i> .....	7
Gambar 2.2 <i>Screw</i> di dalam barel .....	8
Gambar 2.3 Gambar cacat <i>Sink marks</i> .....	11
Gambar 3.1 Mesin <i>Injection Molding</i> .....	18
Gambar 3.2 <i>Dial Indicator</i> .....	19
Gambar 3.3 <i>Thermoreader Infrared</i> .....	20
Gambar 3.4 Mikroskop <i>Olympez sz 61</i> .....	21
Gambar 3.5 Perangkat Lunak Minitab 16 .....	21
Gambar 3.6 <i>Mold Release</i> .....	22
Gambar 3.7 Bijih Plastik HDPE.....	22
Gambar 3.8 Lambang plastik HDPE.....	23
Gambar 3.9 Grafik Hubungan Waktu Penahanan dengan Massa Produk .....	27
Gambar 3.10 Spesimen <i>Multipurpose</i> .....	31
Gambar 3.11 Pengukuran arah <i>longitudinal</i> .....	32
Gambar 3.12 Pengukuran <i>Transversal</i> Bagian 1 .....	32
Gambar 3.13 Pengukuran Transversal Bagian 2.....	33
Gambar 3.14 Pengukuran Transversal Bagian 3.....	33
Gambar 3.15 Pengukuran Dengan mikroskop <i>Olympus</i> .....	34
Gambar 3.16 Pengukuran <i>near gate</i> dan <i>far gate</i> .....	34
Gambar 3.17 Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 4.1 Arah Gerak Pengukuran <i>Longitudinal</i> .....	37
Gambar 4.2 Grafik Standart Deviasi Percobaan 1 dan Percobaan 9 arah <i>Longitudinal</i> .....	37
Gambar 4.3 Bagian – Bagian Pengukuran <i>Transversal</i> .....	37
Gambar 4.4 Arah Gerak pengukuran <i>Transversal</i> .....	39
Gambar 4.5 Grafik Standart Deviasi percobaan 1 dan percobaan 9 arah <i>Transversal</i> .....	39
Gambar 4.6 Grafik Standart Deviasi percobaan 1 dan percobaan 9 pada bagian <i>near gate</i> dan <i>far gate</i> .....	42

Gambar 4.7 <i>Sink Mark Indeks</i> .....	43
Gambar 4.8 <i>Pressure at and of fill</i> .....	43
Gambar 4.9 Foto optik Makro HDPE Daur Ulang Minimum Sink Marks percobaan 9 .....	46
Gambar 4.10 Foto optik Makro HDPE Daur Ulang Minimum Sink Marks percobaan 1 .....	47
Gambar 4.11 Grafik S/N ratio parameter <i>Holding time</i> .....	51
Gambar 4.12 Grafik S/N ratio parameter <i>Holding Pressure</i> .....	51
Gambar 4.13 Grafik S/N ratio parameter <i>Back pressure</i> .....	52
Gambar 4.14 Grafik S/N ratio parameter <i>Injection Pressure</i> .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisis dan sifat <i>thermal</i> HDPE .....	13
Tabel 3.1 Spesifikasi mesin injeksi Meiki 70 B.....	18
Tabel 3.2 Sifat fisis dan sifat <i>thermal</i> HDPE.....	24
Tabel 3.3 <i>Material Safety Data Sheet (MSDS)</i> HDPE .....	24
Tabel 3.4 <i>Trial Holding Time</i> .....	26
Tabel 3.5 Parameter dan level masing-masing .....	28
Tabel 3.6 Faktor dan variasi setiap percobaan .....	28
Tabel 3.7 Perbandingan pembacaan suhu .....	29
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dan perhitungan Besarnya <i>Sink Marks</i> Pada Arah <i>Longitudinal</i> .....	36
Tabel 4.2 Standar deviasi dan <i>coefisien of varian</i> pengukuran <i>longitudinal</i> .....	37
Tabel 4.3 Pengukuran dan perhitungan Besarnya <i>Sink Marks</i> Pada arah <i>Transversal</i> .....	38
Tabel 4.4 Standar deviasi dan <i>coefisien of varian</i> pengukuran <i>transversal</i> .....	39
Tabel 4.5 Pengukuran dan perhitungan bagian <i>near gate</i> dan <i>far gate</i> .....	41
Tabel 4.6 Standar deviasi dan <i>coefisien of varian</i> pengukuran <i>near gate</i> dan <i>far gate</i> .....	41
Tabel 4.7 Variasi parameter pada percobaan ke 9 .....	44
Tabel 4.8 Variasi parameter pada percobaan ke 1 .....	44
Tabel 4.9 Perhitungan S/N ratio.....	48
Tabel 4.10 Ranking untuk setiap parameter.....	50

## **DAFTAR NOTASI dan SINGKATAN**

<i>As</i>	= <i>Luas Screw</i>	(mm <sup>2</sup> )
<i>Ah</i>	= <i>Luas Hydrolic</i>	(mm <sup>2</sup> )
$\alpha$	= <i>Thermal Diffusity Bahan</i>	(mm <sup>2</sup> /s)
<i>Cv</i>	= Koefisien Variasi	(%)
DOE	= <i>Design of Experiment</i>	
HDPE	= <i>High Density polyethylene</i>	
<i>Ph</i>	= <i>Pressure Hydrolic</i>	(bar)
<i>Ps</i>	= <i>Pressure Screw</i>	(bar)
<i>S</i>	= <i>Cooling Time minimum</i>	(sec)
$\sigma$	= Standart deviasi	(mm)
<i>t</i>	= <i>Tebal Part</i>	(mm)
<i>Tr</i>	= <i>Ejection Temperatur dari Part</i>	(°C)
<i>Tm</i>	= <i>Suhu Mold</i>	(°C)
<i>Tc</i>	= <i>Suhu Silinder</i>	(°C)
<i>Y</i>	= <i>Rata-rata hasil</i>	(mm)