



**PENGARUH VARIASI TEKANAN, WAKTU TAHAN DAN  
WAKTU INJEKSI PROSES *INJECTION MOULDING*  
TERHADAP CACAT PENYUSUTAN (*SHRINKAGE*) DAN  
KEKUATAN TARIK PADA CAMPURAN *POLYPROPYLENE*,  
*POLYETHYLENE*, DAN *POLYSTYRENE***

**SKRIPSI**

Oleh  
**Abrianto Puja Kesuma**  
**NIM 091910101014**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT serta dengan tulus ikhlas dan segala kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rizki dan hidayahnya yang telah diberikan, serta kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.
2. Keluargaku, Ayahanda tercinta Suhadi dan Ibunda tercinta Marinten atas segala do'a, dukungan semangat dan materil. Adikku tersayang Nita Dwi Kesuma yang tak henti-hentinya memberi semangat, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insan manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
3. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T., selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Mahros Darsin, S.T., MSc., selaku dosen penguji II.
4. Semua guruku dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
5. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.

## MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka  
mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

(terjemahan Surat Ar-Ra'd ayat 11)

Kasih ibu adalah bahan bakar yang memungkinkan manusia biasa melakukan hal  
yang luar biasa.

(Merion C. Garrety)

Live as if you were to die tomorrow. Learn as if you were to live forever.

(Mahatma Gandhi)

Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not  
to stop questioning.

(Albert *Einstein*)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Abrianto Puja Kesuma**

NIM : **091910101014**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Pengaruh Variasi Tekanan, Waktu Tahan dan Waktu Injeksi Proses *Injection Moulding* Terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) dan Kekuatan Tarik pada Campuran *Polypropylene*, *Polyethylene*, dan *Polystyrene*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 05 Juli 2013  
Yang menyatakan,

Abrianto Puja Kesuma  
NIM. 091910101014

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI TEKANAN, WAKTU TAHAN DAN  
WAKTU INJEKSI PROSES *INJECTION MOULDING* TERHADAP  
CACAT PENYUSUTAN (*SHRINKAGE*) DAN KEKUATAN TARIK  
PADA CAMPURAN *POLYPROPYLENE*, *POLYETHYLENE*, DAN  
*POLYSTYRENE***

Oleh

Abrianto Puja Kesuma

091910101014

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Tekanan, Waktu Tahan, dan Waktu Injeksi Proses *Injection Moulding* terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) dan Kekuatan Tarik pada Campuran *Polypropylene*, *Polyethylene*, dan *Polystyrene*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Jumat, 05 Juli 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.  
NIP. 19691201 199602 1 001

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.  
NIP. 19600812 199802 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T.  
NIP. 19670924 199412 1 001

Mahros Darsin S.T., MSc.  
NIP. 19700322 199501 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Variasi Tekanan, Waktu Tahan dan Waktu Injeksi Proses *Injection Moulding* Terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) dan Kekuatan Tarik pada Campuran *Polypropylene*, *Polyethylene*, dan *Polystyrene*;**  
Abrianto Puja Kesuma, 091910101014: 104 Halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Proses *injection moulding* adalah proses pembentukan produk dengan cara memasukkan atau menginjeksikan material ke dalam cetakan yang tertutup rapat dengan tekanan dan kecepatan tertentu. *Injection moulding* merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam pembuatan plastik sebagai bahan dasar pembuatan peralatan rumah tangga, peralatan elektronik, bungkus makanan sampai komponen otomotif.

Penelitian ini memfokuskan tentang tekanan injeksi, waktu tahan dan waktu injeksi terhadap kekuatan tarik dan cacat penyusutan pada campuran polipropilena 50%, polietilena 30%, dan polistirina 20%. Dengan memvariasikan tekanan injeksi sebesar 6 bar, 7 bar dan 8 bar, variasi waktu tahan sebesar 2 detik, 3 detik dan 4 detik dan 5 detik. Serta variasi waktu injeksi sebesar 4 detik, 5 detik dan 6 detik dan 7 detik.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji bahan dan bengkel produksi, jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Dari hasil penelitian didapat bahwa peningkatan tekanan injeksi, waktu tahan dan waktu injeksi meningkatkan kekuatan tarik pada campuran polipropilena 50%, polietilena 30% dan polistirina 20%. Hal ini dikarenakan semakin besar tekanan injeksi, waktu tahan, dan waktu injeksi yang digunakan maka spesimen yang terbentuk semakin padat serta aliran material terdistribusi secara merata sehingga dapat memperbesar kekuatan tarik. Selain itu, peningkatan tekanan injeksi, waktu tahan dan waktu injeksi menurunkan persentase cacat penyusutan pada campuran polipropilena 50%, polietilena 30% dan polistirina 20%. Hal tersebut disebabkan oleh lelehan material yang dihasilkan tidak terdistribusi secara merata dan campuran terdiri

dari tiga material yang berbeda yang menyebabkan ketidak homogenan pada campuran polipropilena, polietilena dan polistirina.



## SUMMARY

*Influence of Injection Pressure, Holding Time and Inject Time at Injection Moulding Process Variation towards Shrinkage and Tensile Strength of Mixture of Polypropylene, Polyethylene and Polystyrene; Abrianto Puja Kesuma, 091910101014: 104 pages; Bachelor of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.*

*Injection moulding process is a product bend process with a way to put in or inject material into mould that fully closed with a fixed pressure and speed. Injection molding is the most widely used in the manufacture of plastics as a base for the manufacture of household appliances, electronic equipment, food packs to automotive components.*

*In this research, it is focus on injection pressure, holding time and inject time to tensile strength and shrinkage on mixture polypropylene 50 %, polyethylene 30% and polystyrene 20%. It's with a variations of injection pressures which is 6 bar, 7 bar and 8 bar , a variations of holding time which is 2 second, 3 second, 4 second and 5 second and a variations of inject time which is 4 second, 5 second, 6 second and 7 second.*

*This research have been done in material test laboratory and production workshop, Mechanical Engineering, Malang Negeri Polytechnic. From this research is found that injection pressure, holding time and inject time phase can increased tensile strength on mixture polypropylene 50%, polyethylene 30% and polystyrene 20%. It caused by more injection pressure, holding time and inject time used will be more solid for speciment, as well as material flow evenly distributed so as to make higher for tensile strength. Besides, increased injection pressure, injection time and holding time reduced the percentage of shrinkage defects in the mix polypropylene 50%, polyethylene 30% and polystyrene 20%. It is caused by molten material produced is not evenly distributed and the mixture consists of three different materials that cause the mixture inhomogeneity polypropylene, polyethylene and polystyrene.*

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan membuat penulis lebih kuat dan menatap setiap hal yang penuh optimis dan berfikir positif, dalam menunjang kemampuan penulis dalam menajalani persaingan globalisasi kerja nantinya.

Skripsi ini berjudul “Pengaruh Variasi Tekanan, Waktu Tahan dan Waktu Injeksi Proses *Injection Moulding* terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) dan Kekuatan Tarik pada Campuran *Polypropylene*, *Polyethylene*, dan *Polystyrene*”. Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ayahanda tercinta Suhadi dan Ibunda tercinta Marinten atas segala do'a, dukungan semangat dan materil. Adikku tersayang Nita Dwi Kesuma yang tak henti-hentinya memberi semangat, serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T., selaku dosen pembimbing anggota yang selalu memberikan ide, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Mahros Darsin, S.T., MSc., selaku dosen penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.

5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Bapak Rafiq, selaku teknisi di laboratorium uji bahan dan bengkel produksi, jurusan teknik mesin, Politeknik Negri Malang yang telah membantu dan memberikan saran-saran pada saat penelitian berlangsung.
7. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan banyak dukungan Dana, Alvin, Hefa (Cak ji), Resha, Wape, Uwik (Bogang), Heru (Paimo), Jrenk, Tower, Gendut, Adit, Viktor, Ucup, Sandi (Tompel), Dimas, Lukman, Dedi, Manda, Memed, Hanry, Ifan, Febri, Dimas Sugiono, Bob, Antok, Beta, Rio, Sugeng, Riyan, Tuwek, Ade, Erfani, Teguh, Jayeng, Yudi, Deri, Febri Cengel, Justin, Beslin, Poncol, Firman Kenyeh, Firman Wahyu, Erik, Arif, Faqih, dan teman-teman yang lain yang telah banyak membantu selama 4 tahun perkuliahan dan selalu menjunjung tinggi solidaritas.
8. Semua teman satu kontraan Ahmad Ulin Nuha, Hadi dan Hefa yang telah memberi semangat, memberikan doa dan motivasi kepada saya.
9. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sebagai manusia yang tak lepas dari kekhilafan dan kekurangan, oleh karena itu diharapkan adanya kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini dan penelitian berikutnya yang berkaitan dengan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya.

Jember, Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUT.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 <i>Injection Moulding</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Parameter Proses <i>Injection Moulding</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Plastik.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 <i>Polypropylene</i>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 <i>Polyethylene</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 <i>Polystyrene</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.7 Pengujian Tarik .....</b>	<b>18</b>
2.7.1 Regangan Normal .....	20

2.7.3 Kurva Tegangan Regangan.....	20
<b>2.8 Penyusutan (<i>Shrinkage</i>).....</b>	<b>21</b>
<b>2.9 Pengolahan Data dengan Regresi.....</b>	<b>23</b>
2.9.1 Uji Distribusi Normalitas.....	23
2.9.2 Uji Homogenitas.....	25
2.9.3 Uji Multikolinieritas.....	26
2.9.4 Uji Linieritas.....	27
2.9.5 Uji Autokorelasi.....	28
2.9.6 Analisis Regresi.....	29
1. Uji Kesesuaian Model.....	30
2. Uji Individual (Uji T).....	32
3. Pemodelan Regresi.....	32
<b>2.10 Hipotesa.....</b>	<b>33</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>34</b>
3.2.1 Alat.....	34
3.2.2 bahan.....	35
<b>3.3 Pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>35</b>
3.3.1 Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas.....	35
3.3.2 Pemilihan Parameter.....	36
3.3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	36
<b>3.4 Pengukuran Parameter.....</b>	<b>37</b>
3.4.1 Kekuatan Tarik.....	37
3.4.2 <i>Shrinkage</i> .....	38
<b>3.5 Flow Chart penelitian.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6 Penyajian Data.....</b>	<b>40</b>
<b>3.7 Skema Alat Uji.....</b>	<b>41</b>
<b>3.8 Jadwal pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>42</b>

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	43
<b>4.1 Data Percobaan</b> .....	43
4.1.1 Data Hasil Pengujian.....	43
4.1.2 Data Kekuatan Tarik dan <i>Shrinkage</i> .....	47
<b>4.2 Analisis Kekuatan Tarik dan <i>Shrinkage</i></b> .....	50
4.2.1 Uji Distribusi Normalitas.....	50
4.2.2 Uji Homogenitas .....	53
4.2.3 Uji Multikolinearitas .....	54
4.2.4 Uji Linearitas .....	55
4.2.5 Uji Autokorelasi.....	56
4.2.6 Uji Heterokedastisitas .....	57
4.2.7 Uji Kesesuaian Model (Uji F).....	59
4.2.8 Uji Individual (Uji T).....	60
4.2.9 Pemodelan Regresi ( $R^2$ ).....	62
<b>4.3 Pembahasan</b> .....	66
4.3.1 Pembahasan Kekuatan Tarik.....	66
4.3.2 Perbandingan Nilai Kekuatan Tarik.....	69
4.3.3 Pembahasan <i>Shrinkage</i> .....	73
4.3.4 Perbandingan Persentase <i>Shrinkage</i> .....	78
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	80
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	80
<b>5.2 Saran</b> .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	83
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Unit Mesin <i>Injction Moulding</i> .....	6
2.2 Skema Proses <i>Injection Moulding</i> .....	8
2.3 Kurva Tegangan Regangan Bahan Polimer.....	21
2.4 Arah Penyusutan .....	22
2.5 Penyusutan Aksial dan Radial dalam Arah Aliran Plastik.....	22
3.1 Mesin <i>Injection Molding</i> .....	34
3.2 Spesimen Uji <i>Tarik</i> ASTM D 638-1 .....	36
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	39
3.4 Skema Alat Uji.....	41
4.1 Grafik <i>normal P-P of regression standardized residual</i> (Kekuatan Tarik) ....	52
4.2 Grafik <i>normal P-P of regression standardized residual</i> ( <i>Shrinkage</i> ).....	52
4.3 Grafik <i>scatterplot</i> (Kekuatan Tarik).....	58
4.4 Grafik <i>scatterplot</i> ( <i>Shrinkage</i> ) .....	58
4.5 Grafik pengaruh tekanan terhadap kekuatan tarik pada campuran PP 50%, PE 30% dan PS 20% .....	67
4.6 Grafik pengaruh <i>holding time</i> terhadap kekuatan tarik pada campuran PP 50%, PE 30% dan PS 20% .....	68
4.7 Grafik pengaruh <i>inject time</i> terhadap kekuatan tarik pada campuran PP 50%, PE 30% dan PS 20% .....	69
4.8 Bentuk patahan pada komposisi PP murni.....	71
4.9 Bentuk patahan pada komposisi PP, PE dan PS .....	71
4.10 Foto makro <i>void</i> PP murni dan <i>void</i> pada campuran PP,PE dan PS.....	72
4.11 Foto makro <i>shrinkage</i> terbesar pada campuran PP, PE dan PS pada pengerjaan tekanan 6 bar, <i>holding time</i> 2 detik dan <i>inject time</i> 5 detik.....	74

4.12 Foto makro <i>shrinkage</i> terkecil pada campuran PP, PE dan PS pada pengerjaan tekanan 8 bar, <i>holding time</i> 5 detik dan <i>inject time</i> 7 detik.....	74
4.13 Grafik pengaruh tekanan terhadap <i>shrinkage</i> pada campuran PP 50%, 30% PE dan PS 20%.....	75
4.14 Grafik pengaruh <i>holding time</i> terhadap <i>shrinkage</i> pada campuran PP 50%, 30% PE dan PS 20%.....	76
4.15 Grafik pengaruh <i>inject time</i> terhadap <i>shrinkage</i> pada campuran PP 50%, 30% PE dan PS 20%.....	77
4.16 Foto makro cacat <i>shrinkage</i> yang terjadi pada PP murni.....	78
4.17 Foto makro cacat <i>shrinkage</i> yang terjadi pada campuran PP 50%, PE 30% dan PS 20%.....	79



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Titik Leleh Termoplastik.....	12
2.2 Sifat-Sifat <i>Polypropylene</i> .....	14
2.3 Sifat <i>Polyethylene</i> Menurut Massa Jenis.....	16
3.1 Penyajian Data Penelitian .....	40
4.1 Hasil Penelitian .....	42
4.2 Hasil Pengujian Tarik dan <i>Shrinkage</i> .....	47
4.3 Hasil Log dari Tabel Hasil Pengujian Tarik .....	49
4.4 Hasil Uji Kolgomorov Smirnov .....	51
4.5 Hasil Uji Homogenitas (Kekuatan Tarik) .....	53
4.6 Hasil Uji Homogenitas ( <i>Shrinkage</i> ).....	53
4.7 Hasil Output VIF (Kekuaatan Tarik) .....	54
4.8 Hasil Output VIF ( <i>Shrinkage</i> ).....	54
4.9 Hasil Uji Linearitas (Kekuatan Tarik).....	55
4.10 Hasil Uji Linearitas ( <i>Shrinkage</i> ) .....	55
4.11 Statistik Durbin Watson (Kekuatan Tarik) .....	56
4.12 Statistik Durbin Watson ( <i>Shrinkage</i> ) .....	57
4.13 Hasil F Hitung (Kekuatan Tarik) .....	59
4.14 Hasil F Hitung ( <i>Shrinkage</i> ) .....	59
4.15 Hasil t Hitung (Kekuatan Tarik) .....	60
4.16 Hasil t Hitung ( <i>Shrinkage</i> ) .....	61
4.17 Analisis koefisien determinasi ( $R^2$ ) (Kekuatan Tarik).....	62
4.18 Analisis koefisien determinasi ( $R^2$ ) ( <i>Shrinkage</i> ).....	63
4.19 Koefisien dalam Persamaan Regresi Linier Berganda (Kekuatan Tarik)	63
4.20 Koefisien dalam Persamaan Regresi Linier Berganda ( <i>Shrinkage</i> ).....	64