



**PENGARUH VARIASI TEKANAN INJEKSI DAN TEMPERATUR
BARREL TERHADAP KEKUATAN *IMPACT*
PADA PROSES *INJECTION MOULDING* DENGAN
PENAMBAHAN *FILLER* SERBUK ARANG KAYU 15%**

SKRIPSI

Oleh

**Christian Alvin Paschalis Baga
NIM 091910101006**

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



**PENGARUH VARIASI TEKANAN INJEKSI DAN TEMPERATUR
BARREL TERHADAP KEKUATAN *IMPACT*
PADA PROSES *INJECTION MOULDING* DENGAN
PENAMBAHAN *FILLER* SERBUK ARANG KAYU 15%**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Christian Alvin Paschalis Baga
NIM 091910101006**

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

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kehadirat Allah Bapa Yang Maha Pengasih Dan Penyayang. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Ibunda dan almarhum Ayahanda tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan menasehatiku, kakak-kakakku yang tersayang, 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 Tuhan Yesus selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
2. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Mahros Darsin, S.T., MSc., selaku dosen penguji I, dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku dosen penguji II.
3. Semua guruku dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas dan dosen-dosenku di Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
4. Almamater Universitas Jember, khususnya Jurusan Teknik Mesin.
5. 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

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.
(Yeremia 29:11) *)

Berbahagialah orang yang mendapatkan hikmat, orang yang memperoleh kepandaian, karena keuntungannya melebihi keuntungan perak, dan hasilnya melebihi emas
(Amsal 3:13-14)*)

Live as if you were to die tomorrow. Learn as if you were to live forever.
(Mahatma Gandhi)

Education is the most powerful weapon which you can use to change the world
(Nelson Mandela)

Formal education will make you a living; self education will make you a fortune
(Jin Rohn)

*)Lembaga alkitab Indonesia. 2001. ALKITAB. Jakarta: Percetakan Lembaga Alkitab Indonesia

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Christian Alvin Paschalis Baga**

NIM : **091910101006**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi dan Temperatur *Barrel* terhadap Kekuatan *Impact* Pada Proses *Injection Moulding* dengan Penambahan *Filler* Serbuk Arang Kayu 15%” 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, Mei 2013
Yang menyatakan,

Christian Alvin P.B.
NIM. 091910101006

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI TEKANAN INJEKSI DAN
TEMPERATUR *BARREL* TERHADAP KEKUATAN *IMPACT*
PADA PROSES *INJECTION MOULDING* DENGAN
PENAMBAHAN FILLER SERBUK ARANG KAYU 15%**

Oleh

Christian Alvin Paschalis Baga

091910101006

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi dan Temperatur *Barrel* terhadap Kekuatan *Impact* Pada Proses *Injection Moulding* dengan Penambahan *Filler* Serbuk Arang Kayu 15%” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Kamis, 30 Mei 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Hary Sutjahjono, S.T., M.T
NIP. 19681205 199702 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Mahros Darsin S.T., M.Sc.
NIP. 19700322 199501 1 001

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

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi dan Temperatur *Barrel* terhadap Kekuatan *Impact* pada Proses *Injection Moulding* dengan Penambahan *Filler* Serbuk Arang Kayu 15%; Christian Alvin Paschalis Baga, 091910101006: 88 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 proses fabrikasi material polimer. Penggunaannya banyak digunakan dalam industri otomotif, kimia, penerbangan, listrik, komputer, kedokteran dan peralatan militer.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang tekanan injeksi dan temperatur *barrel* terhadap kekuatan *impact* pada Polipropilena (PP) dengan penambahan *filler* serbuk arang kayu 15%. Dengan bervariasi tekanan injeksi sebesar 6 bar, 7 bar dan 8 bar. Dan variasi temperatur *barrel* sebesar 180⁰C, 190⁰C dan 200⁰C.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji bahan dan bengkel produksi, jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Dari hasil penelitian didapat bahwa peningkatan tekanan silinder meningkatkan kekuatan impak pada PP dengan penambahan *filler* serbuk arang kayu 15%. Hal ini dikarenakan semakin besar tekanan injeksi yang digunakan maka spesimen yang terbentuk semakin padat sehingga dapat memperbesar kekuatan impak. Selain itu, penggunaan temperatur *barrel* yang terlalu tinggi akan menurunkan kekuatan impak pada PP dengan penambahan *filler* serbuk arang kayu 15%. Hal tersebut disebabkan oleh viskositas dari lelehan material yang dihasilkan lebih rendah sehingga menyebabkan udara yang masuk ke dalam *barrel* lebih mudah untuk ikut terdorong ke dalam rongga cetakan yang mengakibatkan timbul cacat porositas/*void* dan penyusutan/*shrinkage* pada spesimen uji impak dengan persentase yang lebih besar.

SUMMARY

Influence of Injection Pressure and Barrel Temperature Variation towards Impact Strength at Injection Moulding Process with 15% Wood-Charcoal Powder Filler Addition; Christian Alvin Paschalis Baga, 091910101006: 88 pages; Tier One Program 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 moulding is one of kind process that been used in many polimer material fabrication process. It is used in many kind industry, such as otomotif, chemical, aeroplane, electricity, computer, medical and military industries.

In this research, it is focus on injection pressure and barrel temperature to impact strength on polypropilena with an add wood charcoal powder 15% as a filler. It's with a variations of injection pressures which is 6 bar, 7 bar and 8 bar dan a variations of barrel temperature which is 180⁰C, 190⁰C and 200⁰C.

This research have been done in material test laboratory and production workshop, Mechanical Engineering, Malang Negeri Polytechnic. From this research is found that cylinder pressure phase can increased impact strength on PP with an add wood charcoal powder 15% as a filler. It caused by more injection pressure used will be more solid for speciment, that will make higher for impact strength. Besides, more higher barrel temperature used will decreased impact strength for PP with an add wood charcoal powder as a filler 15%. It caused by the result of material melted viscosity is lower, that will make air go into the barrel easier to entry in cavity. So the consequence, void and shrinkage are appeared with more percentage.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas nafas kehidupan yang Tuhan berikan, tanpa itu penulis takkan mungkin bisa sejauh ini.

Skripsi ini berjudul “Pengaruh Variasi Tekanan Injeksi dan Temperatur *Barrel* terhadap Kekuatan *Impact* Pada Proses *Injection Moulding* dengan Penambahan *Filler* Serbuk Arang Kayu 15%”. 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. Ibunda dan almarhum Ayahanda tercinta yang selalu tiada henti dan tiada lelah mendo'akan, memotivasi, mendidik dan menasehatiku, kakak-kakakku, Yanti dan Silvi serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Hari Arbiantara Basuki, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T., 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 Mahros Darsin, S.T., MSc., selaku dosen penguji I, dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., 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 Negeri 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, Hefa (Cak ji-mukeji), Brian, 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, Arip, Faqih, dan teman-teman yang lain yang telah banyak membantu selama 4 tahun perkuliahan dan selalu menjunjung tinggi solidaritas.
8. 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, Mei 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Komposit	6
2.2 Komposit FRP	7
2.2.1 Serat.....	8
2.2.2 Matrik.....	8
2.3 Arang kayu	9
2.4 Plastik	10
2.5 Polipropilena	11
2.6 Macam – Macam Proses Pembuatan Plastik	13

2.6.1 <i>Injection Moulding</i>	13
2.6.2 Ekstrusi	13
2.6.3 <i>Thermoforming</i>	13
2.6.4 <i>Blow Moulding</i>	13
2.7 <i>Injection Moulding</i>	14
2.7.1 Bagian – Bagian Mesin <i>Injection Moulding</i>	14
2.7.2 Siklus Proses <i>Injection Moulding</i>	15
2.7.3 Sistem kontrol	18
2.8 Uji Impak	19
2.9 <i>Shrinkage</i>	22
2.10 Pengolahan Data dengan Regresi	23
2.10.1 Uji Distribusi Normalitas.....	24
2.10.2 Uji Homogenitas	26
2.10.3 Uji Multikolinieritas	27
2.10.4 Uji Linieritas	28
2.10.5 Uji Autokorelasi.....	28
2.10.6 Analisis Regresi	30
1. Uji Kesesuaian Model (Uji F).....	30
2. Uji Individual (Uji T).....	32
3. Pemodelan Regresi.....	33
2.11 Peneliti Pendahulu	33
2.12 Hipotesis	34
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan	35
3.2.1 Bahan	35
3.2.2 Alat.....	35
3.3 Persiapan Serbuk Arang Kayu	37
3.4 Pelaksanaan Penelitian	38
3.4.1 Penetapan Variabel Terikat dan Variabel Bebas.....	38
3.4.2 Pemilihan Parameter	38

3.4.3	Prosedur Penelitian.....	39
3.5	Pengukuran Parameter	40
3.5.1	Kekuatan <i>Impact</i>	40
3.5.2	<i>Shrinkage</i>	41
3.5.3	Bentuk Patahan.....	41
3.6	Penyajian Hasil Penelitian	42
3.7	Skema Alat Uji	43
3.8	Diagram Alir Penelitian	44
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Data Percobaan	45
4.2	Analisis Kekuatan Impak	46
4.2.1	Uji Distribusi Normalitas.....	46
4.2.2	Uji Homogenitas	48
4.2.3	Uji Multikolinearitas.....	48
4.2.4	Uji Linearitas	49
4.2.5	Uji Autokorelasi.....	50
4.2.6	Uji Kesesuaian Model (Uji F).....	51
4.2.7	Uji Individual (Uji T).....	52
4.2.8	Uji Heterokedastisitas	53
4.2.9	Pemodelan Regresi (R^2).....	54
4.3	Pembahasan	55
4.3.1	Pembahasan Regresi Linear Berganda pada PP dan Filler Serbuk Arang Kayu 15%	55
4.3.2	Perbandingan Nilai Optimal Kekuatan Impak.....	57
4.3.3	Bentuk Patahan	60
4.3.4	<i>Shrinkage</i>	69
4.3.5	Kekuatan Impak dengan Luasan yang Berlubang	85
BAB 5.	PENUTUP.....	91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93

LAMPIRAN.....	96
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbandingan <i>Spesific Gravity</i> dari Berbagai Material Plastik	12
3.1 Penyajian Hasil Penelitian	42
4.1 Hasil Pengujian Impak	45
4.2 Hasil Log dari Tabel Hasil Pengujian Impak	45
4.3 Hasil Uji Kolgomorov Smirnov	46
4.4 Hasil Uji Homogenitas	48
4.5 Hasil Output VIF	49
4.6 Hasil Uji Linearitas	50
4.7 Hasil t Hitung	52
4.8 Koefisien dalam Persamaan Regresi Linier Berganda	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Arang Kayu	10
2.2 <i>Injection Molding Machine Parts</i>	15
2.3 Bagian Mesin <i>Injection Moulding</i>	16
2.4 Skema Proses <i>Injection Moulding</i>	17
2.5 (a) Spesimen yang Digunakan Untuk Pengujian Impak.....	21
(b) Skematik Peralatan Uji Impak.....	21
2.6 Arah Penyusutan	22
2.7 Penyusutan Aksial dan Radial dalam Arah Aliran Plastik.....	23
3.1 Mesin <i>Injection Molding</i>	35
3.2 Mesin Uji Impact.....	36
3.3 Diagram Alir Pembuatan Serbuk Arang Kayu.....	37
3.4 Dimensi <i>Impact ASTM D 5942-96</i>	39
3.5 Skema Alat Uji.....	43
3.6 Diagram Alir Penelitian	44
4.1 Grafik <i>normal P-P of regression standardized residual</i>	47
4.2 Grafik <i>scatterplot</i>	53
4.3 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impact (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15%	56
4.4 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impact (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15%	57
4.5 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impact (HI) pada komposisi PP murni	58
4.6 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impact (HI) pada komposisi PP murni	58

4.7 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> dan PP murni.....	59
4.8 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP murni	59
4.9 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 6 bar	60
4.10 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 7 bar	60
4.11 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 8 bar	61
4.12 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 6 bar	61
4.13 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 7 bar	62
4.14 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 8 bar	62
4.15 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 6 bar	63
4.16 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 7 bar	63
4.17 Foto makro bentuk patahan uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 8 bar	64
4.18 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 6 bar.....	65
4.19 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 7 bar.....	65
4.20 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 8 bar.....	66
4.21 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 6 bar.....	66
4.22 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 7 bar.....	67
4.23 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 8 bar.....	67
4.24 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 6 bar.....	68
4.25 Foto mako bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 7 bar	68
4.26 Foto makro bentuk patahan uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 8 bar.....	69
4.27 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 6 bar	70

4.28 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 7 bar	70
4.29 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 180 ⁰ C – 8 bar	71
4.30 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 6 bar	72
4.31 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 7 bar	72
4.32 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 190 ⁰ C – 8 bar	73
4.33 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 6 bar	73
4.34 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 7 bar	74
4.35 Foto spesimen uji impak pada pengerjaan 200 ⁰ C – 8 bar	75
4.36 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15%	76
4.37 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15%	76
4.38 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 6 bar	77
4.39 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 7 bar	77
4.40 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 180 ⁰ C – 8 bar	78
4.41 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 6 bar	79
4.42 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 7 bar	79
4.43 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 190 ⁰ C – 8 bar	80
4.44 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 6 bar	81
4.45 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 7 bar	81
4.46 Foto spesimen uji impak pada PP murni dengan pengerjaan 200 ⁰ C – 8 bar	82
4.47 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP murni	83

4.48 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP murni.....	84
4.49 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP murni dan PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15 %	84
4.50 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap <i>shrinkage</i> pada komposisi PP murni dan PP dengan <i>filler</i> serbuk arang kayu 15 %.....	85
4.51 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> secara teoritis dan aktual.....	86
4.52 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> secara teoritis dan aktual.....	86
4.53 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP murni secara teoritis dan aktual.....	87
4.54 Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP murni secara teoritis dan aktual.....	88
4.55 Grafik pengaruh temperatur <i>barrel</i> terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> dan PP murni secara aktual	89
4.56 Gambar 4.56. Grafik pengaruh tekanan injeksi terhadap harga impak (HI) pada komposisi PP dengan <i>filler</i> dan PP murni secara aktual	89