

TUGAS AKHIR
ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP
CACAT WARPAGE DARI PRODUK INJECTION MOLDING
BERBAHAN POLYPROPYLENE



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
M. Anwar Fathoni
D200 10 0079

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
NOVEMBER 2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP CACAT WARPAGE DARI PRODUK INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYPROPYLENE”** dibuat sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, bukan merupakan tiruan atau duplikasi skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah digunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 17 November 2015

Yang menyatakan



M. Anwar Fathoni

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP CACAT WARPAGE DARI PRODUK INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYPROPYLENE**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **M. Anwar Fathoni**

NIM : **D200 10 0079**

Disetujui pada :

Hari : *Selasa*

Tanggal : *17 November 2015*

Pembimbing Utama,



Bambang Waluyo F., ST., MT

Pembimbing Pendamping,



Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul “**ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP CACAT WARPAGE DARI PRODUK INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYPROPYLENE**”, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Mesin di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **M. Anwar Fathoni**

NIM : **D200 10 0079**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim penguji :

Ketua : **Bambang Waluyo F., ST., MT**

Anggota I : **Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D**

Anggota II : **Agus Dwi Anggono, ST., M.Eng., Ph.D**



Dekan,

Ketua Jurusan,



Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D



H. Tri Widodo Besar R., ST., Msc., Ph.D

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
245/A.3-II/TM/TA/XI/2014. Nomor Tanggal 19 November 2014

dengan ini :

Nama : Bambang WF, ST, MT.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : M Anwar Fathoni
Nomor Induk : D 200 100 079
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP CACAT WARPAGE
DARI PRODUK INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYETHYLENE.
Rincian Soal/Tugas :
- BUAT CETAKAN
- BUAT SPERIMEN
- PENGUJIAN

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta,19 November 2014.....

Pembimbing



Bambang WF, ST, MT.

Cc. : Joko Sedyono, Ph.D.
Asisten Ahli.

Keterangan :

- *) Coret salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajar
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

"People who never make mistakes are those who never try new things"

(Albert Einstein)

"Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua"

(Aristoteles)

"Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh"

(Andrew Jackson)

"Tidak perlu berusaha menjadi yang terbaik tetapi jadilah satu-satunya"

(M. Anwar Fathoni)

"Kegagalan terbesar dalam hidup adalah gagal melawan hawa nafsu"

(M. Anwar Fathoni)

ABSTRAK

Injection molding adalah proses pembentukan plastik dengan cara melelehkan material plastik yang diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan (mold). Cacat yang sering terjadi pada produk injection molding antara lain shrinkage, warpage, flash dan incompletely fillet parts. Faktor penyebab terjadinya warpage dipengaruhi oleh tekanan injeksi, suhu cetakan, titik leleh dan waktu tahan pada proses injeksi (Huang dan Tai, 2001). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh tekanan terhadap terjadinya cacat warpage dari hasil produk injection molding dan untuk menentukan parameter tekanan yang tepat sehingga didapatkan produk yang optimal dari injection molding.

Langkah awal, pembuatan cetakan (mold) dengan mesin CNC milling dan pembuatan pendingin dengan sistem softooling tipe saluran pendingin conformal. Metode yang digunakan adalah pemrosesan gambar dengan pengambilan gambar menggunakan sebuah kamera 14 pixel yang diproses menggunakan software solidwork dan pengukuran ketinggian warpage menggunakan dial indikator. Metode ini digunakan untuk pengambilan data sehingga dapat dianalisa secara statistik serta dapat diambil sebuah kesimpulan.

Dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa Secara umum menaikkan tekanan injeksi membuat area warpage yang terjadi semakin besar akan tetapi nilai warpage yang terjadi cenderung stabil walaupun begitu ada tekanan optimal dimana pada tekanan tersebut nilai warpage yang terjadi paling kecil. Tekanan optimal dalam penelitian ini yaitu pada tekanan 19.11 kg/cm².

Kata Kunci: *injection molding, solidwork, dial indikator, tekanan, warpage.*

ABSTRACT

Injection molding is a plastic molding process by melting the plastic material is injected into a mold. The flaw common in injection molding products such as shrinkage, warpage, flash and incompletely fillet parts. The causes of warpage caused by the injection pressure, mold temperature, melting and holding time in the injection process (Huang and Tai, 2001). Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of pressure on the occurrence of defects warpage of injection molding products and to determine appropriate pressure to obtain the optimal product of injection molding.

The first step, a molding with a CNC milling machine and manufacturing softooling cooling system type conformal cooling channels. The method used is processing an image with a camera taking pictures using 14 pixels are processed using software solidwork warpage and height measurements using a dial indicator. This method is used for collecting data so it can be analyzed statistically and can be drawn to a conclusion.

The results of the study concluded that the general increase of injection pressure makes the area the greater the warpage occurred but the warpage that occurs tends to be stable although there is optimal pressure where the pressure is the lowest warpage occurred. Optimal pressure in this study, at 11.19 kg/cm².

Keywords: *injection molding, solidwork, dial indicators, Pressure, warpage.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta inayahnya sehingga tugas akhir berjudul **“ANALISA PENGARUH PARAMETER TEKANAN TERHADAP CACAT WARPAGE DARI PRODUK INJECTION MOLDING BERBAHAN POLYPROPYLENE”**, dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tersusunnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik langsung maupun tidak langsung, untuk itu ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak H. Tri Widodo Besar R., ST., Msc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Bambang Waluyo F.,ST., MT selaku pembimbing I yang senantiasa memberikan koreksi dan bimbingannya.
4. Bapak Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D selaku pembimbing II, terima kasih atas segala bimbingan dan masukannya.
5. Bapak Sartono Putro, Ir. MT selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehatnya selama ini.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ilmu perkuliahan kepada penulis.
7. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan bantuan moral maupun materil yang tidak akan tergantikan.

8. Rekan-rekan Teknik Mesin sepejuangan angkatan 2010 yang telah memberikan dukungan serta bantuan dikala susah dan senang.
9. Sahabat satu kelompok penelitian (Priyanto, Joko, Zuli) terima kasih atas kerjasama serta bantuannya selama ini.
10. Dan terakhir kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, maka dari itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun, agar penulis dapat mengetahui dimana saja kekurangan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna serta bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, 17 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTOvi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABELxvi
DAFTAR LAMPIRANxvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. Plastik	6
2.2.2. Polypropylene	6
2.2.3. Proses Pembentukan Polimer	8
2.2.4. Injection Molding	9
2.2.5. Kontruksi Mesin Injection Molding	11
2.2.6. Sistem Pendingin Konformal	15
2.2.7. Cacat Produk Injection Molding	17
2.2.8. Cacat Warpage	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan	22
3.3. Proses Pembuatan Cetakan	29
3.3.1. Pemilihan Bahan Cetakan dan Pemrosesan	30
3.3.2. Pembuatan Pendingin Cetakan	31
3.4. Design of Experiment	35
3.5. Tahap Penelitian dan Pengambilan Data	36
3.5.1. Spesimen yang Digunakan	36
3.5.2. Pengukuran Warpage	37

BAB IV HASIL DAN ANALISA PENELITIAN

4.1. Hasil dan Analisa Spesimen	41
4.2. Hasil Pengukuran dan Analisa Warpage	44
4.2.1. Pengukuran Area Warpage	44
4.2.2. Pengukuran Besarnya Warpage.....	46

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Biji Plastik Polypropylene	7
Gambar 2.2. Bagian Mesin Injeksi Plastik Horizontal	10
Gambar 2.3. Bagian Mesin Injeksi Plastik Vertikal	11
Gambar 2.4. Bagian-bagian Injection Unit	12
Gambar 2.5. Skematik dan Bagian-bagian dari Clamping Unit	13
Gambar 2.6. Bagian Utama dari Mold Unit	14
Gambar 2.7. Sistem Pendingin Konvensional	16
Gambar 2.8. Sistem Pendingin Konformal	16
Gambar 2.9. Warpage karena Ketidak-seragaman Dinding Ketebalan	18
Gambar 2.10. Skema Perhitungan Warpage	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2. Mesin Injeksi plastik	22
Gambar 3.3. Thermometer	23
Gambar 3.4. Pompa Air dan Selang	24
Gambar 3.5. Stopwatch	24
Gambar 3.6. Gelas Ukur	25
Gambar 3.7. Kunci Pas	25
Gambar 3.8. Skrap	25

Gambar 3.9. Kamera	26
Gambar 3.10. Dial Indikator	26
Gambar 3.11. Polypropylene	27
Gambar 3.12. Serbuk Aluminium	27
Gambar 3.13. Epoxy	28
Gambar 3.14. Pipa Tembaga Conformal	28
Gambar 3.15. Karbon Batang	29
Gambar 3.16. Disk Spesimen	29
Gambar 3.17. Rancangan Desain Cetakan	30
Gambar 3.18. Komponen Atas.....	30
Gambar 3.19. Cavity.....	30
Gambar 3.20. Core	31
Gambar 3.21. Ejector.....	31
Gambar 3.22. Plat L.....	31
Gambar 3.23. Komponen Bawah.....	31
Gambar 3.24. Pin.....	31
Gambar 3.25. Perbandingan Resin dan Hardener	32
Gambar 3.26. Pencampuran Resin dan Hardener	32
Gambar 3.27. Serbuk Aluminium	33
Gambar 3.28. Wadah Pencampuran Aluminium dan Epoxy	33
Gambar 3.29. Pencetakan Pendingin pada Cavity.....	33

Gambar 3.30. Pencetakan Pendingin pada Core	34
Gambar 3.31. Pendingin Cavity yang Sudah Mengeras.....	34
Gambar 3.32. Pendingin core yang Sudah Mengeras.....	34
Gambar 3.33. Spesimen.....	36
Gambar 3.34. Sketch Area Warpage Spesimen no.1 tekanan 12.74 kg/cm ²	37
Gambar 3.35. Extruded Boss Sketch area warpage	38
Gambar 3.36. Area Warpage Dalam Benda Solid 3D	38
Gambar 3.37. Hasil Pengukuran Area Warpage	39
Gambar 3.38. Spesimen dan Dial Indikator	39
Gambar 3.39. Hasil Pengukuran Menggunakan Dial Indikator.....	40
Gambar 4.1. Cacat yang Timbul pada Spesimen	43
Gambar 4.2. Area Warpage Setelah Spesimen Diolesi Karbon.....	43
Grafik 4.1. Pengaruh Tekanan Terhadap Persentase Area Warpage	45
Grafik 4.2. Pengaruh Tekanan Terhadap Besarnya Nilai Warpage.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Fisik, Mekanis dan Termal dari Polypropylene	8
Tabel 4.1. Data Proses Pembuatan Spesimen	41
Tabel 4.2. Data Hasil Pengukuran Area Warpage Rata-rata.....	44
Tabel 4.3. Data Warpage Rata-rata	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Spesimen Penelitian

Lampiran 2. Gambar Hasil Pengukuran Area Warpage

Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Area Warpage

Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Nilai Warpage

Lampiran 5. Desain Mold