

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN
POLYCARBONATE PADA PROSES *VACUUM FORMING***



Disusun Oleh :

ADI NUGROHO

D200160203

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir :**Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Polycarbonate Pada Proses Vacuum Forming** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikat skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 8 Juli 2020

Yang Menyatakan,



Adi Nugroho

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Pembentukan *Polycarbonate* Pada Proses *Vacuum Forming*" telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : ADI NUGROHO

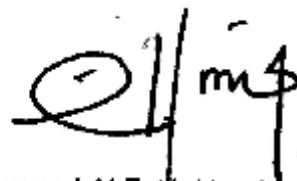
NIM : D200160203

Disetujui pada

Hari : Selasa

Tanggal : 3, Maret 2020

Dosen Pembimbing



Muhammad Al Fath Hendrawan, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "**Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Pembentukan Polycarbonate Pada Proses Vacuum Forming**", telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ADI NUGROHO**

NIM : **D200160203**

Disahkan pada :

Hari : *Selasa*

Tanggal : *18 Agustus 2020*

Tim Penguji :

Ketua : Muh. Alfatih Hendrawan , S.T., M.T.

Anggota 1 : Ir. Agus Hariyanto, M.T.

Anggota 2 : Tri Widodo Besar R, S.T., M.Sc., Ph.D

Dekan


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Ketua Jurusan


Ir. Subroto, M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A. Yani, Pabelan, Kurtasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 029/II/2020, Tanggal 20 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Muhammad Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.

Pangkat/Jabatan : Penata IIC / Lektor

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Adi Nugroho

Nomor Induk : D200160203

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP
PEMBENTUKAN *POLYCARBONATE* PADA PROSES
VACUUM FORMING

Rincian Soal/Tugas : Pembuatan alat *vacuum forming* untuk membentuk plastik
polycarbonate menjadi sebuah produk dan mengetahui pengaruh
perbedaan temperatur terhadap produk yang dihasilkan.

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 3 Maret 2020

Pembimbing

Muhammad Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajar (Kordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Jangan terlalu ambil hati dengan ucapan seseorang, kadang manusia punya mulut tapi belum tentu punya pikiran”

(Albert Einstein)

“Waktumu terbatas, jangan habiskan dengan mengurus hidup orang lain”

(Steve Jobs)

“Terkadang sesuatu hal yang kita inginkan tidak tercapai, tapi Allah mengetahui yang terbaik untuk kita”

PERSEMBAHAN

Tugas akhir saya ini saya persembahkan kepada Kedua Orang Tua saya, Bapak Sutrisno, Ibu Suharni dan keluarga saya Terimakasih atas do'a dan dukungannya.

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN POLYCARBONATE PADA PROSES VACUUM FORMING

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: d200160203@student.ums.ac.id

Abstrak

Plastik merupakan suatu material yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Karena mempunyai beberapa keunggulan sifatnya yang mudah dibentuk, ringan, tahan karat, sebagai isolator listrik yang baik, beberapa plastik mempunyai sifat fisik yang transparan. Ini sangat berguna untuk penggunaan plastik sebagai bahan pembungkus suatu produk, maka dari itu dilakukan berbagai penelitian untuk mengetahui karakteristik suatu bahan plastik dengan perlakuan panas, dan menghasilkan alat manufakturnya. Salah satu metode pembentukan dengan perlakuan panas adalah thermoforming dan yang sederhana adalah vacuum forming. Metode ini dilakukan dengan memberikan perlakuan panas pada lembaran plastik hingga plastik menjadi lunak kemudian dibentuk pada cetakan sesuai yang dikehendaki dengan memberikan tekanan vakum. Pada penelitian ini menggunakan lembaran plastik dengan jenis polycarbonate (PC) berukuran 500 mm x 300 mm dengan ketebalan 1,5 mm. Untuk tekanan vakum ditentukan pada tekanan konstan sebesar -0,39 bar. Dan untuk mencetak plastik dengan kualitas optimal digunakan temperatur yang divariasikan menjadi 3 variasi temperatur yaitu: 155.5°C, 160.5°C dan 165.5°C. Dari hasil penelitian diperoleh temperatur optimal untuk mencetak plastik polycarbonate dengan tebal 1,5 mm adalah 160.5°C dengan tekanan vakum -0,39 bar.

Kata kunci: thermoforming, vacuum forming dan polycarbonate (PC).

THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION ON POLYCARBONATE FORMATION IN VACUUM FORMING PROCESS

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: d200160203@student.ums.ac.id

Abstract

Plastic is a material that is often found in everyday life. Because it has several advantages of being malleable, lightweight, corrosion resistant, as a good electrical insulator, some plastics have transparent physical properties. This is very useful for the use of plastic as a wrapping material for a product, therefore various studies have been carried out to determine the characteristics of a plastic material with heat treatment, and to produce a manufacturing tool. One method of forming by heat treatment is thermoforming and the simple one is vacuum forming. This method is carried out by giving a heat treatment to the plastic sheet until the plastic becomes soft and then molded into the desired mold by applying vacuum pressure. In this study, using a plastic sheet with the type of polycarbonate (PC) measuring 500 mm x 300 mm with a thickness of 1.5 mm. For the vacuum pressure is determined at a constant pressure of -0.39 bar. And to print plastics with optimal quality, temperature variations are used which are varied into 3 temperature variations, namely: 155.5°C, 160.5°C and 165.5°C. The results showed that the optimal temperature for printing polycarbonate plastic with a thickness of 1.5 mm is 160.5°C with a vacuum pressure of -0.39 bar.

Key words: *thermoforming, vacuum forming and polycarbonate (PC).*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Pembentukan *Polycarbonate* Pada Proses *Vacuum Forming*” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

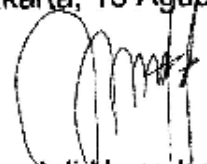
1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Muhammad Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T. yang telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran staf dan dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh studi perkuliahan.
6. Saudara Wahid Arief Al Hakim, dan Wawan Priyatmoko rekan seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir. Tetap Semangat!
7. Teman-temanku Teknik Mesin Angkatan 2016 yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terimakasih atas bantuan dan kebaikan kalian,

saya tidak bisa membalas apa-apa, semoga Allah swt yang membalasnya, Amin.

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf sebesar-besarnya, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta, 13 Agustus 2020



Adi Nugroho

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR MOTTO.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAKSI.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematia Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 <i>Thermoforming</i>	5
2.2.1 <i>Mechanical Forming</i>	6
2.2.2 <i>Vacuum Forming</i>	7
2.2.3 <i>Pressure Forming</i>	8
2.2.4 <i>Combination Forming Processes</i>	9
2.2.5 <i>Twin Sheet Thermoforming</i>	12
2.2.6 <i>Laminating Thermoforming</i>	13
2.3 Klasifikasi dan Karakteristik Material Plastik.....	14

2.4 Pengujian	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Diagram Alir	22
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Peralatan Utama	23
3.2.2 Peralatan Pendukung	26
3.2.3 Alat Uji.....	28
3.2.4 <i>Mold</i> (Cetakan) Yang Digunakan	29
3.2.5 Bahan.....	30
3.3 Cara Pengoperasian Alat	30
3.4 Pengujian Hasil Cetakn	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Bentuk dan Hasil Cetakn.....	33
4.2 Dimensi.....	39
4.3 Ketebalan.....	37
4.4 Hasil Pengukuran Suhu	42
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Pembentukan <i>Mecanichal Forming</i>	6
Gambar 2.2 Proses Pembentukan <i>Vacuum Forming</i>	7
Gambar 2.3 Proses Pembentukan <i>Pressure Forming</i>	8
Gambar 2.4 Proses Pembentukan <i>Drape Forming</i>	10
Gambar 2.5 Proses Pembentukan <i>Pneumatic Pre-forming</i>	10
Gambar 2.6 Proses Pembentukan <i>Pneumatic Pre-forming</i>	11
Gambar 2.7 Proses Pembentukan <i>Mechanical Pre-forming</i>	12
Gambar 2.8 Proses Pembentukan <i>Twin Sheet Thermoforming</i>	13
Gambar 2.9 Ukuran <i>Grid</i> pada Lembaran Spesimen.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Alat <i>Vacuum Forming</i>	23
Gambar 3.3 <i>Heater</i>	23
Gambar 3.4 Penjepit Spesimen	24
Gambar 3.5 <i>Vacuum Chamber</i>	24
Gambar 3.6 <i>Vacuum Gauge</i>	25
Gambar 3.7 <i>Vacuum cleaner</i>	25
Gambar 3.8 Alat Penanda Material.....	26
Gambar 3.9 <i>InfraRed Thermometer</i>	26
Gambar 3.10 Obeng	27
Gambar 3.11 Gunting Plat	27
Gambar 3.12 Sarung Tangan	27
Gambar 3.13 Jangka Sorong.....	28
Gambar 3.14 Meteran Kain.....	28
Gambar 3.15 Mikrometer Sekrup.....	29
Gambar 3.16 Cetakan Balok.....	29
Gambar 3.19 Cetakan ½ Bola.....	30
Gambar 3.20 <i>Polycarbonate</i>	30
Gambar 4.1 Menunjukkan profil lembaran <i>polycarbonate</i> yang dipanaskan dengan 3 suhu, a. 155.5°C, b. 160.5°C, c. 165.5°C. Pada cetakan bentuk balok.	35

Gambar 4.2 Menunjukkan profil lembaran *polycarbonate* yang dipanaskan dengan 3 suhu, a. 155.5°C, b. 160.5°C, c. 165.5°C. Pada cetakan bentuk ½ bola 38

Gambar 4.3 Titik pengukuran suhu pada bahan *polycarbonate*..... 42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Glass Transition Temperature</i> dan <i>Melting Temperature</i> untuk setiap jenis plastik	16
Tabel 4.1 Hasil pengukuran panjang dan lebar lembaran <i>polycarbonate</i> pada cetakan balok	39
Tabel 4.2 Hasil pengukuran panjang dan lebar lembaran <i>polycarbonate</i> pada cetakan ½ bola	40
Tabel 4.3 Hasil pengukuran ketebalan lembaran <i>polycarbonate</i> pada cetakan balok.....	40
Tabel 4.4 Hasil pengukuran ketebalan lembaran <i>polycarbonate</i> pada cetakan ½ bola.....	41
Tabel 4.5 Hasil pengukuran suhu	42