

## TUGAS AKHIR

# PENGARUH WAKTU TAHAN DAN SUHU TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAMINASI PLAT BAJA UNTUK MOLD MESIN INJEKSI PLASTIK



Tugas Akhir Ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

LUKI KRISTIAWAN  
D 200 020 154

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2007

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini telah disetujui oleh pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S-1) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Nama : Luki Kristiawan

NIM : D 200 020 154

Judul : Pengaruh Waktu Tahan Dan Suhu Terhadap Struktur Mikro  
Dan Kekerasan Sambungan Laminasi Plat Baja Untuk Mold  
Mesin Injeksi Plastik.

Hari : .....

Tanggal : .....

Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

(Patna Partono, ST, MT.)

(Bambang Waluyo F, ST, MT.)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini telah di uji dan dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Pada hari : .....

Tanggal : .....

Tim Penguji :

Ketua : Patna Partono, ST, MT (.....)

Anggota I : Bambang Waluyo F, ST, MT (.....)

Anggota II : Ir. Sunardi Wiyono, MT (.....)

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

(Ir. H. Sri Widodo, MT.)

Ketua Jurusan Teknik Mesin,  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

(Marwan Effendy, ST, MT.)

## **MOTTO**

“sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap.”

(QS. Al Insyiroh 6-8)

“Ilmu tidak dapat dibeli, tetapi dicari, dipelajari, digali dan diamalkan”

(Penulis)

## ABSTRAKSI

Permasalahan yang dihadapi pada industri injeksi plastik adalah menyediakan mold yang cepat, murah dan dapat dialiri saluran pendinginan tipe *conformal*. Tipe pendinginan ini memungkinkan pelepasan *core* dan *cavity* lebih cepat pada bentuk komponen yang rumit. Disain pembuatan *mold* dengan pendinginan *conformal* antara lain dapat dilakukan dengan cara laminasi plat baja metode *brazing*. Untuk mendapatkan struktur mikro dan kekerasan yang optimal perlu diteliti lebih lanjut tentang pengaruh suhu *furnace* dan waktu tahan terhadap struktur mikro dan kekerasan pada metode perekatan laminasi plat baja.

Dalam pengujian kekerasan ini digunakan standart ASTM E 384 dengan menggunakan metode *Vickers Hardness*, sedangkan tahapan dari penelitian ini yaitu (1) spesimen uji struktur mikro dan kekerasan dihaluskan permukaannya dengan abrasive cleaning (surface grinding), serta dibersihkan kotorannya dengan Autosol (2) dua buah spesimen direkatkan, dan ditengahnya diberi *filler* tembaga, kemudian ditekan 1,7 Mpa dengan menggunakan kunci torsi (3) setelah direkatkan, spesimen dipanaskan dalam furnace dengan variasi suhu 1075 °C, 1100 °C, 1115 °C, serta variasi waktu tahan 30, 45, 60 menit dan pendinginan didalam furnace (4) spesimen diuji struktur mikro dan kekerasan sambungan dengan mikroskop optik dan vickers hardness.

Bahwa variasi suhu serta waktu tahan akan berakibat terjadinya perbedaan struktur mikro dan kekerasan antar sambungan. Struktur mikro terbaik terjadi pada suhu 1115<sup>0</sup>C dengan waktu tahan 60 menit dan kekerasan pada suhu 1115<sup>0</sup>C dengan waktu tahan 30 menit.

**Kata kunci : Waktu tahan ( *Holding Time* ), Struktur mikro, Kekerasan**

## PERSEMBAHAN

*Tugas akhir ini kupersembahkan kepada :*

- ♥ *Setiap lembar dari apa yang telah digoreskan oleh tinta ini adalah semata-mata merupakan wujud dari keagungan dan kasih sayang Allah SWT kepada umatnya.*
- ♥ *Ibu dan bapak tercinta yang selalu memberikan limpahan kasih sayang dan do'a yang tak pernah putus mengiringi setiap langkahku.*
- ♥ *Adikku tercinta Dedi Irawan yang selalu memberikanku motivasi dan meluangkan waktu untuk membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.*
- ♥ *Sahabat-sahabatku Khafid, Hastowo, Andri, Godex, Rio, Budi, dan anak-anak "Sorta" and "Pandawa Camp" thank's for your support.*

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa tertujukan pada junjungan kita Rosulullah Muhammad SAW , keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak pihak-pihak yang telah banyak membantu sehingga dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir H. Sri Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Marwan Effendy,ST,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Masyrukan, ST, MT, selaku Pembimbing Akademik.
4. Bapak Patna Partono,ST,MT, selaku Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan, arahan serta bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko,ST,MT selaku Pembimbing II Tugas Akhir yang telah berkenan memberikan dukungan serta meluangkan

waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan, arahan dalam penulisan serta penelitian Tugas Akhir ini.

6. Segenap staf dan karyawan tata usaha di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak/ Ibu dan keluarga, yang selama ini telah memberikan bimbingan, doa dan semuanya.
8. Sahabat-sahabatku diFakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, khususnya angkatan 2002. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Surakarta, Februari 2007

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Persetujuan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Lembar Soal Tugas Akhir .....	iv
Lembar Motto .....	v
Abstrak .....	vi
Persembahan .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Lampiran .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat penelitian .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	8
2.2. Landasan Teori .....	8
2.2.1. <i>Brazing</i> .....	9
2.2.2. Difusi Atom.....	9
2.2.3. Difusivitas .....	10
2.2.4. Difusivitas Dan Suhu .....	14
2.2.4.1. <i>Diffusion bonding</i> .....	15
2.2.5. Bahan Uji .....	18
2.2.5.1. Tembaga .....	18
2.2.5.2. Baja .....	20
2.2.6. Baja Karbon .....	21
2.2.7. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja.....	22
2.2.8. Kekerasan Bahan.....	25
2.2.9. Kekerasan Terhadap Difusi.....	27
2.2.10. Metode Kekeraan <i>Vickers Hardness</i> .....	29
2.2.11. Struktur Mikro Pada Baja .....	31

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Rancangan Penelitian .....	34
3.2. Persiapan Penelitian .....	35
3.2.1. Bahan .....	35
3.2.2. Spesimen .....	35
3.2.3. Alat Penelitian.....	37
3.3. Pembuatan Benda Uji.....	39
3.3.1. Pembuatan Spesimen Uji Struktur Mikro .....	39
a) Penghalusan Permukaan .....	40
b) Pemolesan.....	40
c) Pengetsaan.....	41
3.3.2. Pembuatan Spesimen Uji Kekerasan.....	42
3.4. Metode Penelitian.....	42
3.4.1. Persiapan Pengujian .....	43
3.4.1.1. Pemolesan dan Pembersihan Material Uji .....	43
3.4.1.2. Perekatan Spesimen .....	43
3.4.1.3. Perlakuan Panas .....	44
3.4.2. Cara Pengujian .....	45
3.4.2.1. Pengujian Struktur Mikro.....	45
3.4.2.2. Pengujian Kekerasan.....	46
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 <b>49</b>
4.1. Hasil Uji Struktur Mikro .....	49
4.1.1. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	49
4.1.2. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 45 Menit .....	51
4.1.3. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 60 Menit .....	52
4.1.4. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	53
4.1.5. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 45 Menit .....	54
4.1.6. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 60 Menit .....	55
4.1.7. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	56
4.1.8. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	57
4.1.9. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	58
4.2. Hasil Uji Kekerasan <i>Hardness Vickers</i> .....	59
4.2.1. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	60
4.2.2. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 45 Menit .....	61
4.2.3. Suhu 1075 °C Waktu Tahan 60 Menit .....	62
4.2.4. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	63
4.2.5. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 45 Menit .....	65
4.2.6. Suhu 1100 °C Waktu Tahan 60 Menit .....	66
4.2.7. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 30 Menit .....	67
4.2.8. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 45 Menit .....	68
4.2.9. Suhu 1115 °C Waktu Tahan 60 Menit .....	70

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	73
5.1. Kesimpulan .....	73
5.2. Saran .....	75

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN-LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Metode Brazing .....	8
Gambar 2.2.	Pergerakan Atom Mekanisme Intersisi .....	9
Gambar 2.3.	Mekanisme Difusi .....	10
Gambar 2.4.	Dislokasi Garis Dan Dislokasi Ulir .....	13
Gambar 2.5.	Cacat Titik .....	14
Gambar 2.6.	Ikatan Atom Tembaga .....	19
Gambar 2.7.	Mekanisme Difusi Intersisi .....	28
Gambar 2.8.	Mekanisme Pengukuran Dalam Pengujian Kekerasan.....	29
Gambar 2.9.	Tipe-Tipe Lekukan Piramida Intan .....	30
Gambar 2.10.	Struktur Mikro Ferit .....	32
Gambar 2.13.	Struktur Mikro Martensit .....	33
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 3.2.	Spesimen Uji Baja .....	35
Gambar 3.3.	Spesimen Uji Filler Tembaga.....	35
Gambar 3.4.	Ukuran Spesimen Uji Baja .....	36
Gambar 3.5.	Pemotongan Spsimen Uji .....	36
Gambar 3.6.	Cetakan Resin.....	37
Gambar 3.7.	Spesimen Siap Uji .....	37
Gambar 3.8.	Furnace .....	37
Gambar 3.9.	Jig .....	38
Gambar 3.10.	Torsi Meter .....	38
Gambar 3.11.	Mikro Meter .....	38
Gambar 3.12.	Alat Uji Struktur Mikro .....	39
Gambar 3.13.	Alat Uji Kekerasan .....	39
Gambar 3.14.	Alat Surface Grinding .....	40
Gambar 3.15.	Proses Perekatan .....	44
Gambar 3.16.	Alat Uji Struktur Mikro .....	46
Gambar 3.17.	Bekas Injakan Penetrator Pada Vickers Hardness .....	47
Gambar 3.18.	Alat Uji Kekerasan .....	48
Gambar 4.1.1.	Struktur mikro suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit .	49
Gambar 4.1.2.	Struktur mikro suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit .	51
Gambar 4.1.3.	Struktur mikro suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit .	52
Gambar 4.1.4.	Struktur mikro suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit .	53
Gambar 4.1.5.	Struktur mikro suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit .	54
Gambar 4.1.6.	Struktur mikro suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit .	55
Gambar 4.1.7.	Struktur mikro suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit .	56
Gambar 4.1.8.	Struktur mikro suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit .	57
Gambar 4.1.9.	Struktur mikro suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit .	58
Gambar 4.2.1.	Nomor Letak Penekanan .....	59
Gambar 4.2.2.	Diagram hasil uji kekerasan suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	60

Gambar 4.2.3. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	61
Gambar 4.2.4. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	62
Gambar 4.2.5. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	64
Gambar 4.2.6. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	65
Gambar 4.2.7. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	66
Gambar 4.2.8. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	68
Gambar 4.2.9. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	69
Gambar 4.2.10. Diagram hasil uji kekerasan suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	70
gambar 4.2.11. Diagram Hasil Kekerasan Terhadap Suhu .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Variabel perekatan pada metode <i>brazing</i> .....	43
Tabel 4.2.1. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	60
Tabel 4.2.2. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	61
Tabel 4.2.3. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1075 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	62
Tabel 4.2.4. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	63
Tabel 4.2.5. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	65
Tabel 4.2.6. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1100 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	66
Tabel 4.2.7. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 30 menit.....	67
Tabel 4.2.8. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 45 menit.....	68
Tabel 4.2.9. Data hasil uji kekerasan pada suhu 1115 <sup>0</sup> C dengan waktu tahan 60 menit.....	70