

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP *DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN *SQUEEZE* ALUMINIUM



Tugas Akhir Ini Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
IRWAN KUSNANTO
NIM : D200 171097

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

2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Irwan Kusnanto**

NIM : **D200171097**

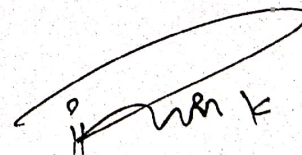
Fakultas/Jurusan : **Teknik/Teknik Mesin**

Judul : **Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap
Density, Porositas, Kekerasan dan Struktur Mikro
Hasil Pengecoran *Squeeze* Aluminium**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya tulis yang penulis buat sendiri sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, kecuali beberapa sumber kutipan dan ringkasan yang telah penulis cantumkan sebagaimana mestinya dalam karya tulis ini.

Surakarta, Desember 2019

Yang menyatakan



Irwan Kusnanto

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap *Density*, Porositas, Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran *Squeeze Aluminium* “ telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Irwan Kusnanto

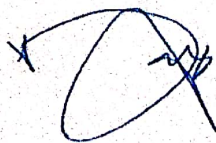
NIM : D200171097

Disetujui pada

Hari : Senin

Tanggal : 23 Desember 2019

Dosen Pembimbing
Tugas Akhir



Patna Partono, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap *Density*, Porositas, Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran *Squeeze Aluminium*” telah dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : **Irwan Kusnanto**

NIM : **D200171097**

Disahkan pada

Hari : **Selasa**

Tanggal : **7 Januari 2020**

Dewan Penguji :

1. Ketua : **Patna Partono, S.T., M.T.**

2. Anggota 1 : **Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.**

3. Anggota 2 : **Wijianto, S.T., M.Eng., Sc.**

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik

Ketua Jurusan

Teknik Mesin



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

Ir. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl.A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0271) 717417 Pos 57102

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 116/II/2019 tanggal 19 Agustus 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir
dengan ini :

Nama : Patna Partono, S.T., M.T.

Pangkat / Jabatan : Asisten Ahli

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Irwan Kusnanto

No Induk : D200171097

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8

Judul/Topik : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN
TERHADAP *DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN
DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN
SQUEEZE ALUMINIUM

Rincian Soal/Tugas : Membuat benda dengan metode pengecoran *Squeeze*
dengan bahan baku dari Aluminium piston bekas
menggunakan variasi temperatur cetakan 150°C, 200°C
dan 250°C yang kemudian diuji komposisi kimia,
density, porositas, struktur mikro dan kekerasan.

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

Surakarta, 30 Agustus 2019

Pembimbing

Patna Partono, S.T., M.T.

Keterangan :

Dibuat Rangkap Tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah”

(Imam bin Al Qayim)

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”

(Ali bin Abi Thalib)

“Jika manusia tak peduli kesulitanmu, ketahuilah bahwa Allah ingin mengatasi kesulitanmu”

(Imam Syafi’i)

“Menuntut ilmu adalah taqwa, menyampaikan ilmu adalah ibadah, mengulang-ulang ilmu adalah dzikir, dan mencari ilmu adalah jihad”

(Imam Al Ghazali)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Orang tua tercinta yang tidak henti – hentinya memberikan doa dan motivasi
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap *Density*, Porositas, Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengecoran *Squeeze Aluminium*“**.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu ,penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta atas segala do'a dan dukungan yang telah diberikan.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono , M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Patna Partono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan .
7. Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini Iman, Galang, dan Ikhsan.
8. Bukan sekedar teman Khofifah dan teman-teman “Transfer Squad” yang selalu memberikan hiburan dan motivasi.
9. Sepeda motor Vixion ku yang selalu menemani sepanjang perjuangan di

UMS.

10. Almamaterku.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh Karena itu penulis mengharap adanya kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, Desember 2019

Penulis

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN TERHADAP DENSITY, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGECORAN SQUEEZE ALUMINIUM

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur cetakan pada proses squeeze terhadap density, porositas, kekerasan dan struktur mikro dengan bahan baku Aluminium dari piston bekas.

Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi temperatur cetakan yaitu: 150°C, 200°C dan 250°C dengan temperatur tuang pada 700°C. Pengujian komposisi kimia menggunakan Emmision Spectrometry (ASTM E-1251). Pengamatan porositas dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital dan membandingkan hasil dari setiap variasi temperatur cetakan. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji Vickers (ASTM E-384). Pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi (ASTM E3-11).

Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan material ini mengandung komposisi (Al) 87,13%, (Si) 6,14%, (Zn) 2,87%, (Fe) 1,79%, (Cu) 1,507% dan unsur lainnya sampai 100%. menurut standar ASTM B-85 diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0. Hasil perhitungan density dan porositas pada temperatur cetakan 150°C adalah 2,66 gr/cm³ dan porositas tidak terlihat. Pada temperatur cetakan 200°C density sebesar 2,64 gr/cm³ serta porositas terlihat sedikit tetapi porositas yang terjadi agak besar. Sedangkan density dan porositas pada temperatur cetakan 250°C adalah 2,60 gr/cm³ dan terlihat banyak porositas tetapi kecil. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur cetakan berbanding lurus dengan porositas serta berbanding terbalik dengan density. Hasil pengujian kekerasan rata-rata benda hasil coran pada temperatur cetakan 150°C, 200°C dan 250°C adalah 124,5 HVN, 112,9 HVN, dan 108,86 HVN. Sehingga didapat bahwa temperatur cetakan berbanding terbalik dengan nilai kekerasan benda hasil coran. Hal tersebut dapat dilihat dari struktur mikro dimana semakin tinggi temperatur maka struktur butir silikon yang terbentuk semakin renggang.

Kata Kunci : Squeeze casting, Aluminium bekas, Temperatur cetakan, Kekerasan, Struktur mikro.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MOLD TEMPERATURE VARIATION ON DENSITY, POROSITY, VIOLENCE AND MICRO STRUCTURE OF SQUEEZE CASTING ALUMINUM

Abstract

This study aims to determine the effect of mold temperature variations on the squeeze casting process on density, porosity, hardness and microstructure with aluminum raw material from used pistons.

In this study, using 3 mold temperature variations, namely: 150 ° C, 200 ° C and 250 ° C with pouring temperature at 700 ° C. Chemical composition testing using Emmision Spectrometry (ASTM E-1251). Observation of porosity is done by macro photography using a digital microscope and comparing the results of each variation of the print temperature. Hardness testing uses the Vickers test (ASTM E-384). Testing the microstructure of the results of castings using a metallographic microscope (ASTM E3-11).

Chemical composition test results show that this material contains (Al) 87.13%, (Si) 6.14%, (Zn) 2.87%, (Fe) 1.79%, (Cu) 1.507% and other elements up to 100% according to ASTM B-85 standards classified into Aluminum Al-Si (Aluminum - Silicon) 443.0. The results of the calculation of density and porosity at a mold temperature of 150 ° C are 2.66 gr / cm³ and porosity is not visible. At a mold temperature of 200 ° C the density is 2.64 gr / cm³ and the porosity is slightly visible but the porosity that occurs is rather large. Whereas the density and porosity at a mold temperature of 250 ° C is 2.60 gr / cm³ and many porosity is visible but small. This shows that the mold temperature is directly proportional to porosity and inversely proportional to densit. The average hardness test results of castings at mold temperatures of 150 ° C, 200 ° C and 250 ° C are 124.5 HVN, 112.9 HVN, and 108.86 HVN. So it is found that the mold temperature is inversely proportional to the hardness value of the cast object. This can be seen from the micro structure where the higher the temperature, the more flexible the structure of silicon grains formed.

Keywords: *Squeeze casting, used Aluminium, mold temperature, hardness, microstructure.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Pengecoran	8
2.2.1.1 Klasifikasi Pengecoran.....	9
2.2.2 Pengecoran <i>Squeeze (Squeeze Casting)</i>	14
2.2.2.1 Klasifikasi Pengecoran <i>Squeeze</i>	15
2.2.2.2 Parameter Proses Pengecoran <i>Squeeze</i>	19

2.2.2.3 Kontrol Kualitas Pengecoran <i>Squeeze</i>	21
2.2.3 Aluminium	25
2.2.4 Sistem Penomoran Aluminium	26
2.2.5 Paduan Aluminium.....	28
2.2.6 Sifat-sifat Material.....	39
2.2.7 Kekerasan	41
2.2.8 Struktur Mikro (Metalografi)	49
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	52
3.2 Tempat Penelitian.....	53
3.3 Alat dan Bahan	53
3.3.1 Alat	53
3.3.2 Bahan.....	58
3.4 Prosedur Penelitian.....	58
3.4.1 Persiapan Cetakan	58
3.4.2 Peleburan Logam.....	59
3.4.3 Pengecoran	59
3.4.4 Pembongkaran Cetakan.....	61
3.4.5 Pembuatan Spesimen Uji	61
3.4.6 Pengujian Komposisi Kimia.....	61
3.4.7 Perhitungan <i>Density</i>	63
3.4.8 Pengamatan Porositas.....	63
3.4.9 Pengujian Kekerasan	64
3.4.10 Pengamatan Struktur Mikro	65
3.4.11 Analisa Data	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Komposisi Produk Cor Aluminium	67
4.1.1 Pembahasan Komposisi Kimia Produk Cor Aluminium	68
4.2 Perhitungan <i>Density</i>	69
4.2.1 Pembahasan Nilai <i>Density</i>	70
4.3 Pengamatan Porositas	71

4.3.1 Pembahasan Pengamatan Porositas	71
4.4 Pengujian Kekerasan.....	72
4.4.1 Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	73
4.5 Pengamatan Struktur Mikro.....	74
4.5.1 Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro.....	75
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengecoran Gravitasi	10
Gambar 2.2	<i>Pressure die casting</i>	11
Gambar 2.3	<i>Centrifugal casting</i>	12
Gambar 2.4	<i>Investment Casting</i>	13
Gambar 2.5	<i>Sand casting</i>	13
Gambar 2.6	Mekanisme <i>direct squeeze casting</i>	15
Gambar 2.7	Mekanisme <i>Indirect Squeeze Casting</i>	18
Gambar 2.8	Cacat porositas penampang potong produk cor	22
Gambar 2.9	<i>Material properties Aluminium</i>	26
Gambar 2.10	Klasifikasi Aluminium tempa	27
Gambar 2.11	Diagram fasa dan struktur mikro Al-Si	30
Gambar 2.12	Diagram fasa dan struktur mikro Al-Cu	32
Gambar 2.13	Diagram fasa Al-Fe	33
Gambar 2.14	Diagram fasa dan struktur mikro Al-Mg	34
Gambar 2.15	Diagram fasa dan struktur mikro Al-Zn	35
Gambar 2.16	Diagram fasa Al-Mn	36
Gambar 2.17	Diagram fasa Al-Ni	37
Gambar 2.18	Diagram fasa Al-Sn	38
Gambar 2.19	Diagram fasa Al-Ti	39
Gambar 2.20	Pengujian <i>Brinell</i>	43
Gambar 2.21	Pengujian <i>Rockwell</i>	44
Gambar 2.22	Prinsip kerja metode pengukuran kekerasan <i>Rockwell</i>	44
Gambar 2.23	Pengujian dan bentuk indenter <i>vickers</i>	47
Gambar 2.24	Bentuk indenter <i>Knoop</i>	48
Gambar 2.25	Proses Pengamatan pada Struktur Mikro	51
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	52
Gambar 3.2	Dapur peleburan	53
Gambar 3.3	Kowi	54
Gambar 3.4	Cetakan	54

Gambar 3.5	<i>Thermometer infrared</i>	55
Gambar 3.6	Kain beludru.....	55
Gambar 3.7	Alat uji spektrometer.....	56
Gambar 3.8	Mikroskop digital <i>usb</i>	56
Gambar 3.9	<i>Micro hardness vickers</i>	57
Gambar 3.10	Mikroskop metalografi.....	57
Gambar 3.11	Aluminium piston bekas.....	58
Gambar 3.12	Persiapan cetakan	59
Gambar 3.13	pengukuran temperatur cetakan	60
Gambar 3.14	Penuangan logam cair ke dalam cetakan.....	60
Gambar 3.15	Hasil coran.....	61
Gambar 3.16	Pemotongan spesimen	61
Gambar 4.1	Histogram perbandingan temperatur cetakan terhadap nilai <i>density</i>	70
Gambar 4.2	Foto Makro Cacat Porositas (a) Variasi suhu 150°C, (b) Variasi 200°C, (c) Variasi 250°C.....	71
Gambar 4.3	Titik Identasi	72
Gambar 4.4	Histogram Perbandingan Nilai Kekerasan	73
Gambar 4.5	Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 100x (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C	74
Gambar 4.6	Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 200x (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C.....	75
Gambar 4.7	Pengamatan struktur mikro pada pembesaran 500x, (a) variasi temperatur 150°C, (b) variasi temperatur 200°C, (c) variasi temperatur 250°C	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Aluminium cor.....	28
Tabel 2.2 <i>Rockwell Hardness Scales</i>	45
Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia.....	67
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Density</i>	70
Tabel 4.3 Nilai Kekerasan pada Spesimen.....	72

DAFTAR RUMUS

Rumus Kekerasan <i>Brinell</i>	42
Rumus Kekerasan <i>Rockwell</i>	45
Rumus Kekerasan <i>Vickers</i>	48
Rumus Kekerasan <i>Knoop</i>	49
Rumus <i>Density</i>	63, 69