

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH METODE PENGECORAN TERHADAP *DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO



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

Disusun Oleh :

GALANG EKA PERMANA

NIM : D20017148

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

2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Galang Eka Permana**

NIM : **D200171148**

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

Judul : **Studi Pengaruh Metode Pengecoran Terhadap *Density*,
Porositas, Kekerasan Dan Struktur Mikro**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya tulis yang penulis buat sendiri sebagai syarat memperoleh gelarsarjana 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, 3 Januari 2020

Yang menyatakan



Galang Eka Permana

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**STUDI PENGARUH METODE PENGECORAN TERHADAP *DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**” 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 : **Galang Eka Permana**

NIM : **D200171148**

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *23 Desember 2019*

Dosen Pembimbing
Tugas Akhir



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “STUDI PENGARUH METODE PENGECORAN TERHADAP *DENSITY*, POROSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO” 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 : Galang Eka Permana
NIM : D200171148

Disahkan pada

Hari :
Tanggal :

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 : Muhammad Syukur, S.T., M.Eng., Ph.D.



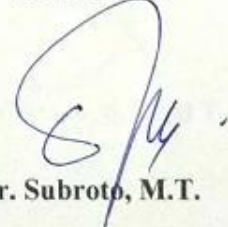
Mengetahui

Dekan
Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan
Teknik Mesin



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 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 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 : Galang Eka Permana

No Induk : D200171214

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8

Judul/Topik : Studi Pengaruh Metode Pengecoran Terhadap *Density*, Porositas, Kekerasan Dan Struktur Mikro

Rincian Soal/Tugas : Membuat produk hasil cor dengan metode pengecoran *sand casting*, *gravity die casting* dan *pressure die casting* dengan bahan baku dari Aluminium piston bekas 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 & PESAN

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S. Ar-Rahman: 13)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetepilah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Asy-Syarah: 6,7,8)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini kupersembahkan 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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah *robbil'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 Casting* 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 Ihsan Iskandar, Iman Budi Setio, dan Irwan Kusnanto yang selalu membantu dan memberikan dorongan maupun nasihat.
8. Sahabat dan teman – teman kos Ar rasyid, kos Ardias dan Kos Bunga 1.
9. Seseorang yang masih dirahasiakan Allah Swt.

10. Teman – teman Transfer Teknik Mesin UMS yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dan kesehatan dalam setiap amal perbuatan kita.

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'alaikumWr. Wb

Surakarta, Desember 2019

Galang Eka Permana

STUDI PENGARUH METODE PENGECORAN TERHADAP DENSITY, POROSITAS, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh metode pengecoran terhadap *density*, porositas, kekerasan dan struktur mikro. Material yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Aluminium daur ulang dari piston bekas.

Peroses pengecoran ini menggunakan metode *sand casting*, *gravity die casting* dan *pressure die casting* dengan menguji *density*, porositas dengan kamera, komposisi kimia dengan alat *emmission spectometry* standar ASTM E1251-94, struktur mikro dengan mikroskop metalografi standar ASTM E384-11 dan kekerasan dengan alat uji kekerasan *Vickers* standar ASTM E3-11.

Hasil pengujian komposisi kimia dengan bahan dari piston bekas mengandung komposisi kimia Al 87,13%, Si 6,14%, Zn 2,87 % Mengacu pada standar ASTM B85-03 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Casting Aluminum* hampir mirip dengan jenis Aluminium C433.0. *Sand casting* mempunyai nilai *density* yang sangat kecil dengan nilai 2507,02 kg/m³ dengan cacat porositas yang paling banyak, metode pengecoran *gravity die casting* mempunyai nilai *density* lebih kecil dengan nilai 2553,76 kg/m³, metode pengecoran *pressure die casting* mempunyai nilai *density* yang tinggi dengan nilai 2660,81 kg/m³ dengan cacat porositas yang paling sedikit. Hal ini dapat disimpulkan pada pengamatan porositas semakin tinggi nilai *density* maka porositas yang terjadi semakin sedikit. Hasil pengujian kekerasan dengan metode *sand casting* memiliki nilai kekerasan sebesar 102,74 HVN, *gravity die casting* memiliki nilai kekerasan sebesar 113,22 HVN, *pressure die casting* memiliki nilai kekerasan sebesar 123,46 HVN. Dari data tersebut menunjukkan bahwa metode pengecoran berpengaruh pada nilai kekerasan pada produk cor Aluminium. Dimana nilai kekerasan dipengaruhi oleh *density* dan porositas yang terjadi. Metode pengecoran *sand casting* memiliki fasa β (Si) yang lebih renggang dan berbentuk lebih besar, metode pengecoran *gravity die casting* memiliki fasa β (Si) mulai terlihat kecil dan merata, metode pengecoran *pressure die casting* memiliki fasa β (Si) yang rapat dan ukurannya mengecil.

Kata Kunci : *Sand casting*, *Gravity die casting*, *Pressure die casting*, Aluminium.

STUDY EFFECT OF CASTING METHOD ON DENSITY, POROSITY, MICRO STRUCTURE AND HARDNESS

ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the effect of casting method on density, porosity, hardness and microstructure. The material used in this research is recycled Aluminum from used pistons.

This casting process uses sand casting, gravity die casting and pressure die casting methods by testing the density, porosity with the camera, chemical composition with the ASTM E1251-94 standard emission spectrometry, microstructure with ASTM E384-11 standard metallographic microscope and hardness with the test equipment ASTM standard hardness Vickers E3-11.

Chemical composition test results with materials from used pistons containing chemical composition of Al 87.13%, Si 6.14%, Zn 2.87% based on ASTM B85-03 standard Specification for Aluminum-Alloy Die Casting Aluminum is almost similar to the type of Aluminum C433.0. Sand casting has a very small density value with 2507.02 kg/m^3 with the most porosity defects, the gravity die casting method has a smaller density value with 2553.76 kg/m^3 , the pressure die casting method has a density value which is high with 2660.81 kg/m^3 with the least porosity defects. This can be concluded from the observation that the higher the porosity of the density value, the less porosity that occurs. The hardness test results using the sand casting method have a hardness value of 102.74 HVN, gravity die casting has a hardness value of 113.22 HVN, the pressure die casting has a hardness value of 123.46 HVN. From these data it shows that the casting method influences the hardness value on Aluminum cast products. Where the value of hardness is influenced by density and porosity that occur. Sand casting method has a more tenuous and larger β (Si) phase, gravity die casting method has β (Si) phase starting to look small and evenly distributed, pressure die casting method has dense and β (Si) phase which is dense and its size to shrink.

Keywords: Sand casting, Gravity die casting, Pressure die casting, Aluminium.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO & PESAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Pengertian Aluminium.....	7
2.2.2. Penomoran Aluminium	8
2.2.3. Paduan Aluminium	10
2.2.4. Pengecoran Logam	18
2.2.5. Cacat Coran	24
2.2.5.1. Faktor yang mempengaruhi cacat pada coran	24
2.2.5.2. Macam – macam cacat coran dan sifat - sifatnya.....	24

2.2.6. Sifat – Sifat Material.....	29
2.2.7. Komposisi Kimia.....	30
2.2.8. Kekerasan	31
2.2.9. Struktur Mikro (Metalografi).....	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	39
3.2. Tempat Penelitian	40
3.3. Alat dan Bahan	40
3.3.1. Alat	40
3.3.2. Bahan	45
3.4. Prosedur Penelitian	46
3.4.1. Persiapan Cetakan Pasir (<i>Sand Casting</i>).....	46
3.4.2. Persiapan Cetakan Logam.....	47
3.4.3. Peleburan Logam.....	47
3.4.4. Penuangan dan Pembongkaran <i>Sand Casting</i>	48
3.4.5. Penuangan dan Pembobgkaran <i>Gravity Die Casting</i>	49
3.4.6. Penuangan dan Pembongkaran <i>Pressure Die Casting</i>	49
3.4.7. Perhitungan Tekanan pada <i>Pressure Die Casting</i>	50
3.4.8. Pengujian Komposisi Kimia.....	51
3.4.9. Pengamatan Density.....	52
3.4.10. Pengamatan Cacat Porositas	53
3.4.11. Pengujian Kekerasan.....	53
3.4.12. Pengujian Struktur Mikro.....	54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	55
4.2. Hasil Perhitungan <i>Density</i>	55
4.3. Hasil Pengamatan Porositas	57
4.4. Hasil Pengujian Kekerasan	58
4.5. Hasil Pengujian Struktur Mikro	60

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Fasa Al-Si.....	10
Gambar 2.2. Struktur Mikro Paduan Al-Si	11
Gambar 2.3. Struktur Mikro Paduan Al – Mg	12
Gambar 2.4 . Diagram Fasa Al-Cu.....	13
Gambar 2.5. Struktur Mikro Paduan Al-Cu	13
Gambar 2.6. Diagram Fasa Al – Si – Mg.....	14
Gambar 2.7. Struktur Mikro Paduan Al-Si-Mg	14
Gambar 2.8. Struktur Mikro Paduan Al-Si-Cu	15
Gambar 2.9. Diagram Fasa Al – Mn.....	15
Gambar 2.10. Diagram Fasa Al-Mg-Zn.....	16
Gambar 2.11. Struktur Mikro Paduan Al-Mg-Zn	16
Gambar 2.12. Diagram Fasa Al – Zn	17
Gambar 2.13. Struktur Mikro Paduan Al-Zn	17
Gambar 2.14. <i>Sand Casting</i>	18
Gambar 2.15. <i>Centrifugal Casting</i>	19
Gambar 2.16. <i>Shell Casting</i>	20
Gambar 2.17. <i>Gravity Die casting</i>	21
Gambar 2.18. <i>Pressure Die casting</i>	21
Gambar 2.19. <i>Investment Casting</i>	23
Gambar 2.20. Bentuk cacat <i>Shrinkage</i> (a) <i>primary type</i> , (b) <i>secondary cavities</i> , (c) <i>discrete porosity</i> , (d) <i>sink</i> , (e) <i>puncture</i>	25
Gambar 2.21. Cacat Porositas pada Penampang Potong Poduk Cor	26
Gambar 2.22. Cacat Salah Alir	28
Gambar 2.23. Cacat Retakan.....	28
Gambar 2.24. Pengujian <i>Brinnel</i>	32
Gambar 2.25. Pengujian <i>Rockwell</i>	32
Gambar 2.26. Prinsip kerja metode pengukuran kekerasan <i>Rockwell</i>	33
Gambar 2.27. Pengujian dan bentuk indentor <i>vickers</i>	36
Gambar 2.28. Bentuk indentor <i>knoop</i>	37

Gambar 2.29. Pengamatan pada struktur mikro	38
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3.2. Dapur peleburan	40
Gambar 3.3. Kowi	40
Gambar 3.4. Cetakan	41
Gambar 3.5. <i>Thermometer inframerah</i>	41
Gambar 3.6. Kain beludru	41
Gambar 3.7. Lanset	42
Gambar 3.8. Saluran masuk	42
Gambar 3.9. Rangka cetak	42
Gambar 3.10. Alas Cetakan	44
Gambar 3.11. Alat uji spektrometer	44
Gambar 3.12. Mikroskop metalografi	44
Gambar 3.13. <i>Micro hardness Vickers</i>	45
Gambar 3.14. Aluminium piston bekas	45
Gambar 3.15. Pola	46
Gambar 3.16. Persiapan cetakan pasir	47
Gambar 3.17. Persiapan cetakan logam	47
Gambar 3.18. Mengukur temperatur coran	48
Gambar 3.19. Proses penuangan <i>sand casting</i>	48
Gambar 3.20. Pembongkaran <i>sand casting</i>	48
Gambar 3.21. Proses penuangan <i>gravity die casting</i>	49
Gambar 3.22. Pembongkaran <i>gravity die casting</i>	49
Gambar 3.23. Proses penuangan <i>pressure die casting</i>	50
Gambar 3.24. Pembongkaran <i>pressure die casting</i>	50
Gambar 3.25. Skema penekanan	51
Gambar 3.25. Pemotongan spesimen	52
Gambar 4.1. Histogram Nilai <i>Density</i>	56
Gambar 4.2. Foto Makro Pengamatan Porositas (a) Metode <i>Sand Casting</i> , (b) Metode <i>Gravity Die Casting</i> , (c) Metode <i>Pressure Die Casting</i>	57
Gambar 4.3. Titik Identasi	58
Gambar 4.4. Histogram Perbandingan Nilai Kekerasan	59

Gambar 4.5. Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 100x (a) Metode <i>Sand Casting</i> , (b) Metode <i>Gravity Die Casting</i> , (c) Metode <i>Pressure Die Casting</i>	60
Gambar 4.6. Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 200x (a) Metode <i>Sand Casting</i> , (b) Metode <i>Gravity Die Casting</i> , (c) Metode <i>Pressure Die Casting</i>	61
Gambar 4.7. Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 500x (a) Metode <i>Sand Casting</i> , (b) Metode <i>Gravity Die Casting</i> , (c) Metode <i>Pressure Die Casting</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik dan Sifat Aluminium	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Aluminium Tempa.....	8
Tabel 2.3. Klasifikasi Aluminium Cor	9
Tabel 2.4. Bentuk Cacat Permukaan Kasar dan Penyebab	27
Tabel 2.5. <i>Rockwell Hardness Scales</i>	34
Tabel 4.1. Hasil Uji Komposisi Kimia.....	35
Tabel 4.2. <i>Density</i> Produk Cor	56
Tabel 4.3. Nilai Kekerasan Produk Cor.	58