

## **TUGAS AKHIR**

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS DAN PROSES PENGUJIAN TUNGKU SERTA PROSES PENGECORAN MELALUI CETAKAN PASIR HITAM DENGAN VARIASI WAKTU PEMBONGKARAN**



**Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Progam Studi Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**DISUSUN OLEH :**

**RESTA PASTA PUTRA UTAMA  
D200130042**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**Perancangan Dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas Dan Proses Pengujian Tungku Serta Proses Pengecoran Melalui Cetakan Pasir Hitam Dengan Variasi Waktu Pembongkaran** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah di publikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 17 Oktober 2018

Yang menyatakan



Resta Pasta Putra Utama

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS DAN PROSES PENGUJIAN TUNGKU SERTA PROSES PENGECORAN MELALUI CETAKAN PASIR HITAM DENGAN VARIASI WAKTU PEMBONGKARAN”** telah disetujui dan telah diterima untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah surakarta.

Dipersembahkan oleh :

Nama : RESTA PASTA PUTRA UTAMA

NIM : D200130042

Disetujui pada :

Hari : .....

Tanggal : .....

Pembimbing



(Agus Yulianto, ST, MT.)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS DAN PENGUJIAN TUNGKU SERTA PROSES PENGECORAN MELALUI CETAKAN PASIR HITAM DENGAN VARIASI WAKTU PEMBONGKARAN**”, telah dipertahankan dihadapan 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 : **RESTA PASTA PUTRA UTAMA**

NIM : **D200130042**

Disetujui pada :

Hari : *Kamis*

Tanggal : *13/10/2018*

Tim Penguji :

Ketua : Agus Yulianto, S.T.,M.T.

Anggota 1 : Amin Sulistyanto, S.T.,M. T.


Anggota 2 : Agus Hariyanto, Ir., M.T.


(*Agus Yulianto*)  
(*Amin Sulistyanto*)  
(*Agus Hariyanto*)

Mengetahui

Dekan,

Ketua Jurusan

  
(Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.)

  
(Ir. H. Subroto, M.T.)

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 150/II/2016 Tanggal 8 September 2016 Tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan ini :

Nama : Agus Yulianto, ST. MT.

Jabatan : -

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Resta Pasta Putra Utama

Nomor Induk : D200130042

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/ Akhir

Judul/Topik : Perancangan dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas Dan Proses Pengujian Tungku Serta Proses Pengecoran Melalui Cetakan Pasir Hitam Dengan Variasi Waktu Pembongkaran

Rincian Soal/ Tugas: Perancangan dan Pembuatan Tungku Krusibel Untuk Peleburan Aluminium Dengan Bahan Bakar Gas Dan Proses Pengujian Tungku Serta Proses Pengecoran Melalui Cetakan Pasir Hitam Dengan Variasi Waktu Pembongkaran

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

Surakarta, April 2018

Pembimbing



Agus Yulianto, ST.MT.

Keterangan :

\*) coret yang tidak perlu

## **MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa – apa yang ada pada diri mereka”

(Ar-ra’d : 11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Alam Nasyroh : 5)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah bersama orang – orang yang sabar”

(Al-Baqarah : 153)

“Syukur dan sabar adalah kunci dalam menghadapi berbagai macam ujian”

(KH Mustofa Bisri)

“Tidak ada namanya tahapan yang mudah”

(Vicenzo Nibali)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah. Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua yang saya hormati, sayangi dan cintai yang telah memberikan doa dan semangat tiada henti selama menempuh pendidikan, Semoga Allah SWT membalas kemuliaan beliau dengan dimudahkannya segala urusannya, dilancarkan rezekinya, dan diberi keselamatan dunia maupun akhirat.
2. Keluarga dan teman – teman seperjuangan Teknik Mesin 2013 yang telah banyak mendukung dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis.
3. Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membimbing saya selama perkuliahan.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono M.T. Selaku pembimbing akademik. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Agus Yulianto S.T., M.T. Selaku pembimbing utama Tugas Akhir. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan inayah-Nya kepada penyusun. Sehingga kami sebagai penyusun mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat yang diberikan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Ir. H. Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dekan Teknik Universitas Muhammadiyah surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT. selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Agus Yulianto, ST,MT. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan kepada kami.
6. Dosen Jurusan Teknik Mesin beserta Staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa menyayangi dan memberi dukungan dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan bapak Agus Yulianto S.T., M.T. yaitu Eka Maulana, Andreas Amin, Rudi Yulianto.
9. Bapak Hasyim selaku koordinator lapangan yang telah membantu kami selama penelitian.



10. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin 2013 yang telah membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT, Amin. Kami menyadari bahwa dalam pembuatan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan bimbingan yang lebih jauh dari pembaca, agar dalam pembuatan laporan selanjutnya dapat lebih baik.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb..*

Surakarta, Oktober 2018

Penyusun

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS DAN PROSES PENGUJIAN TUNGKU SERTA PROSES PENGECORAN MELALUI CETAKAN PASIR HITAM DENGAN VARIASI WAKTU PEMBONGKARAN**

**Pasta Putra Utama, Resta**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura.

e\_mail : [restaputra5@gmail.com](mailto:restaputra5@gmail.com)

## **abstrak**

Tujuan penelitian ini yaitu meneliti proses pembuatan tungku krusibel dengan bahan bakar gas LPG. Pengujian tungku dilakukan dengan melebur aluminium. Aluminium hasil peleburan dituangkan melalui cetakan pasir hitam. Cetakan pasir hitam dibongkar dengan variasi waktu 10 detik dan 1 jam. Hasil coran kemudian dilakukan uji penyusutan, uji porositas, uji kekerasan, uji komposisi kimia dan uji struktur mikro.

Pembuatan dapur krusibel dimulai dengan membuat tungku yang terdiri dari bata tahan api dan bata merah, kemudian disusun melingkar dengan tinggi 85cm dan diameter 75cm. Dilanjutkan membuat sistem pengapian dengan menggunakan pipa berdiameter 9cm yang disambung dengan pipa berdiameter 1cm menggunakan las karbit. Pipa besi tersebut berfungsi sebagai tempat pencampuran antara udara dengan gas. Selanjutnya menyambung pipa berdiameter 2,6cm dengan pipa 7,7cm. Kemudian pipa tersebut di pasang pada drum besi berdiameter 58cm dan tinggi 42,3cm. Pipa besi tersebut berfungsi sebagai pipa penghangat yang digunakan untuk menghangatkan air pada drum. Proses pengujian tungku dilakukan dengan melebur aluminium dan didapatkan suhu tertinggi pada temperatur 820°C dengan lama peleburan 50 menit hingga seluruh aluminium seberat 10kg mencair seluruhnya.

Aluminium coran hasil peleburan tungku krusibel yang dibuat kemudian diuji komposisinya dan didapatkan kandungan (Al) 87,51%, (Si) 7,71%, (Fe) 1.63%, (Zn) 1,21%, (Cr) 1.14% dan unsur-unsur lain. selanjutnya uji kekerasan menggunakan alat uji brinell dan didapatkan nilai kekerasan <70HB pada spesimen dengan variasi waktu pembongkaran cetakan 10 detik dan <70HB pada spesimen dengan variasi waktu pembongkaran 1 jam. Kemudian melakukan pengamatan cacat porositas terhadap dua spesimen tersebut dan didapatkan porositas terbanyak terjadi pada spesimen dengan variasi waktu pembongkaran cetakan 1 jam. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa lama pembongkaran cetakan mempengaruhi jumlah porositas dan kekerasan suatu coran dimana semakin lama waktu pembongkaran akan semakin banyak porositas dan mengakibatkan nilai kekerasan semakin rendah.

**Keywords : Tungku krusibel, Aluminium, Gas**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL UNTUK  
PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS DAN  
PROSES PENGUJIAN TUNGKU SERTA PROSES PENGECORAN  
MELALUI CETAKAN PASIR HITAM DENGAN VARIASI  
WAKTU PEMBONGKARAN**

**Pasta Putra Utama, Resta**

Mechanical Engineering Muhammadiyah University of Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura.

e\_mail : [restaputra5@gmail.com](mailto:restaputra5@gmail.com)

**abstract**

The purpose of this study is to examine the process of making a crucible furnace with LPG gas fuel. The furnace test is done by melting aluminum. The smelting aluminum is poured through a black sand mold. The black sand mold is disassembled with a variation of 10 seconds and 1 hour. Casting aluminum is then carried out shrinkage test, porosity test, hardness test, chemical composition test and microstructure test.

Making krusibel kitchens begins with making a stove consisting of refractory and red brick, then arranged in a circle with a height of 85cm and a diameter of 75cm. Continued to make an ignition system using a 9cm diameter pipe connected with a 1cm diameter pipe using carbide welding. The iron pipe serves as a place for mixing between air and gas. Then connect a 2,6cm diameter pipe with a 7,7cm pipe. Then the pipe is installed on an iron drum with a diameter of 58cm and a height of 42,3cm. The iron pipe serves as a heating pipe that is used to warm water on the drum. The furnace testing process is carried out by melting aluminum and obtaining the highest temperature at a temperature of 820oC with a melting time of 50 minutes until all 10kg of aluminum melts.

Aluminum castings produced by the crucible of the crucible are made and then tested for composition and obtained content (Al) 87.51%, (Si) 7.71%, (Fe) 1.63% ,, (Zn) 1.21%, (Cr) 1.14% and other elements. then the hardness test using brinell test equipment and obtained a hardness value of <70HB in the specimen with a 10-second mold dismantling time and <70HB in the specimen with a variation of the dismantling time of 1 hour. Then observed the porosity defects in the two specimens and found the most porosity in the specimens with a variation of the time of dismantling 1 hour. From the results above it can be concluded that the length of mold demolition affects the amount of porosity and hardness of a cast where the longer the disassembly time, the more porosity and the lower the hardness value.

**Keywords: Crucible furnace, Aluminium, Gas**

## 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
ABSTACT .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4

1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Landasan Teori .....	9
2.2.1 Tungku Krusibel .....	9
2.2.2 Bata Tahan Api .....	12
2.2.3 Cetakan Pasir.....	14
2.2.4 Aluminium .....	19
2.3 Hipotesa Awal .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Metode Penelitian.....	35
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
3.4 Variabel Penelitian .....	35
3.4.1 Variabel Bebas.....	35
3.4.2 Variabel Terikat.....	36
3.4.3 Variabel Terkontrol.....	36

3.5 Alat dan Bahan yang Digunakan .....	37
3.5.1 Alat Penelitian .....	37
3.5.2 Bahan yang Digunakan.....	48
3.6 Prosedur Penelitian .....	51
3.6.1 Prosedur Pembuatan Coran .....	51
3.6.2 Persiapan Pola.....	52
3.6.3 Pembuatan Tungku Krusibel.....	53
3.6.4 Pembuatan dan Perakitan Sistem Pengapian.....	54
3.6.5 Pembuatan Cetakan Pasir Hitam.....	57
3.6.6 Peleburan Logam.....	59
3.6.7 Pengecoran Logam.....	60
3.6.8 Pengujian Cacat Penyusutan.....	61
3.6.9 Pengamatan Porositas.....	62
3.6.10 Pengujian Kekerasan .....	62
3.6.11 Pengamatan Struktur Mikro .....	63
3.6.12 Pengujian Komposisi Kimia.....	64
3.6.13 Pengujian Kadar Clay Pasir .....	66
3.6.14 Pengujian Bentuk Butir Pasir .....	67

3.6.15 Analisa Data.....	67
3.6.16 Jumlah Pengujian Pasir Cetas .....	68
3.6.17 Jumlah Spesimen Pengujian.....	68

#### BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Pengujian Dapur Krusibel.....	69
4.1.1 Pengujian Tungku .....	70
4.1.2 Uji Peleburan .....	71
4.2 Pengujian Spesimen Coran.....	73
4.2.1 Uji Penyusutan.....	73
4.2.2 Uji Porositas.....	77
4.2.3 Uji Kekerasan.....	79
4.2.4 Uji Struktur Mikro .....	80
4.2.5 Uji Komposisi Kimia .....	81
4.3 Pengujian Pasir Hitam .....	83
4.3.1 Uji Kadar Clay .....	83
4.3.2 Uji Bentuk Butir .....	84

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	86
---------------------	----

5.2 Saran.....	87
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam – macam tungku krusibel.....	11
Gambar 2.2 Bagian – bagian cetakan pasir.....	17
Gambar 2.3 Diagram fase Al-Si .....	25
Gambar 2.4 Struktur mikro Al-Si dengan pembesaran 200x.....	25
Gambar 2.5 Diagram paduan Al-Mg .....	26
Gambar 2.6 Struktur mikro Al-Cu.....	27
Gambar 2.7 Diagram fase paduan Al-Mn .....	28
Gambar 2.8 Diagram fase Al-Zn .....	29
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	34
Gambar 3.2 Dapur peleburan 3D.....	37
Gambar 3.3 Dapur peleburan krusibel .....	38
Gambar 3.4 Tungku krusibel.....	38
Gambar 3.5 Tungku krusibel 3D .....	39
Gambar 3.6 Dimensi tungku krusibel 2D .....	39
Gambar 3.7 Flask (rangka cetakan).....	40
Gambar 3.8 Blower .....	40
Gambar 3.9 Wajan.....	41

Gambar 3.10 Drum Besi .....	41
Gambar 3.11 Drum besi 3D .....	42
Gambar 3.12 Dimensi drum .....	42
Gambar 3.13 Pipa penghangat 3D .....	43
Gambar 3.14 Dimensi pipa penghangat .....	43
Gambar 3.15 Ladle .....	44
Gambar 3.16 Saringan.....	44
Gambar 3.17 Penumbuk.....	45
Gambar 3.18 Alat uji rockwell portable.....	45
Gambar 3.19 Alat uji komposisi kimia.....	46
Gambar 3.20 Pemanas untuk uji kadar clay.....	46
Gambar 3.21 Alat uji struktur mikro.....	47
Gambar 3.22 Infrared thermokopel.....	47
Gambar 3.23 Batu tahan api.....	48
Gambar 3.24 Pasir putih.....	49
Gambar 3.25 Pasir hitam.....	49
Gambar 3.26 Semen pengikat.....	50
Gambar 3.27 Air dalam drum.....	50

Gambar 3.28 Diagram alir proses pengecoran.....	51
Gambar 3.29 Bentuk pola secara 3D.....	52
Gambar 3.30 Ukuran dimensi pola.....	52
Gambar 3.31 Proses pencampuran adukan.....	53
Gambar 3.32 penyusunan bata merah.....	54
Gambar 3.33 Pengelasan tutupan pipa besi.....	55
Gambar 3.34 Penyambungan pipa 26mm dengan pipa 77mm.....	55
Gambar 3.35 pengelasan sok besi pada lubang drum.....	56
Gambar 3.36 Pengelasan pipa 10mm dengan pipa 90mm.....	56
Gambar 3.37 Proses menghaluskan pasir dengan ayakan.....	57
Gambar 3.38 Proses meratakan pasir cetak.....	57
Gambar 3.39 Proses menaruh pola pada cetakan pasir.....	58
Gambar 3.40 Proses menumbuk pasir.....	58
Gambar 3.41 Proses pembuatan saluran in-gate.....	59
Gambar 3.42 Proses pengukuran temperatur logam cair.....	60
Gambar 3.43 Proses pengambilan logam cair dengan ladle.....	60
Gambar 3.44 Proses penuangan logam cair kedalam cetakan.....	61
Gambar 4.1 Dapur peleburan krusibel.....	69

Gambar 4.2 Tungku saat peleburan.....	70
Gambar 4.3 Dinding bagian dalam tungku setelah peleburan.....	70
Gambar 4.4 Hubungan antara waktu dengan temperatur aluminium Dan temperatus air .....	72
Gambar 4.5 Spesimen hasil pengecoran.....	73
Gambar 4.6 Diagram Penyusutan.....	77
Gambar 4.7 Cacat porositas variasi bongkar cetakan 1 jam.....	78
Gambar 4.8 Cacat porositas variasi bongkar cetakan 10 detik.....	78
Gambar 4.9 Struktur mikro variasi bongkar cetakan 10 detik.....	80
Gambar 4.10 Struktur mikro variasi bongkar cetakan 1 jam.....	81
Gambar 4.11 Macam bentuk butir pasir.....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik dan sifat aluminium (hans orsted pada tahun 1825 pertama kali diisolasi friedrich wohler pada tahun 1827).....	20
Tabel 3.1 Pengujian pasir cetak.....	68
Tabel 3.2 Jumlah spesimen pengujian.....	68
Tabel 4.1 Hubungan antara waktu dengan temperatur aluminium dan temperatur air.....	72
Tabel 4.2 Dimensi coran dengan dimensi pola.....	74
Tabel 4.3 Hasil uji penyusutan spesimen aluminium.....	76
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekerasan brinell.....	79
Tabel 4.5 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium.....	82
Tabel 4.6 Hasil pengujian kadar clay.....	84