

**DESAIN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL  
UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS  
DAN PROSES PENGAMATAN TUNGKU  
SERTA PROSES PENGUJIAN PENGECORAN MENGGUNAKAN  
CETAKAN PASIR HITAM  
DENGAN VARIASI JARAK PENUANGAN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi S1 pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

**EKA MEILANA**

**NIM : D 200 130 084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**DESAIN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL  
UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS  
DAN PROSES PENGAMATAN TUNGKU  
SERTA PROSES PENGUJIAN PENGEORAN MENGGUNAKAN  
CETAKAN PASIR HITAM  
DENGAN VARIASI JARAK PENUANGAN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :

**EKA MEILANA**

**D 200 130 084**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



**(Agus Yulianto, ST, MT)**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**DESAIN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL  
UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS  
DAN PROSES PENGAMATAN TUNGKU  
SERTA PROSES PENGUJIAN PENGEORAN MENGGUNAKAN  
CETAKAN PASIR HITAM  
DENGAN VARIASI JARAK PENUANGAN**

Oleh :

**EKA MEILANA**

**D 200 130 084**

**Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Selasa, 30 Oktober 2018  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

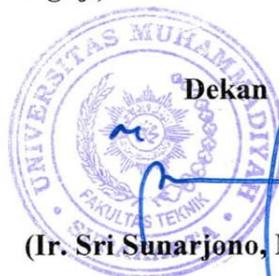
**Dewan Penguji :**

- 1. Agus Yulianto, ST, MT  
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Ir. Ngafwan, MT  
(Anggota 1 Dewan Penguji)**
- 3. Ir. Agus Hariyanto, MT  
(Anggota 2 Dewan Penguji)**

()

()

()



**(Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.)**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diberikan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftarpustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 01 November 2018

Penulis



**EKA MEIANA**

**D 200 130 0084**

**DESAIN DAN PEMBUATAN TUNGKU KRUSIBEL  
UNTUK PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN BAHAN BAKAR GAS  
DAN PROSES PENGAMATAN TUNGKU  
SERTA PROSES PENGUJIAN PENGEORAN MENGGUNAKAN  
CETAKAN PASIR HITAM  
DENGAN VARIASI JARAK PENUANGAN**

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan cara kerja tungku krusibel. Bahan bakar yang dipakai adalah gas LPG. Pengujian tungku dilakukan dengan peleburan aluminium. Hasil peleburan dituangkan kedalam cetakan pasir hitam dengan variasi tinggi penuangan 25 cm dan 50 cm.

Dalam tugas akhir ini, pembuatan krusibel dimulai dari bagian-bagian komponen yang terdiri dari : Drum sebagai tempat gas dan air diameter 57 cm, tinggi 42,3 cm, pada bagian samping drum diberi lubang 2 bagian guna menyambung dengan pipa baja peralon. Pipa penghangat berupa pipa silinder kecil yang dilas dengan 2 pipa silinder panjang berukuran panjang 200 cm, diameter 2,5 cm. Pipa pembakaran menggunakan pipa besi bekas dengan ukuran panjang 125 cm, diameter 9 cm, dilas dengan pipa berukuran diameter 1 cm sebagai masuknya gas, serta penempatan blower dibagian belakang. Tungku krusibel terbuat dari bata api dengan tinggi 85 cm, lebar 75 cm, tebal 10 cm. Tutup tungku berupa plat bundar bekas dengan diameter 75 cm tebal 2 cm.

Pada proses pengujian tungku dilakukan dengan cara pengukuran temperatur ruang tungku 27,4 °C sebelum pengujian, hasil perubahan temperatur pada tungku dilihat dari pengujian melalui alat *infrared thermometer* yang dilakukan setiap 5 menit sekali. Temperatur maksimal yang diperoleh saat pengujian 730,5 °C dengan waktu peleburan 50 menit untuk melebur 10 kg aluminium dan konsumsi bahan bakar selama 100 menit membutuhkan 9 kg gas LPG.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian komposisi kimia di temukan unsur kimia yaitu aluminium (Al) 87,51% sebagai bahan utama, serta silikon (Si) 7,71%. Harga rata-rata kekerasan tertinggi terdapat pada variasi penuangan 50 cm sebesar 70 HB dan harga rata-rata penuangan 25 cm kurang dari <70 HB. Serta pengamatan pada struktur mikro cacat porositas terbanyak ada pada specimen penuangan 25 cm dibandingkan dengan penuangan 50 cm lebih sedikit.

**Kata kunci :** Krusibel, gas, aluminium, metalografi

**Abstract**

*This research aims to create and work the furnace krusibel. The fuel used is LPG gas. Furnace testing is done with aluminum smelting. The result of the smelting is poured into black sand mold with pouring variation of 25 cm and 50 cm.*

*In this final project, the crucible preparation starts from the component parts which consist of: Drum as gas and water vessel diameter 57 cm, height 42,3 cm, drum side is given 2 part hole to connect with peralon steel pipe. Heated pipe is a*

*small welded pipe cylinder with 2 long cylindrical tubes of length 200 cm, diameter 2,5 cm. Combustion pipe using a metal pipe used with a length of 125 cm, diameter 9 cm, welded with a pipe size of 1 cm in diameter as the entry of gas, and the placement of the blower on the back. The crucible furnace is made of fire brick with height 85 cm, width 75 cm, thick 10 cm. Cover the furnace in the form of a circular plate used with a diameter of 75 cm thick 2 cm.*

*In the furnace testing process carried out by measuring the furnace temperature temperature of 27,4 ° C prior to the test, the result of temperature change at the furnace was viewed from the test through an infrared thermometer device performed every 5 minutes. Maximum temperature obtained during the 730,5 ° C test with a 50 minute melting time to melt 10 kg of aluminum and fuel consumption for 100 minutes requires 9 kg of LPG gas.*

*The results showed that the chemical composition test found in the chemical elements aluminum (Al) 87,51% as the main material, and silicon (Si) 7,71%. The highest mean hardness price was found in a 50cm pouring variation of 70 HB and the average price of casting 25 cm less than <70 HB. As well as observations on the microstructure of porosity defects, most were found on a 25 cm pour specimen compared to 50 cm fewer castings.*

**Keywords :** *Krusibel, gas, aluminum, metallography*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berkembangnya industri di Indonesia menjadi kebutuhan akan industri logam juga semakin meningkat. Salah satunya adalah industri logam alumunium sebagai pengganti logam ferrous. Untuk menghasilkan kualitas alumunium yang baik maka perlu suatu pengerjaan pengecoran alumunium yang berkualitas dan dapat bersaing dalam industri logam yang semakin ketat. (Warsono, 2004).

Pengerjaan dalam pengecoran logam alumunium meliputi beberapa tahap diantaranya; bahan baku , pembuatan cetakan proses peleburan, penuangan coran, pembongkaran, pembersihan serta pemeriksaan hasil coran. Industri logam khususnya pengecoran logam mempunyai peranan yang sangat penting dalam menunjang pembangunan saat ini. Untuk itu penanganan yang khusus. (Warsono, 2004).

Peleburan alumunium skala kecil dan sedang biasanya dilakukan dengan tungku krusibel. Ciri khas tungku krusibel adalah digunakan wadah untuk menempatkan logam yang akan dilebur. Wadah tersebut berbentuk krus yaitu menyerupai pot yang diameter atasnya lebih lebar sehingga disebut krusibel atau dikenal sebagai kowi. Tungku ini dibedakan menurut jenis bahan bakar yang digunakan yaitu; kokas atau arang, minyak dan gas. Sedang berdasar konstruksinya tungku dibedakan menjadi tungku dengan kowi tidak tetap, tungku dengan kowi tetap dan tungku tungkik. (Arianto dkk, 2017).

Penggunaan proses pengecoran selain untuk mencairkan logam, juga dipakai untuk proses pembentukan logam sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Pengecoran adalah untuk mencairkan suatu logam setelah itu dituangkan kedalam cetakan dan cara ini banyak digunakan pada masa kini. Pengecoran logam tersebut digunakan dapur peleburan yang berfungsi untuk mencairkan logam. (Supriyanto, 2009).

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian pengaruh tungku (tanur) Krusibel yang berbahan gas LPG dan untuk mengetahui hasil produksi tungku krusibel dengan jarak penuangan ke cetakan pasir hitam terhadap terjadinya penyusutan, cacat porositas, nilai kekerasan, density, struktur mikro dan kandungan komposisi kimia produk. Dengan mempertimbangkan jarak penuangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk alumunium.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Untuk mempermudah penelitian maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana proses perencanaan tungku krusibel ?
- 2) Bagaimana pembuatan tungku krusibel ?
- 3) Bagaimana tungku krusibel bekerja terhadap peleburan logam non ferro ?

- 4) Bagaimana hasil peleburan tungku krusibel terhadap penyusutan dari komposisi kimia, kekerasan, struktur mikro, dan porositas yang dihasilkan tiap variasi jarak penuangan yang berbeda ?

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini sesuai dengan yang diinginkan dan tidak meluas pada pembahasan yang lain, maka penelitian memiliki batasan masalah yaitu:

- 1) Mendesain tungku krusibel dengan media 2D dan 3D.
- 2) Pembuatan tungku krusibel dengan bata tahan api dan semen perekat.
- 3) Pengujian dilakukan dengan melihat terjadinya perubahan temperatur selama 5 menit sekali tanpa melihat perpindahan kalor.
- 4) Material yang digunakan adalah aluminium bekas/rosok.
- 5) Bahan bakar menggunakan gas LPG.
- 6) Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir hitam
- 7) Temperatur logam cair diseragamkan..
- 8) Ketinggian jarak penuangan dengan 25 cm dan 50 cm.
- 9) Pengujian pasir cetak (kadar clay dan bentuk butiran).
- 10) Pengujian komposisi kimia *Emmision Spectrometer* (ASTM E-1251).
- 11) Pengujian kekerasan *brinell* (ASTM E-10).
- 12) Pengujian struktur mikro *Mikroskop Metalografi* (ASTM E-3).

### **1.4 Tujuan Penelitian**

- 1) Mendesain dan membuat tungku krusibel.
- 2) Meneliti proses peleburan dengan tungku krusibel yang dibuat.
- 3) Meneliti kadar clay dan butiran pada cetakan pasir hitam.
- 4) Meneliti komposisi kimia hasil coran dari tungku krusibel.
- 5) Meneliti struktur mikro hasil coran dari tungku krusibel
- 6) Meneliti kekerasan hasil coran dari tungku krusibel.

## 1.5 Tinjauan Pustaka

Hafidh (2016), melakukan penelitian untuk menguji karakteristik dari tungku krusibel pengecoran logam berkapasitas 3 kg. Benda yang dijadikan spesimen adalah alumunium dan bahan bakar yang digunakan adalah gas LPG 3 kg sebagai bahan bakar. Dari hasil analisa data diperoleh kebutuhan panas meleburkan alumunium 2 kg adalah sebanyak 245,915 kkal, sedangkan panas yang keluar dari tungku pembakaran sebesar 1273,169 kkal/jam, kebutuhan bahan bakar adalah 0,416 kg/jam dan efisiensi yang dicapai sebesar 16%. Pada saat pengujian tungku didapat bahwa tekanan kecepatan aliran gas sangat berpengaruh terhadap waktu dan konsumsi bahan bakar. Tungku yang dipakai ini kurang efisien.

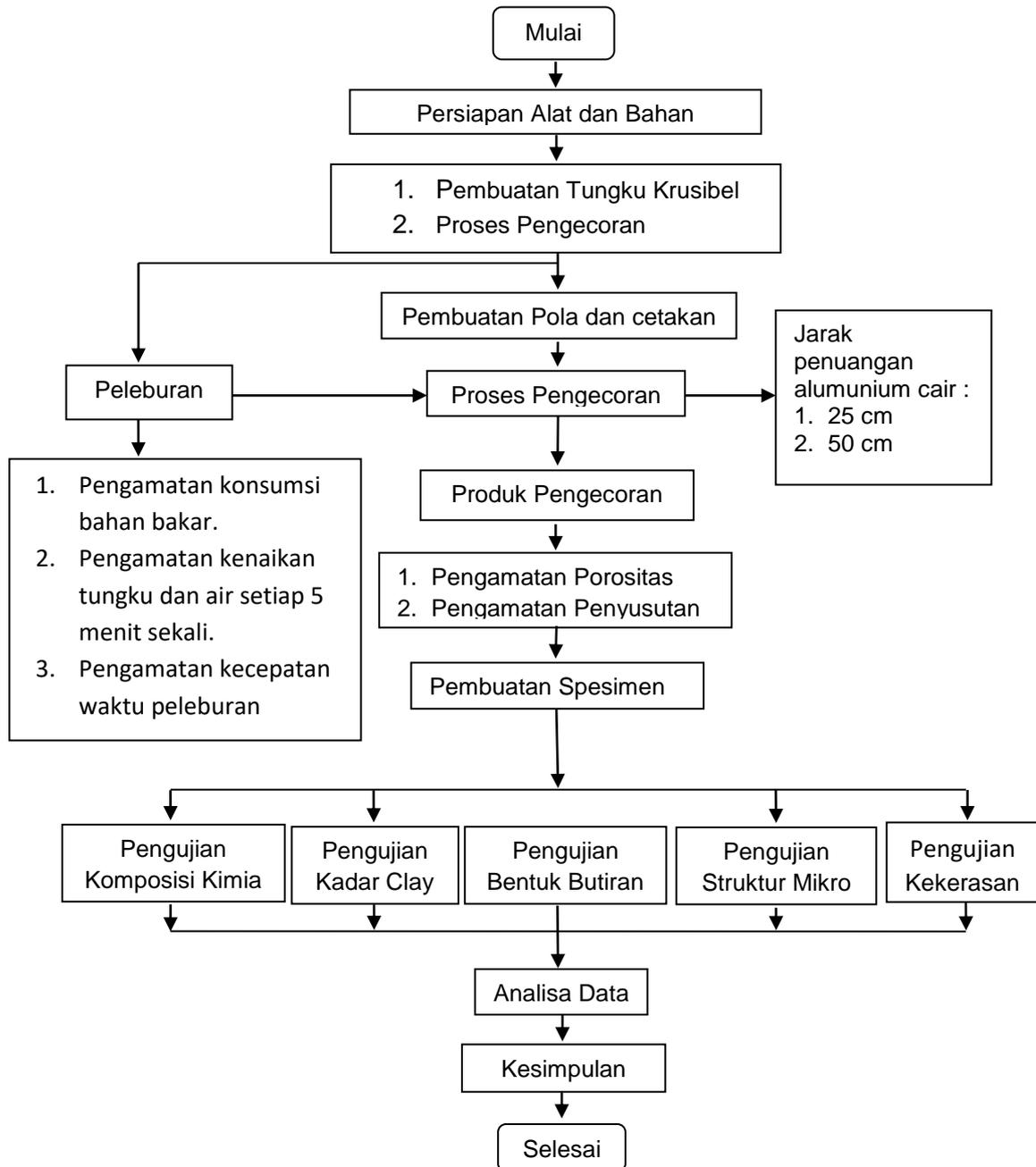
Krusibel diredesain menggunakan tangki bekas yang berbentuk silinder dengan tebal 3 mm, diameter silinder baja 780 mm, tinggi silinder baja 600 mm, tinggi tutup dalam 140 mm, tinggi tutup luar 40 mm, diameter dalam 310 mm, tebal kowi 20 mm, tinggi kowi 290 mm. Dari hasil penelitian dan pembahasan didapat hasil pengujian komposisi kimia didapatkan komposisi kimia dapat digolongkan dalam paduan Al-Si. Dimana unsur Al (86.49), Si (6.89), Fe (1.11), Cu (1.46), Mn (0.102), Mg (0.277), Cr (0.011), Ni (0.141), Zn (324), Sn (0.0542), Ti (0.0764), Pb (0.143), Be (0,00), Ca (0.0061), Sr (0.00), V (0.0072), Zr (0.0100), sehingga termasuk paduan Alumunium paduan cor 356. (Wahyono dkk, 2012).

Cetakan logam memberikan sifat yang baik pada logam cor alumunium karena cacat akibat porositas lebih sedikit daripada jenis cetakan yang lainnya dilakukan oleh Kusuma (2012), serta kekerasan yang paling tinggi. Cetakan pasir akan memberikan sifat yang lebih ulet pada logam cor alumunium, namun cacat porositas sedikit lebih banyak dari pada cetakan logam. Cetakan dari bahan tanah liat dan semen memberikan sifat yang buruk pada logam cor alumunium karena

kekerasan yang rendah dan porositas yang amat banyak terbentuk dipermukaan maupun di dalam logam cor.

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## 2.2 Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas, variabel terikat, variabel terkontrol.

### 1) Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi dari variabel terikat, besarnya ditentukan oleh peneliti, variabel bebas disini yang digunakan adalah perbedaan tinggi penuangan cetakan pasir hitam terhadap hasil pengecoran alumunium dari tungku krusibel yaitu 25 cm dan 50 cm.

### 2) Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang proses pelaksanaannya atau pengujiannya sama dari pada penelitian yang lain, disini variabel terikatnya yaitu peleburan alumunium dengan tungku krusibel berbahan bakar gas.

### 3) Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama penelitian, variabel terkontrol pada penelitian ini meliputi :

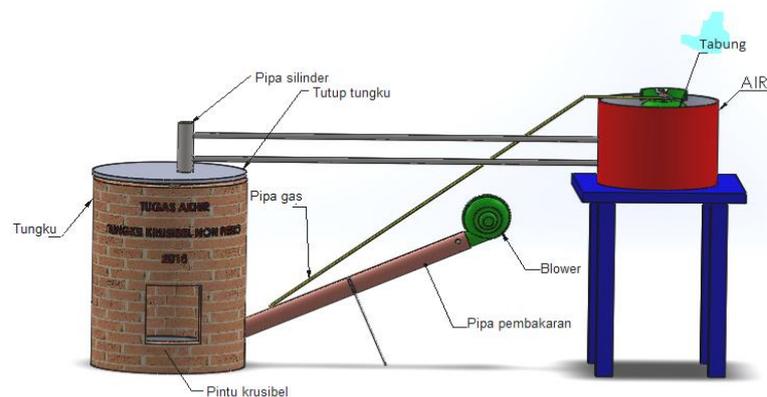
- Temperatur Tungku : 700 °C
- Temperatur Penuangan : 425 °C
- Waktu Peleburan : 50 menit

## 2.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
  - a. Las
  - b. Gerindra
  - c. Ladle
  - d. Penumbuk
  - e. Lanset
  - f. Saringan
  - g. Jangka Sorong
  - h. Rol Meter
  - i. Timbangan Digital
  - j. Infra Red Thermometer
  - k. Stopwatch
  - k. Alat Uji *Spektometer*
  - l. Alat uji *Brinell*
  - f. Mikroskop Metalografi
2. Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini :

- a. Material yang digunakan adalah alumunium bekas meliputi; tromol, plat, gram (chip).
- b. Pasir cetak
- c. Calcium carbonate
- d. Gas LPG

## 2.4 Pembuatan Tungku Krusibel dan Persiapan Komponen



Gambar 2 Tungku krusibel

Langkah-langkah proses pembuatan tungku krusibel :

- 1) Pembelian bahan untuk pembuatan tungku krusibel.
- 2) Pembuatan Tempat Gas dan Air

Tempat gas digunakan untuk menaruh gas serta penampungan air. Tempat gas ini terbuat dari drum besi bekas yang dipotong dengan ukuran ; tebal plat silinder 1 mm, tinggi silinder 42,3 cm, diameter 58,5 cm. Kemudian membuat 2 lubang pada drum untuk menyambungkan antara pipa baja peralon dengan drum.

- 3) Pembuatan Pipa Penghangat

Pipa penghangat digunakan untuk menghangatkan air yang ada didalam drum, agar gas dalam tabung LPG tidak membeku, dengan cara mengalirkan panas dari atas tungku kemudian mengalir lewat pipa atas menuju ke drum penampungan air. Pipa penghangat terdiri

dari 2 jenis pipa, pertama pipa silinder dengan panjang 25 cm, diameternya 7,7 cm. Pipa kedua, pipa peralon berbahan galvalis, panjang 200 cm, diameter 2,5 cm. Pipa silinder dilubangi 2 bagian menggunakan las dengan jarak 12 cm. Kemudian masukkan pipa baja peralon ke pipa sinder dan menyatukan dengan las.

4) Pembuatan Pipa Pembakaran

Pipa pembakaran digunakan untuk mengalirkan udara oksigen dari blower dan gas LPG, yang berguna untuk menyalurkan gas LPG ke tungku krusibel. Pipa pembakaran menggunakan pipa silinder bekas dengan panjang 125 cm, tebal 1 cm, diameter luar 9 cm, dan diameter dalam 8 cm serta lubang masuk gas 1 cm. Lubangi pipa pembakaran kemudian sambungkan pipa gas dengan las, pada bagian belakang pipa disambungkan dengan blower yang sudah disiapkan.

5) Pembuatan Tungku

Tungku digunakan untuk melebur logam alumunium. Pembuatan tungku dengan menggunakan bata tahan api agar lebih tahan terhadap suhu panas yang ada diruang tungku, bata merah menjadi sebuah tabung untuk menghalau udara yang keluar, kemudian mencampurkan pasir dan semen perekat tanpa menggunakan plat sebagai pelapisnya, pembuatan tungku dengan diameter luar 85 cm, diameter dalam 75 cm, tebal 10 cm, ketinggian tungku 85 cm, diameter lubang pembakaran 20 cm, lubang keluar 27 cm x 30 cm.

6) Pembuatan Tutup Tungku

Tutup tungku digunakan untuk menutupi dapur krusibel pada saat proses pengecoran. Pembuatan tutup tungku menggunakan plat bekas dengan diameter 75 cm dan tebal 2 cm.

7) Kowi

Kowi digunakan untuk tempat peleburan alumunium hingga menjadi cair. Kowi ini terbuat dari disini baja dan memanfaatkan wajan bekas. Digunakan untuk dasar peleburan.

## 8) Regulator

Regulator digunakan untuk membuka dan menutup gas yang keluar melalui selang yang dialirkan ke pipa pembakaran.

## 9) Blower

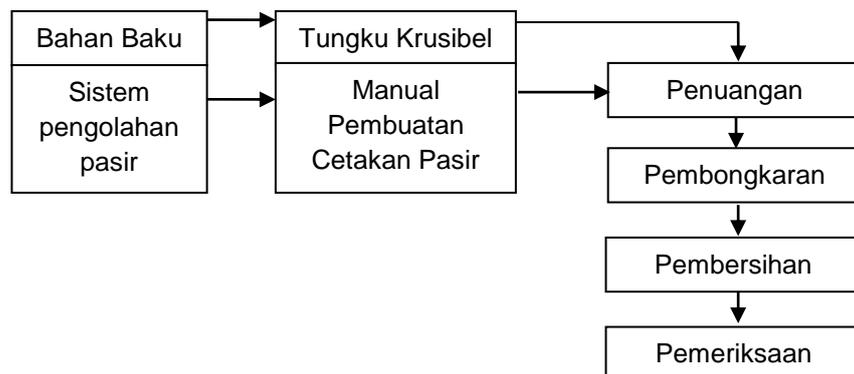
Blower digunakan untuk mengatur kecepatan tekanan udara atau gas yang dialirkan kedalam ruangan pembakaran melalui pipa pembakaran yang sudah disambungkan dengan blower. Diameter 7 cm, voltase 220 V, putaran 3000-3600 rpm.

## 10) Pemasangan

Menyusun komponen-komponen yang sudah dibuat sehingga terbentuk seperti pada gambar 2.

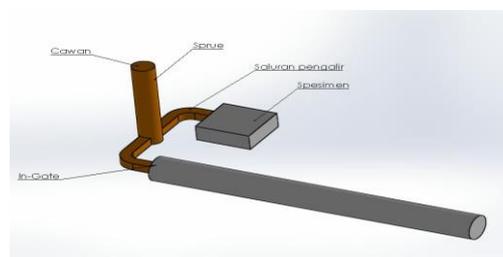
## 2.5 Prosedur Penelitian

### 2.5.1 Proses Pembuatan Coran



Gambar 3 Diagram Aliran Proses Pembuatan Coran

### 2.5.2 Persiapan Pola



Gambar 4 Desain Pola Specimen.

### 2.5.3 Persipan Pasir Cetak

- 1) Mempersiapkan Pasir Hitam dan Air.
- 2) Campurkan pasir hitam dengan air, 80% pasir dan air 20%.

#### 2.5.4 Pembuatan Cetakan Pasir

- 1) Mempersiapkan kerangka cetak (*fask*), pola Produk cor, dan saluran pola.
- 2) Mempersiapkan pasir hitam yang sudah dicampur air.
- 3) Memasukkan pasir hitam kedalam kerangka cetak
- 4) Memasukkan pola kedalam kerangka bawah dan memadatkan pasir dengan tumbukan, serta memberikan calcium carbonat diatas pola dan *drag* agar pasir cetak tidak mudah menempel pada pola dan *drag* tersebut.
- 5) Memasang kerangka cetak atas di atas kerangka cetak bawah.
- 6) Menimbun kembali kerangka cetak pasir hitam hingga penuh dan padat.
- 7) Melepas pipa peralon sebagai sprue.
- 8) Membuka kembali kerangka cetak atas.
- 9) Melepas pola pada kerangka cetakan bawah dan membuat saluran masuk pada cetakan.
- 10) Menutup kembali cetakan bawah dengan cetakan atas.
- 11) Membuat kembali cetakan yang ke 2, dengan mengulangi langkah 1-10 untuk variasi jarak penuangan yang berbeda.

#### 2.5.5 Peleburan Logam Alumunium

- 1) Mempersiapkan dapur krusibel yang sudah dibuat.
- 2) Memasukan kayu bakar untuk memanaskan tungku krusibel.
- 3) Membuka regulator agar api besar yang keluar.
- 4) Menghidupkan blower.
- 5) Memasukan alumunium bekas (rosok) kedalam kowi.
- 6) Menunggu sampai alumunium mencair dan mengukur setiap 5 menit sekali hingga temperatur mencapai 660-700 °C menggunakan *Infrared thermometer*.

#### 2.5.6 Penuangan Alumunium Cair

- 1) Memisahkan kotoran-kotoran di atas alumunium cair.
- 2) Membuat jarak penuangan antara 25 cm dan 50 cm dengan bambu, pengukuran dari atas cetakan pasir.
- 3) Mengambil dan mengukur temperatur alumunium yang sudah cair didalam kowi menggunakan ladle kemudian tuangkan kedalam cetakan pasir yang sudah dibuat.
- 4) Melakukan penuangan 2 kali dengan ukuran jarak penuangan 25 cm dan 50 cm.

#### 2.5.7 Pembongkaran Cetakan Pasir

Cetakan didiamkan selama kurang lebih 5 menit kemudian membogkar dan membersihkan pasir yang menempel pada specimen coran sampai bersih.

### 2.6 Pengamatan Tungku

Dalam penelitian bertujuan untuk mengetahui temperatur tungku dan air dilakukan pengecekan setiap 5 menit sekali menggunakan *infrared thermometer*. Pengamatan dimulai sebelum tungku dipanaskan sampai alumunium dituangkan kedalam cetakan.

### 2.7 Pengamatan Porositas

Pengamatan porositas dilakukan untuk mengetahui cacat porositas produk. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan specimen yang sudah dipotong.
- 2) Melakukan pengamplasan specimen secara bertahap, mulai dari amplas nomor 200 sampai 5000.
- 3) Melakukan pemolesan pada specimen uji menggunakan kain halus yang telah diberi autosol.
- 4) Mengamati cacat porositas specimen dengan mengambil gambar menggunakan kamera DSLR.

### 2.8 Pengujian Cacat Penyusutan

Untuk menghitung prosentase penyusutan menggunakan cara yang dipergunakan Febriantoko (2011) dengan persamaan :

$$S = \frac{(P \text{ cetakan} - P \text{ produk})}{P \text{ cetakan}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana : S : persentase penyusutan

P cetakan : Volume Cetakan

P produk : Volume Produk

## 2.9 Pengujian Pasir

Pengujian pasir disini bertujuan menganalisa butiran pasir dan mengetahui kandungan lempung (clay) pada pasir hitam.

$$\text{Kadar Clay} = \frac{\text{Berat Awal Pasir} - \text{Berat Akhir Pasir}}{\text{Berat Awal Pasir}} \times 100\% \quad (2)$$

## 2.10 Pengujian Komposisi Kimia

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam benda uji. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji Spektrum Komposisi Kimia Universal (*spectrometer*) yang bekerja secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap permukaan sampel uji (yang sudah dihaluskan) dengan gas argon. Penembakan dilakukan 3 titik. Dalam penelitian uji komposisi kimia dilakukan di laboratorium POLMAN Ceper Klaten.

## 2.11 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui hasil kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga dapat diketahui distribusi kekerasan rata-ratanya dari semua bagian yang di uji. Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Pengujian kekerasan menggunakan metode *brinell* (*Portabe Hardness*).

### 2.12 Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro pada hasil pengecoran (Al).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Pengujian Tungku

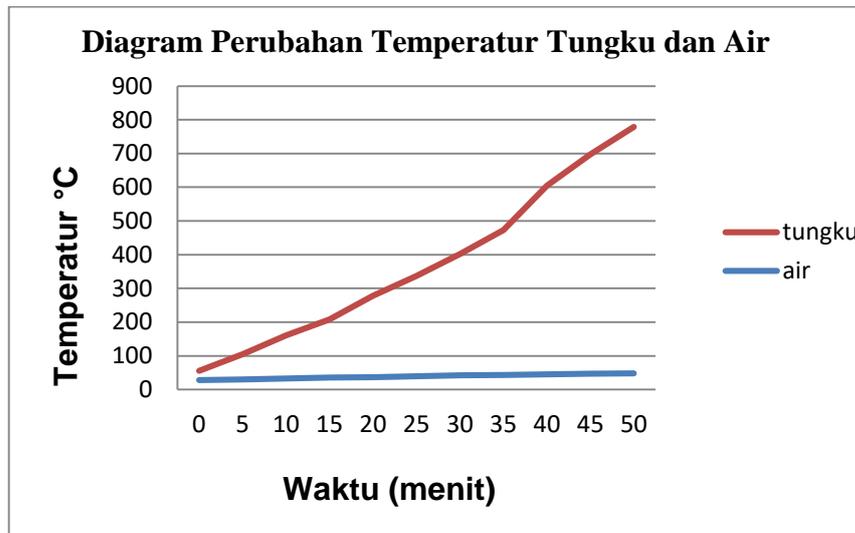
Dari hasil pengujian tungku alumunium diketahui bahwa meleburkan alumunium bekas (rosok) yang terdiri dari tromol, plat, dan terak (chip) yang berjumlah 10 kg dan alumunium dapat mencair pada suhu 730,5 °C memerlukan waktu 50 menit, konsumsi bahan bakar yang diperlukan selama waktu peleburan selama 100 menit menghabiskan 9 kg gas.

### 3.2 Hasil Pengamatan Temperatur

Sebelum melakukan pengamatan temperatur setiap 5 menit sekali ukur terlebih dahulu temperatur ruang dalam tungku krusibel dan temperatur air kemudian nyalakan alat untuk proses peleburan alumunium. Setelah temperatur ruang diukur kemudian lakukan pengamatan dan catat hasil pengamatan setiap 5 menit sekali sampai proses pencairan alumunium mencapai titik didih 730,5 °C. Jika temperatur sudah mencapai 730,5 °C tuangkan pada cetakan pasir hitam yang sudah dipersiapkan.

Tabel 1 Diagram Perubahan Temperatur Tungku dan Air

Waktu (menit)	Temperatur Tungku (°C)	Temperatur Air (°C)
0	27,4	28
5	74,5	30,2
10	127,9	32,7
15	172,3	36,1
20	240,9	37
25	297,2	39,4
30	359,8	41,9
35	430,1	43,2
40	560	45
45	650,3	46,7
50	730,5	47,9



Gambar 5 Grafik perubahan Temperatur Tungku dan Air

### 3.3 Hasil Pengujian Pasir

Pengujian pasir hitam dilakukan di Laboratorium Politeknik Manufactur Ceper, Klaten berikut adalah data hasil pengujian pasir hitam.

#### 3.3.1 Hasil Uji Bentuk Butiran

Dari hasil pengujian yang dilakukan, bentuk butiran pasir **Bersudut tajam**. Butiran bersudut tajam ini memberikan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bersudut bulat, dikarenakan luas bidang kontraknya yang lebih besar dan rongga - rongga yang ada sempit.

#### 3.3.2 Hasil Uji Kadar Clay (lempung)

Tabel 2 Hasil Uji Kadar Clay

Berat Awal (Gram)	Berat Kertas (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Kadar Clay (%)
50,00	1,23	45,06	12,34

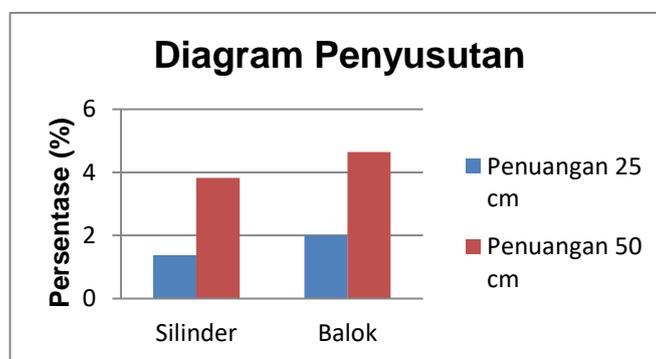
### 3.4 Hasil Pengujian Cacat Penyusutan

Pada penelitian ini bertujuan untuk meneliti perbedaan perubahan bentuk dari yang asli dengan hasil pengecoran dengan cara menghitung presentase penyusutan hasil pengecoran. Perhitungan persentase penyusutan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S = \frac{(V_{asli} - V_{produk})}{V_{asli}} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 3 Hasil Pengecoran Asli dan Hasil Coran

No	Variasi	Silinder		S (%)	Balok			S (%)
		Diameter (cm)	Panjang (cm)		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
1	Pola	2	30		5	5	2	
2	25 cm	1,98	29,9	1,38	4,99	4,98	1,98	2
3	50 cm	1,95	29,6	3,82	4,94	4,95	1,95	4,64



Gambar 6 Diagram penyusutan

### 3.5 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium Politeknik Manufactur Ceper, Klaten dengan menggunakan alat uji *Spectrometer*. Pada pengujian komposisi ini alat dapat melakukan pembacaan secara otomatis sehingga dideteksi beberapa jenis-jenis unsur kimia dan berikut adalah data dan hasil komposisi kimia.

Tabel 4 Data Hasil Uji Komposisi Alumunium

No	Unsur	Sampel Uji	
		Kandungan (%)	Standar Deviasi
1	Al	87,51	0,6933
2	Si	7,71	0,335
3	Fe	1,63	0,471
4	Cu	0,135	0,0025
5	Mn	0,336	0,0538
6	Mg	0,102	0,0642
7	Cr	*1,14	*0,196
8	Ni	0,0767	0,0783
9	Zn	1,21	0,121
10	Sn	0,0688	0,0182
11	Ti	0,0353	0,0020
12	Pb	<0,0300	<0,0000
13	Be	0,0005	0,0001
14	Ca	0,0072	0,0023
15	Sr	<0,0005	<0,0000
16	V	0,0122	0,0037
17	Zr	<0,0030	<0,0000

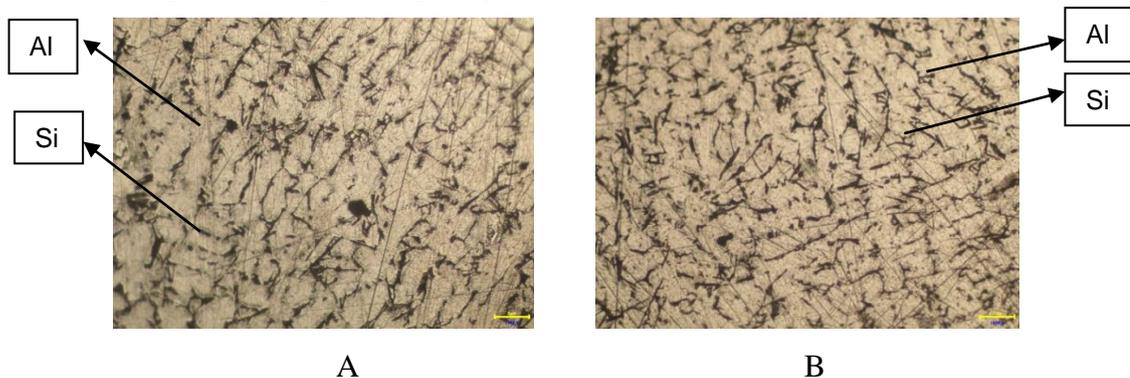
Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, ada 5 unsur yang paling dominan pada coran alumunium yaitu Al (87,51%), Si (7,71%), Fe (1,63%), Zn (1,21), Cr (1,14%). Sehingga dari unsur yang ada pada material ini termasuk logam paduan Silikon (Al-Si), karena unsur (Si) merupakan paduan terbesar yaitu (7,71%).

Pengaruh Si (7,71%) mempunyai pengaruh baik dan mempermudah proses pengecoran, memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran, menurunkan penyusutan dalam coran, meningkatkan ketahanan korosi. Sedangkan pengaruh buruk yang ditimbulkan adalah penurunan keuletan material terhadap bahan kejut dan coran akan rapuh jika kandungan terlalu tinggi. Pengaruh Fe (1,63%) mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan selama proses penuangan dan pengaruh buruk yaitu penurunan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, timbulnya bintik keras pada hasil

coran, peningkatan cacat porositas. Pengaruh Zn (1,21%) menghasilkan efek tidak berguna, konsentrasi paduan kurang dari 3% menaikkan kekuatan sangat tinggi sehingga cenderung memproduksi tegangan retak. Pengaruh Cr (1,14%) mempunyai pengaruh meningkatkan ketangguhan, kemampuan untuk dikeraskan, kemampuan temperatur tinggi, meningkatkan ketahanan korosi.

### 3.6 Hasil Uji Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, menggunakan alat metalografi untuk bahan alumunium dengan pembesaran 100x sehingga diperoleh gambar tampilan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 7 Hasil foto struktur mikro pada pembesaran 200x. (A) Penuangan 25 cm dan (B) Penuangan 50 cm

Struktur mikro terdiri dari Al (alumunium) 87,51% dan Si (silicium/silikon) 7,71%. Unsur Si (hitam) berbentuk kecil memanjang seperti jarum sedangkan unsur Al berupa butiran besar bewarna putih.

Pada gambar 2.8 tentang foto struktur mikro Al – Si, terlihat pada gambar unsur Si nya lebih dominan dari pada penelitian ini. Karena kandungan Si nya sebesar  $\pm 11,7\%$ , sedangkan dalam penelitian ini hanya 7,71% Si.

### 3.7 Hasil Uji Kekerasan *Brinell Portabel*

Tabel 5 Hasil Pengujian *Brinell* Pada Variasi Penuangan 25 cm

Titik	D (mm)	Konversi HB
1	2,50	73,00

2	2,50	73,00
3	2,50	73,00
4	2,55	<70,00
5	2,55	<70,00
Rata-rata		70,00

Tabel 6 Hasil Pengujian *Brinell* Pada Variasi Penuangan 50 cm

Titik	D (mm)	Konversi HB
1	2,55	<70,00
2	2,60	<70,00
3	2,60	<70,00
4	2,55	<70,00
5	2,55	<70,00
Rata-rata		<70,00



Gambar 8 Perbandingan Nilai Kekerasan Produk Cor Alumunium Terhadap Variasi Penuangan

Dari grafik diatas dapat diketahui hasil penuangan 25 cm mempunyai nilai kekerasan *Brinell* tertinggi yaitu 70 HB dan hasil penuangan 50 cm kurang dari <70 HB hal tersebut terjadi karena cacat porositas menyebabkan kekerasan logam berkurang. Specimen dengan jarak penuangan 25 cm memiliki kekerasan tertinggi karena persentase porositasnya paling rendah dibanding dengan jarak penuangan 50 cm.

### 3.8 Hasil Pengamatan Porositas

Hasil pengamatan porositas dapat dilihat secara kasat mata atau dapat dilihat dari permukaan yang berlubang-lubang, dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 9 Porositas specimen

Dari gambar diatas dapat diketahui penguangan 25 cm lebih sedikit porositas nya dan penguangan dengan jarak 50 cm porositas nya lebih banyak.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan menganalisa maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Desain yang dibuat diperoleh gambar 2D dan 3D berupa komponen-komponen tungku krusibel. seperti : drum sebagai tempat gas dibelah menjadi 2 dengan tinggi 42,3 cm dan diameter 58,5 cm, serta sisi samping di beri lubang guna disatukan dengan pipa penghangat. Pipa penghangat terdiri dari beberapa pipa, pipa silinder dengan panjang 25 dan diameter 7 cm, serta 2 pipa baja peralon panjang 200 cm dan diameter 2,5 cm, kemudian pipa – pipa tersebut disambungkan. Pipa pembakaran menggunakan pipa silinder bekas dengan panjang 125 cm dan diameter 9 cm, serta pipa diameter 1 cm yang dilas sebagai lubang masuknya gas. Tungku memiliki tinggi 85 cm diameter dalam 75 cm, diameter

- luar 85 cm, tebal 10 cm dengan material bata api. Tutup tungku menggunakan besi bekas dengan diameter 75 cm, tebal 2 cm.
- 2) Hasil pengamatan tungku tidak mengalami keretakan untuk melebur 10 kg alumunium dengan temperatur tertinggi 730 °C, alumunium dapat mencair pada temperatur 730,5 °C membutuhkan waktu peleburan selama 50 menit dan menghabiskan konsumsi bahan bakar 9 kg selama proses peleburan 100 menit.
  - 3) Hasil uji pasir dapat diperoleh hasil uji bentuk butiran bersudut tajam. Hasil uji kadar clay dengan berat awal 50,00 gram, berat kertas 1,23 gram, berat akhir 45,06 gram, kadar clay 12,34%. Sehingga persentase kadar clay 12,34%.
  - 4) Hasil pengujian komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Al) 87,51%, (Si) 7,71%, (Fe) 1,63%, (Zn) 1,21%, (Cr) 1,14% dan unsur-unsur lainnya. Hasil pengujian penyusutan bahwa variasi penuangan 50 cm memiliki presentase paling besar yaitu 4,64% dan variasi penuangan 25% yaitu 2%. Sehingga penyusutan paling besar terdapat pada variasi penuangan 50 cm sebesar 4,64%.
  - 5) Hasil kekerasan menunjukkan harga kekerasan rata-rata variasi penuangan 25 cm 70 HB dan variasi jarak penuangan 50 cm sebesar <70 HB. Sehingga harga kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi jarak penuangan 25 cm yaitu sebesar 70 HB.
  - 6) Dari pengujian struktur mikro didapat struktur yang ada pada produk coran terdiri dari unsur Si (silicium/siikon) dan Al (alumunium). Unsur Si (hitam) berbentuk kecil memanjang seperti jarum, sedangkan unsur Al berupa butiran besar berwarna putih.

#### **4.2 Saran**

- 1) Melakukan pembelajaran secara mendalam mengenai proses pembuatan tungku sebagai referensi pendukung.

- 2) Pada proses pembuatan produk supaya dilakukan dengan benar sesuai prosedur yang sudah ditentukan agar mendapatkan produk yang berkualitas bagus.
- 3) Pada saat melakukan pengujian pilihlah tempat yang terpercaya dan alat pengujiannya terbaru agar mendapatkan data yang valid.

### **Daftar Pustaka**

- Akuan, A. 2009. *Tungku Peleburan Logam*. Universitas Jendral Ahmad Yani. Bandung
- Anas, Shaleh Havidh. 2016. *Karakteristik Tungku Krusibel Pengecoran Logam dengan Kapasitas 2 Kg*, Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Arianto, Leman dkk. 2017. *Tungku Krusibel dengan Economizer Untuk Praktik Pengecoran di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FT UNY*. Jurnal. Universitas Negri Yogyakarta.
- Avner, Sidney H. 1974. *Introudction to Physical Metalurgi, Edisi ke-2*. McGraw-Hill Book Company.
- Pratiwi, Diah Kusuma. 2012. *Analisa Pengujian, Kekerasan Material Baja Karbon Rendah, Besi, Tembaga, Serta Zn (seng) dengan Menggunakan Metode Uji Kekerasan Brinell*. Skripsi. Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.
- Surdia, Tata. 2000. *Teknik Pengecoran Logam, Edisi ke-2, Cetakan ke-7*, PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Sudjana, Hadi. 2008. *Teknik Pengecoran, Jilid 1. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta.
- Sudjana, Hadi. 2008. *Teknik Pengecoran, Jilid 2. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta.
- Sudjana, Hadi. 2008. *Teknik Pengecoran, Jilid 3. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta.

- Supriyanto. 2009. *Analisis Hasil Pengecoran Alumunium dengan Variasi Media Pendinginan*. Jurnal. Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Wahyono, Eko. 2012. *Redesain Dapur Krusibel dan Penggunaannya Untuk Mengetahui Pengaruh Pemakaian Pasir Resin Pada Cetakan Centrifugal Casting*. Jurnal. Universitas Muhammadiyah Surakarta.