

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AIR SEBAGAI PENDINGIN
TERHADAP *FLANGE* CORAN ALUMINIUM DENGAN MEDIA
CETAKAN PASIR CO₂**



Disusun sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

FRABANGASTA REGA SAPUTRA

D 200 130 166

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AIR SEBAGAI PENDINGIN
TERHADAP FLANGE CORAN ALUMINIUM DENGAN MEDIA
CETAKAN PASIR CO₂

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

FRABANGASTA REGA SAPUTRA

NIM : D 200 130 166

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Masrukan, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AIR SEBAGAI PENDINGIN
TERHADAP FLANGE CORAN ALUMINIUM DENGAN MEDIA
CETAKAN PASIR CO₂**

OLEH :

FRABANGASTA REGA SAPUTRA

NIM : D 200 130 166

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

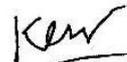
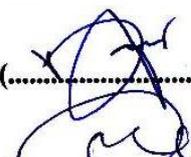
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 26 April 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

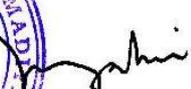
- 1. Ir. Masyrukan, MT.
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Patna Partono, ST, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Dr. Joko Sedyono
(Anggota II Dewan Penguji)**


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,




Ir. Sri Sutarnono, MT., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi 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 diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis **diacu** dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, **maka** akan bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 26 April 2018

Penulis



FRABANGASTA REGA SAPUTRA

NIM : D 200 130 166

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AIR SEBAGAI PENDINGINAN TERHADAP FLANGE CORAN ALUMINIUM DENGAN MEDIA CETAKAN PASIR CO₂

Abstrak

Logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanik yang disebabkan oleh proses pembekuan. Perubahan sifat ini antara lain dipengaruhi media pendingin yang digunakan pada saat proses pendinginan karena sifat fisis dan mekanis suatu logam sangat penting dalam kontruksi permesinan. Maka dalam penelitian ini digunakan media pendinginan yang berbeda yaitu : Air dengan suhu 15°C, Air dengan suhu 27°C dan Air dengan suhu 55°C. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan sifat fisis dan mekanis hasil pengecoran aluminium dengan media pendinginan yang berbeda. Dari pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air suhu 15°C mempunyai nilai kekerasan yang lebih baik dibanding air dengan suhu 27°C dan 55°C. Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada aluminium cor yaitu Si, Fe, Cu, dan Zn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam aluminium paduan seng (Al-Zn).

Kata Kunci : Aluminium (Al), Pendinginan cepat, kekerasan, struktur mikro, komposisi kimia.

Abstract

The metal will undergo phase change during the casting process, both physical and mechanical changes caused by the clotting process. Changes in this character are among others influenced by the cooling medium used during the cooling process due to the physical and mechanical properties of a metal is essential in the construction of machinery. So in this research used different cooling media that is: Water with temperature 15 ° C, Water with temperature 27 ° C and Water with temperature 55 ° C. The purpose of this study was to compare the physical and mechanical properties of aluminum casting with different cooling media. From testing hardness of specimen with water cooling medium 15 ° C has better hardness value than water with temperature 27 ° C and 55 ° C. From the test results of chemical composition there are 17 elements, but only the 4 most influential elements on cast aluminum are Si, Fe, Cu, and Zn the most dominant. Viewed from the elements present in this material can be classified metal aluminum zinc alloy (Al-Zn).

Keywords: Aluminum (Al), Quenching, hardness, micro structure, chemical composition.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman modern sekarang ini kebutuhan manusia akan aluminium makin banyak dikarenakan beberapa perabotan rumah tangga dan alat-alat industri memakai bahan aluminium, disamping harganya yang murah aluminium juga tahan terhadap korosi. Material aluminium tinggal 8% di kerak bumi. Permintaan di seluruh dunia untuk aluminium berkembang 29 juta ton per tahun. 22 juta ton adalah aluminium baru dan 7 juta ton didaur ulang skrap aluminium. Penggunaan aluminium daur ulang secara ekonomi dan lingkungan sangat menarik (Francis, 2012). Dibutuhkan 14.000 KWh untuk menghasilkan 1 ton aluminium baru, sebaliknya dibutuhkan hanya 5% untuk daur ulang per ton aluminium. Tidak ada perbedaan kualitas antara paduan aluminium murni dan daur ulang, membuat penggunaannya aluminium paling banyak digunakan setelah baja (Aalco., 2013).

Pengecoran merupakan proses pembentukan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang kedalam cetakan dan dibiarkan sampai membeku. Bahan yang dipakai dalam cetakan sangat bervariasi, beberapa contoh diantaranya dibuat dari bahan logam, pasir, semen, kulit, keramik, dan sebagainya. Masing-masing bahan cetakan ini akan memberikan pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran logam cair. Kualitas ini terutama mengenai sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses penuangan hingga menjadi membeku. Setiap logam akan mengalami perubahan fasa saat proses pengecoran baik sifat fisiknya maupun sifat mekanisnya dan salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan fasa adalah proses pendinginan yang salah satunya dipengaruhi oleh faktor temperatur dan media pendinginan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi temperatur air sebagai pendinginan terhadap flange coran aluminium dengan media cetakan pasir CO₂

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui komposisi kimia pada produk coran aluminium.
- b. Mengetahui pengaruh variasi temperatur pendinginan terhadap nilai kekerasan produk coran aluminium.
- c. Mengetahui pengaruh variasi temperatur pendinginan terhadap struktur mikro pada produk coran aluminium.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui komposisi kimia pada produk coran aluminium.
- b. Meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi kekerasan produk cor aluminium dengan variasi temperatur air sebagai pendingin.
- c. Meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi struktur mikro produk cor aluminium dengan variasi temperatur air sebagai pendingin.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menentukan arah penelitian serta mengurangi banyaknya permasalahan maka batasan masalah sebagai berikut:

- a. Material yang digunakan adalah aluminium (Al) bekas atau rosok ataupun aluminium yang gagal / cacat produk.
- b. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir CO₂.
- c. Kecepatan penuangan logam cair di anggap seragam.
- d. Volume air 1500 ml.
- e. Pengujian kekerasan hasil coran menggunakan uji kekerasan *Rockwell B*.
- f. Pengujian komposisi kimia hasil coran menggunakan uji *Emmision Spectrometer* (ASTM E-3).

g. Pengujian struktur mikro hasil coran.

1.5 Tinjauan Pustaka

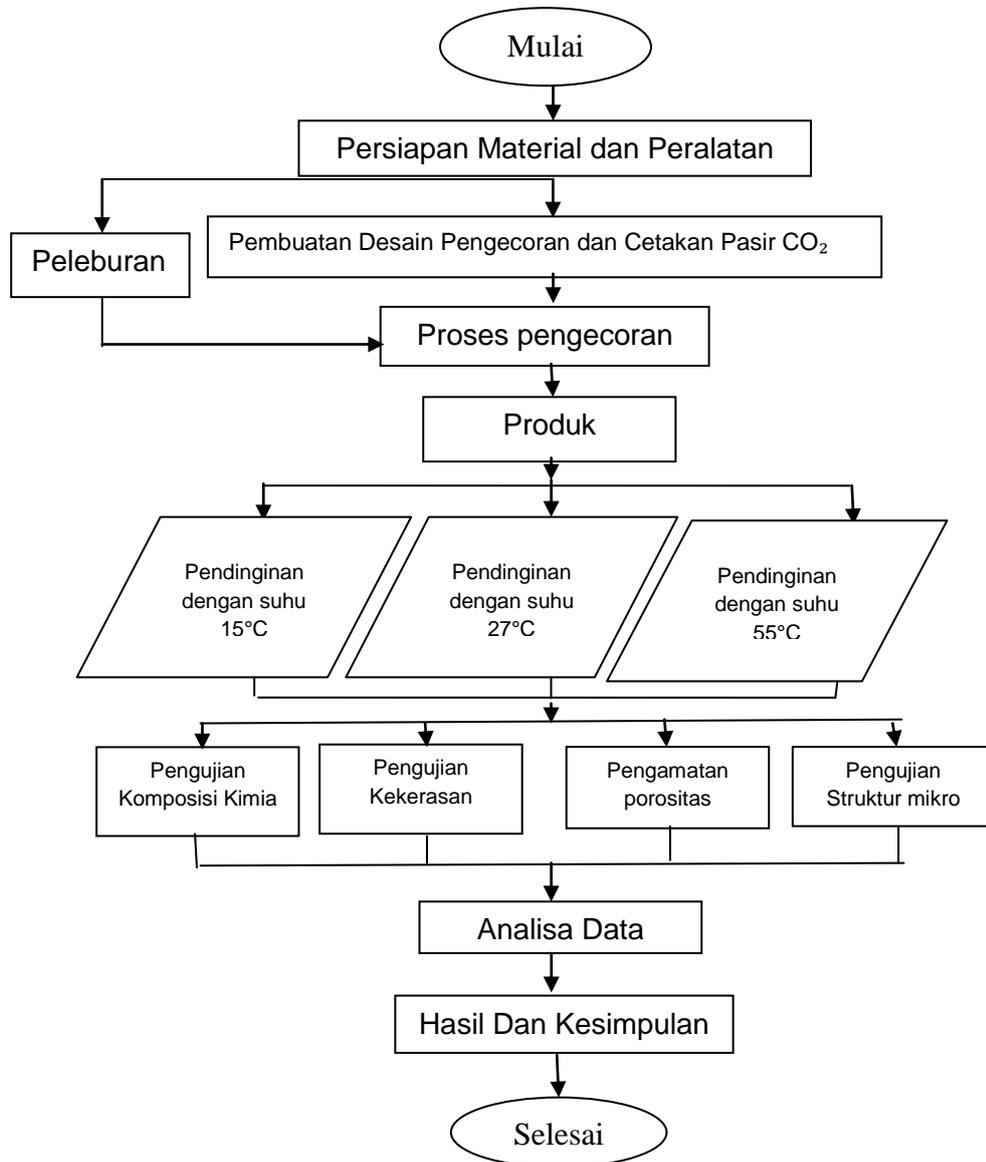
Supriyanto, 2009 meneliti bahwa hasil uji keras pada produk cor aluminium yang menggunakan cetakan pasir menunjukkan bahwa angka kekerasan yang paling tinggi adalah Dari hasil pengujian ketangguhan benda uji dengan media pendinginan udara suhu kamar lebih tangguh dibandingkan dengan benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40. Hal ini dikarenakan laju pendinginan udara suhu kamar lebih lambat dibanding laju pendinginan oli SAE 40 dan air sumur, struktur mikro benda uji pendinginan udara suhu kamar unsur magnesium (Mg) yang terbentuk lebih banyak dan merata dari benda uji pendinginan oli SAE 40 dan air sumur.

Yuli Cahyo Pamungkas dkk, 2016 Pengaruh quenching menggunakan air-oli SAE 40 dengan perbandingan 10%-90% lama pencelupan 5 menit, 10 menit, 15 menit terhadap kekerasan Al-Si, mengindikasikan, bahwa lama pencelupan dalam proses quenching yang menggunakan campuran media pendingin 90% air dan 10% oli Mesran SAE 40 berpengaruh terhadap tingkat kekerasan paduan Al-Si. Pengaruh tersebut tampak dari kecenderungan tingkat kekerasan yang meningkat, yakni 57,54 HV untuk lama pencelupan 5 menit, 58,01 HV untuk lama pencelupan 10 menit, dan 58,15 HV untuk lama pencelupan 15 menit.

Elin Nuraini dkk,1996 Pengaruh media pendingin udara, pasir, dan air memberikan perbedaan kekerasan dan ukuran butir AlMg2 yang mengalami perlakuan panas pada suhu 200°C selama 6 jam. Dengan pendingin air diperoleh kekerasan tertinggi yaitu 59 kg/mm² dan terendah adalah dengan pendingin pasir diperoleh 57,5 kg/mm², sedangkan dengan pendingin udara diperoleh 58,7 kg/mm². Ukuran butir yang diperoleh adalah 26,8 µm, 27,3 µm dan 27,0 µm.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Cangkul
2. Penumbuk
3. Tabung Silinder
4. Dapur Pelebur
5. Kerangka Cetakan
6. Gancu
7. Ladel
8. Kowi
9. Mikroskop Metalografi
10. Infra Red Thermometer
11. Mesin Pengaduk
12. Thermocouple
13. Digital Caliper
14. Alat Uji Spektrometer
15. Tabung Ga Co₂
16. Alat Uji Kekerasan HRB

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Aluminium bekas atau rosok yang berasal dari *sparepart* pabrik dan berbagai bahan campuran logam aluminium.
2. Kalsium karbonat (bubuk anti air)
3. Pasir silika
4. *Water glass*
5. Air suhu 15°C
6. Air suhu 27°C
7. Air suhu 55°C

2.3 Langkah Penelitian

2.3.1 Pembuatan Cetakan

- a.) Mempersiapkan kerangka cetakan berbentuk kotak
- b.) Mempersiapkan papan kayu diletakkan bagian bawah sebagai alas kerangka cetak bawah.
- c.) Meletakkan kerangka cetakan diatas papan kayu dan meletakkan pola flange diatas papan kayu.
- d.) Mencampurkan pasir silika dan cairan water glass secukupnya kemudian diaduk hingga tercampur merata dan sedikit mengeras \pm 1 menit .
- e.) Mengisi pasir silika yang sudah tercampur dan diaduk dengan cairan water glass sampai batas permukaan kerangka cetakan, kemudian dipadatkan menggunakan penumbuk hingga padat merata setelah itu bagian atas kerangka cetakan diletakkan papan kayu kemudian dibalik berada dibawah dan bagian bawah pola flange berada diatas .

- f.) Mengambil papan kayu yang berada diatas dan meratakan pasir yang berada dipermukaan apabila masih terdapat pasir yang belum merata sempurna menggunakan sendok.
- g.) Melapisi bagian atas cetakan menggunakan kantong kresek agar pada saat melakukan proses memberi gas co pada pasir tidak menembus ke bagian bawah cetakan, setelah itu memasang lagi kerangka cetakan dan meletakkan tabung silinder berukuran ± 1 cm yang berfungsi sebagai saluran turun sprue dan mengisi pasir yang tercampur water glass tersebut ke dalam cetakan bagian atas yang sudah dilapisi dengan kantong kresek hingga menutupi permukaan kerangka cetakan dan kemudian ratakan.
- h.) Kemudian mencabut tabung silinder tadi dan terbentuklah saluran turun sprue setelah itu membuat saluran udara pada bagian tengah menggunakan tabung silinder berukuran ± 1 cm pada cetakan guna membuang gas – gas pada saat penuangan cairan coran.
- i.) Kemudian membuat saluran masuk gas co_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5$ mm sebanyak 3 titik masing - masing pada bagian samping kanan dan kiri dan 3 titik pada bagian tengah.
- j.) Setelah itu memberikan gas co_2 dengan tekanan $\pm 1 - 1,5$ N/m² kedalam saluran gas co_2 yang sudah dibuat sebelumnya hingga mengeras dengan waktu ± 1 menit.
- k.) Mengangkat cetakan bagian atas, kemudian mengambil pola flange dengan cara menancapkan paku ke pol kemudian diketuk perlahan – lahan agar pola bergeser setelah itu diambil pola tersebut secara perlahan sehingga cetakan pasir co_2 tidak runtuh, setelah itu meratakan bagian yang belum rata.
- l.) Kemudian membuat saluran masuk gas co_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5$ cm pada cetakan bawah pada 3 titik masing – masing bagian pojok dan 2 titik pada bagian tengah.

m.) Membuat saluran masuk ingate pada pola atas posisikan dipojok dan dipresisikan dengan lubang dari saluran turun sprue, setelah itu memberikan gas CO_2 dengan tekanan $\pm 1 - 1,5 \text{ N/m}^2$ kedalam saluran gas CO_2 yang sudah dibuat sebelumnya hingga mengeras dengan waktu ± 1 menit, kemudian memasang kembali cetakan atas dan dipresisikan antara lubang saluran turun (sprue) dan saluran masuk (ingate).

2.3.2 Proses Pengecoran

1. Persiapan bahan untuk pengecoran Aluminium (Al) rosok .



Gambar 2. Aluminium (Al) rosok.

2. Mempersiapkan semua kebutuhan untuk Variasi Pendingannya :

- Pendinginan Air suhu 15°C .
- Pendinginan Air suhu 27°C .
- Pendinginan Air suhu 55°C

3. Peleburan menggunakan tungku Kupola yang dilakukan di CV. ARBA JAYA LOGAM Ceper, Klaten.



Gambar 3. Peleburan Material.

4. Pengecoran dan pembuatan spesimen yang akan dilakukan uji sifat Fisis dan sifat mekanis dengan menggunakan cetakan Pasir CO₂.



Gambar 4. Penuangan kedalam Cetakan.

5. Pembongkaran cetakan.

Cetakan pasir kali, pasir CO₂ dan logam dibongkar untuk mengeluarkan produk cor. Sistem saluran dipisahkan dari produk cor. Produk cor dibersihkan dan diberi label atau tanda untuk membedakan setiap variasi cetakan. Kemudian spesimen difoto.



Gambar 5. Pembongkaran Cetakan

2.3.3 Proses Pendinginan

Pendinginan dengan variasi 3 media yaitu air suhu 15°C, air suhu 27°C dan air suhu 55°C. Prosesnya adalah setelah Aluminium (Al) cair dituangkan dari ledel ke dalam lubang saluran masuk cetakan Pasir CO₂ dan didiamkan 10 menit setelah dirasa sudah mengeras lalu cetakan dibongkar dan spesimen dimasukkan ke dalam 3 media pendinginan tersebut, sistem pendinginan dalam pengecoran aluminium (Al) menggunakan beberapa media pendingin dan lama pendinginan 1 jam.



Gambar 6.(A)Media pendinginan air suhu 15°C, (B) Media pendinginan air suhu 27°C, (C) Media pendinginan air suhu 55°C.

2.3.4 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari spesimen dan mengamati cacat porositas secara mikroskopis.

2.3.5 Pengujian komposisi kimia

Bertujuan untuk mengetahui prosentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam spesimen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji spektrum komposisi kimia universal (*spectrometer*) yang bekerja secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap permukaan spesimen (sudah dihaluskan) dengan gas argon. Penembakan dilakukan pada 3 titik. Pengujian ini dilakukan di laboratorium POLMAN, Ceper Klaten.

2.3.6 Pengamatan Porositas

Pada pengamatan porositas ini dilakukan dengan cara memotong sebagian spesimen dengan secara acak. Kemudian pada bagian potongan tersebut dilakukan *mounting* dengan menggunakan resin dan katalis yang kemudian diampelas sampai halus dan diberi autosol supaya porositas dapat terlihat jelas dan setelah itu difoto makro menggunakan kamera dan dilakukan perbandingan dari setiap variasi pendingin.

2.3.7 Pengujian Kekerasan

Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga diketahui distribusi kekerasan rata-ratanya dari semua bagian yang diuji.

2.3.8 Analisa Data

1. Mengamati penurunan temperature panas pada saat proses pendinginan.
2. Mengamati cacat porositas yang terjadi dan membandingkan setiap variasi pendinginan.
3. Menganalisa komposisi kimia.
4. Menganalisa kekerasan setiap variasi pendinginan.
5. Mengamati struktur mikro spesimen setiap variasi pendinginan.
6. Menarik kesimpulan.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perubahan Temperatur Dengan Variasi Media Pendingin Pada Saat Proses Pendinginan Aluminium (Al) Cor.

Tabel 1. Perubahan Temperatur Setiap 10 Menit sekali dengan Variasi media pendingin pada saat proses pendingin

WAKTU (menit)	Air Suhu 15°C		Air Suhu 27°C		Air Suhu 55°C	
	Suhu Benda °C	Suhu Air °C	Suhu Benda °C	Suhu Air °C	Suhu Benda °C	Suhu Air °C
10	25	27	43,1	31,5	45,1	42,3
20	26,7	27,5	40,8	31,8	41,7	40,6
30	27,6	28,1	38,1	32,2	39,3	38,5
40	28,2	28,5	37,1	32,3	37	36,5
50	28,5	27,9	35,6	31,5	34,5	34,6
60	28,6	27,7	34,6	30,8	33,5	32,4
Rata-rata	0,72	0,14	1,7	0,14	2,32	1,98

Di bawah ini merupakan rumus dan perhitungan yang digunakan untuk mencari rata-rata penurunan suhu di setiap 10 menit :

$$\text{Min Perubahan Suhu} = \frac{(t_1-t_2)+(t_2-t_3)+(t_3-t_4)+(t_4-t_5)+(t_5-t_6)\dots\dots\dots(3.1)}{5} \quad (1)$$

$$= \frac{(25-26,7)+(26,7-27,6)+(27,6-28,2)+(28,2-28,5)+(28,5-28,6)}{5}$$

$$= \frac{(-1,7)+(-0,9)+(-0,6)+(-0,3)+(-0,1)}{5}$$

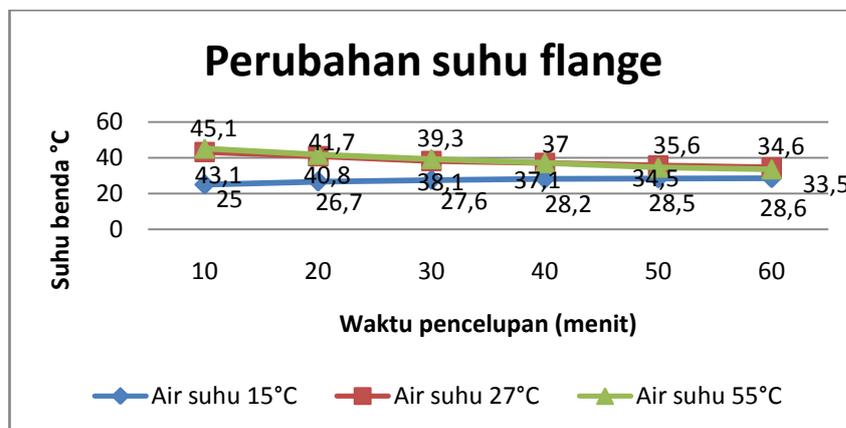
$$= \frac{-3,6}{5}$$

$$= -0,72$$

3.1.1 Pembahasan perubahan temperatur

a). Perubahan suhu flange

Pengukuran penurunan temperature pada media pendingin dilakukan setiap 10 menit sekali dengan menggunakan Thermometer Infrared,lama pendinginan 1 jam. Pengukuran pada media pendingin dilakukan dengan cara alat ukur di hadapkan pada spesimen dalam kondisi di dinginkan kan maka akan terpancar sinar infrared yang akan menampilkan hasil atau temperature pada layar thermometer infrared Dari data hasil table di atas memperoleh grafik sebagai berikut :



Grafik 1 Perubahan Suhu Flange

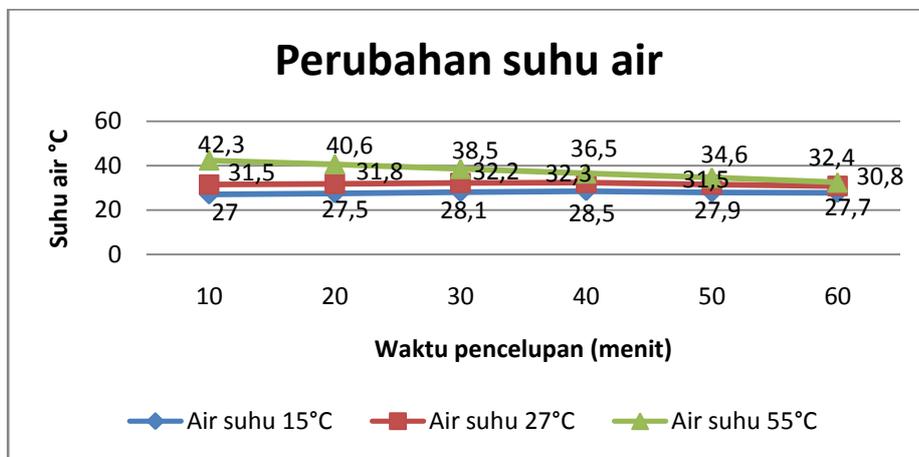
Dari hasil pengukuran perubahan temperatur setiap 10 menit sekali selama 1 jam memperoleh 6 hasil penurunan suhu setiap variasi pendinginannya. 10 menit pertama untuk pendinginan dengan suhu 15°C suhu flange berada di 25°C, dengan pendinginan 27°C suhu flange 43,1 °C, dan dengan pendinginan 55°C suhu flange 45,1°C, kemudian 10 menit ke 2 suhu flange dengan pendinginan 15°C berada di 26,7°C, dengan pendinginan suhu 27°C suhu flange 40,8°C dan dengan pendinginan 55°C suhu flange 41,7°C. Pada 10 menit ke 3 suhu flange dengan pendinginan 15°C berada di 27,6°C, dengan pendinginan 27°C suhu flange 38,1°C, dengan pendinginan 55°C suhu flange 39,3°C. Kemudian pada 10 menit ke 4 suhu flange dengan pendinginan suhu 15°C berada di 28,2°C, pada pendinginan 27°C suhu flange berada di 37,1°C dan pada pendinginan 55°C suhu flange 37°C. Kemudian 10 menit ke 5 suhu flange pada pendingina 15°C berada di 28,5°C, pada pendinginan suhu 27°C suhu flange 35,6°C, pada pendinginan suhu 55°C suhu flange 34,5°C. Kemudian 10 menit ke 6 suhu flange pendinginan 15°C berada di 28,6°C, pendinginan suhu 27°C suhu flange menjadi 34,6°C dan pendinginan suhu 55°C suhu flange 33,5°C. Dapat disimpulkan bahwa suhu flange dengan pendinginan suhu 15°C mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena suhu flange di 10 menit pertama mengalami perubahan suhu yang drastis, sehingga panas dari flange berpindah ke air. Setelah itu suhu flange mengikuti dengan suhu air oleh sebab itu suhu flange semakin meningkat. Kemudian pada suhu 27°C suhu flange lambat laun semakin menurun sama halnya dengan pendingin suhu 55°C.

b). Perubahan suhu air

Pengukuran penurunan temperature pada media pendingin dilakukan setiap 10 menit sekali dengan menggunakan Thermometer Infrared, lama pendinginan 1 jam. Pengukuran pada media pendingin dilakukan dengan cara alat ukur di hadapkan pada spesimen dalam kondisi di dinginkan maka

akan terpancar sinar infrared yang akan menampilkan hasil atau temperature pada layar thermometer infrared

Dari data hasil table di atas memperoleh grafik sebagai berikut :



Grafik 2 Perubahan Suhu Air

Dari hasil pengukuran perubahan temperatur setiap 10 menit sekali selama 1 jam memperoleh 6 hasil penurunan suhu setiap variasi pendinginannya. 10 menit pertama untuk pendinginan dengan suhu 15°C suhu air berada di 27°C, dengan pendinginan 27°C suhu air 31,5 °C, dan dengan pendinginan 55°C suhu air 42,3°C, kemudian 10 menit ke 2 suhu air dengan pendinginan 15°C berada di 27,5°C, dengan pendinginan suhu 27°C suhu air 31,8°C dan dengan pendinginan 55°C suhu air 40,6°C. Pada 10 menit ke 3 suhu air dengan pendinginan 15°C berada di 28,1°C, dengan pendinginan 27°C suhu air 32,2°C, dengan pendinginan 55°C suhu air 38,5°C. Kemudian pada 10 menit ke 4 suhu air dengan pendinginan suhu 15°C berada di 28,5°C, pada pendinginan 27°C suhu air berada di 32,3°C dan pada pendinginan 55°C suhu air 36,5°C. Kemudian 10 menit ke 5 suhu air pada pendinginan 15°C berada di 27,9°C, pada pendinginan suhu 27°C suhu air 31,5°C, pada pendinginan suhu 55°C suhu air 34,6°C. Kemudian 10 menit ke 6 suhu air pendinginan 15°C berada di 27,7°C, pendinginan suhu 27°C suhu air menjadi

30,8°C dan pendinginan suhu 55°C suhu air 32,4°C. Dapat disimpulkan bahwa suhu flange dengan pendinginan suhu 15°C mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena suhu mula-mula air mengalami perubahan suhu yang drastis, sehingga panas dari flange berpindah ke air. Setelah itu suhu air semakin meningkat dan sampai suhu kamar. Kemudian dengan pendinginan suhu 27°C mengalami perubahan suhu yang tidak menentu, awal-awalnya suhu semakin naik sampai 10 menit ke 4 kemudian turun pada 10 menit ke 5 dan 6. Hal ini dapat dijelaskan karena suhu air lambat laun akan semakin meningkat dan turun kembali ke suhu kamar. Peningkatan sampai 10 menit ke 4 terjadi karena efek dari panasnya flange yang berpindah ke air. Setelah itu untuk suhu 55°C suhu air semakin turun sampai 10 menit ke 6.

3.2 Data Hasil Komposisi Kimia

Setelah dilakukan proses pengecoran, maka perlu dilakukan uji komposisi kimia guna mengetahui komposisi unsur-unsur kimia yang terdapat dalam produk hasil cor. Pada pengujian ini dilakukan di Laboratorium Logam Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten. Dari hasil pengujian komposisi kimia diperoleh data hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Kimia

No	Unsur	Sampel Uji	
		Kandungan (%)	Deviasi
1	Al	98,46	0,0158
2	Si	0,180	0,0149
3	Fe	0,387	0,0556
4	Cu	0,167	0,0007
5	Mn	<0,0200	<0,0000
6	Mg	<0,0500	<0,0000
7	Cr	<0,0150	<0,0000

8	Ni	<0,0200	<0,0000
9	Zn	0,601	0,0385
10	Sn	<0,0500	<0,0000
11	Ti	<0,0100	<0,0000
12	Pb	<0,0300	<0,0000
13	Be	0,0001	<0,0000
14	Ca	0,0043	0,0009
15	Sr	<0,0005	<0,0000
16	V	<0,0100	<0,0000
17	Zr	<0,0030	<0,0000

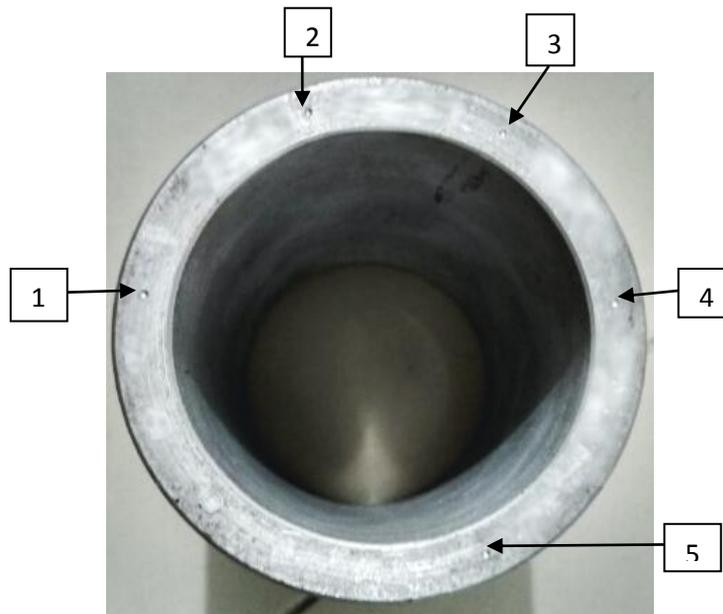
3.2.1 Pembahasan Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada aluminium cor yaitu Si, Fe, Cu, dan Zn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam aluminium paduan seng (Al-Zn).

Pengaruh Seng (Zn) 0,601% mempunyai pengaruh baik akan menaikkan nilai tensile (kekuatan Tarik) pada produk cor. Pengaruh besi (Fe) 0,387 % dalam aluminium yaitu penurunan sifat mekanis.

3.3 Pengujian Kekerasan Hasil Produk Cor Aluminium

Pengujian kekerasan menggunakan HR_B (Hardness Rockwell Ball type B) dengan beban 981 N (100,034 Kgf) menggunakan penetrator bola diameter 1/16 in. dilakukan pada 5 titik pada bagian spesimen :



Gambar 9. Posisi Titik Kekerasan Spesimen.

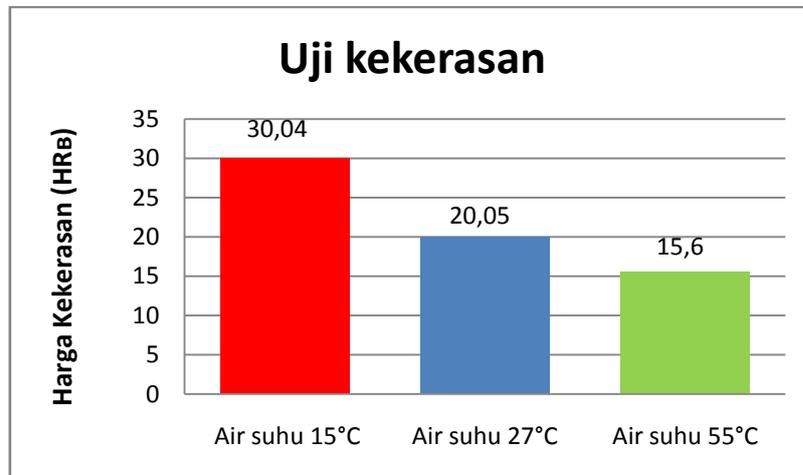
3.3.1 Harga Kekerasan HR_B (*Hardness Rockwell Ball type B*)

Harga kekerasan HR_B (*Hardness Rockwell Ball type B*) variasi pendinginan air suhu 15°C, air suhu 27°C dan air suhu 55°C terhadap hasil produk aluminium cor :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan HR_B.

NO	Media Pendinginan	Kekerasan HR _B					Rata-rata HR _B
1	Suhu 15°C	30,77	29,25	29,90	30,29	29,97	30,04
2	Suhu 27°C	20,71	20,87	19,45	19,40	19,80	20,05
3	Suhu 55°C	16,67	15,76	15,00	15,31	15,24	15,60

Data uji kekerasan diubah dalam histogram perbandingan dari setiap variasi pendingin yang ada pada gambar berikut :



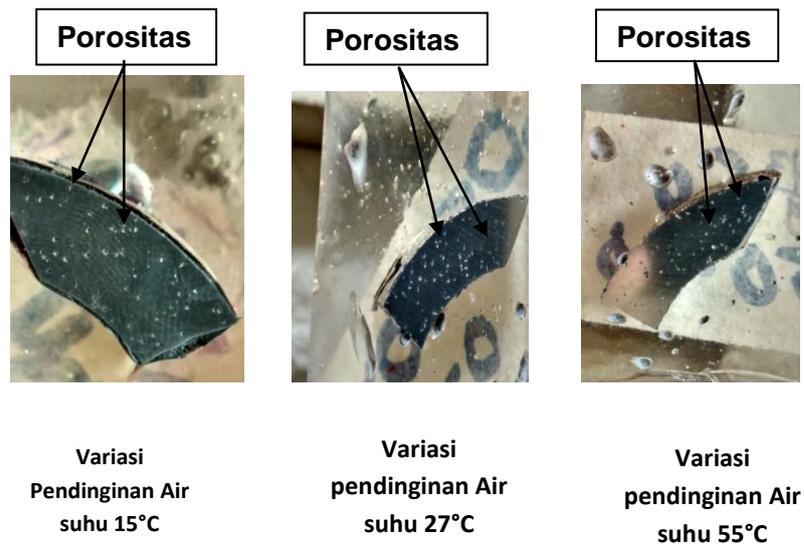
Grafik 3. hubungan kekerasan dengan variasi pendinginan

3.3.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan

Dari Hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan suhu 15°C lebih keras yaitu 30,04 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan suhu 27°C yaitu 20,05 dan media pendinginan suhu 55°C yang bernilai 15,6. Laju dari pendinginan menggunakan media pendingin suhu 15°C lebih cepat dibandingkan dengan yang lain, oleh karena itu hasil kekerasannya juga lebih baik.

3.4 Pengamatan Porositas

Pada pengamatan porositas ini dilakukan dengan cara memotong sebagian spesimen dengan secara acak. Kemudian pada bagian potongan tersebut dilakukan *mounting* dengan menggunakan resin dan katalis yang kemudian diampas sampai halus dan diberi autosol supaya porositas dapat terlihat jelas dan setelah itu difoto makro menggunakan kamera dan dilakukan perbandingan dari setiap variasi pendingin . Hasilnya sebagai berikut :



Gambar 11. Hasil Foto Makro Cacat Porositas

3.4.1 Pembahasan Pengamatan Cacat Porositas

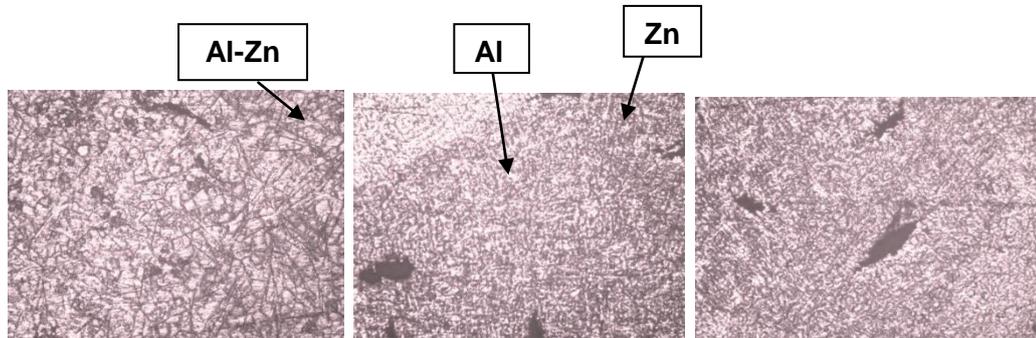
Berdasarkan hasil dari foto makro kamera diatas (gambar 7) dapat dilihat bahwa hasil produk yang menggunakan variasi pendinginan suhu 15°C memiliki tingkat porositas yang lebih sedikit atau rendah dibandingkan dengan variasi pendinginan suhu 27°C dan variasi pendinginan suhu 55°C. Sedangkan pada variasi pendinginan suhu 27°C dan variasi pendinginan suhu 55°C. kedua-duanya memiliki tingkat cacat porositas yang lebih banyak jika dibandingkan dengan variasi pendinginan suhu 15°C.

keberadaan porositas akan mempengaruhi tingkat kekerasan dari suatu produk cor, semakin banyak cacat porositas pada suatu benda/produk maka tingkat kekerasan akan menurun begitu juga dengan sebaliknya. Maka produk ini semakin tidak aman untuk dijadikan bahan untuk membuat komponen yang bergerak

3.5 Struktur Mikro

Pada Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi untuk bahan aluminium variasi pendinginan dengan

pembesaran 100x dan 200x didapatkan gambar seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

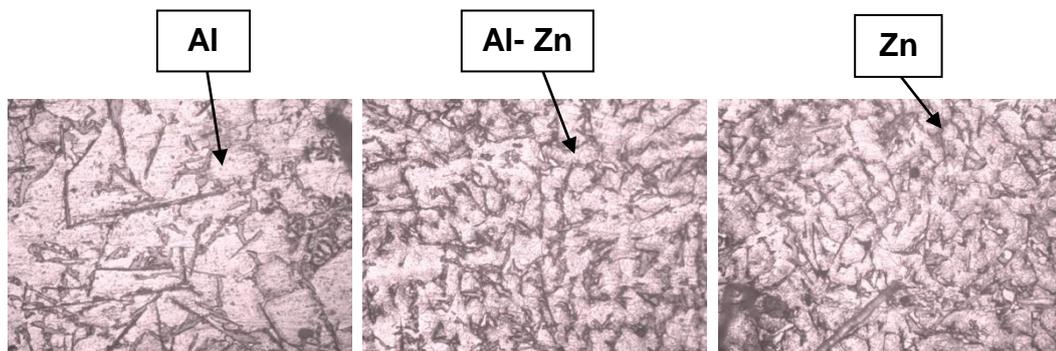


A. Variasi pendinginan
Air suhu 15°C

B. Variasi pendinginan
Air suhu 27°C

C. Variasi pendinginan
Air suhu 55°C

Gambar 12. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 100x. (A) Variasi pendinginan Air suhu 15°C, (B) Variasi pendinginan Air suhu 27°C, (C) Variasi pendinginan Air suhu 55°C.



A. Variasi pendinginan
Air suhu 15°C

B. Variasi pendinginan
Air suhu 27°C

C. Variasi pendinginan
Air suhu 55°C

Gambar 13. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 200x. (A) Variasi pendinginan air suhu 15°C, (B) Variasi pendinginan Air suhu 27°C, (C) Variasi pendinginan air suhu 55°C.

Struktur mikro terdiri dari unsur Al (aluminium) dan Zn (seng). Unsur aluminium (Al) berupa butiran besar yang berwarna putih, sedangkan unsur seng (Zn) berbentuk kecil memanjang seperti jarum dan berwarna hitam. Dapat kita lihat bahwa untuk foto mikro pada pendinginan suhu 15°C terlihat lebih merata antara Al (aluminium) dan Zn (seng) hal ini mengakibatkan bahwa nilai kekerasan pada pendinginan suhu 15°C lebih tinggi daripada pendinginan suhu 27°C dan suhu 55°C dikarenakan untuk struktur mikro pada pendinginan suhu 27°C dan suhu 55°C adanya bagian yang tidak merata untuk unsur Zn (seng) dapat dilihat bahwa ada bagian yang lebih terang yang artinya unsur Zn (seng) pada bagian tersebut sangat sedikit dan mempengaruhi nilai kekerasan. Pada foto mikro variasi pendinginan suhu 27°C terlihat diameter butiran Kristal cenderung lebih besar begitu juga dengan variasi pendinginan suhu 55°C mempunyai bentuk butiran yang cenderung lebih besar, beda halnya dengan variasi pendinginan suhu 15°C struktur butiran lebih kecil dibandingkan dengan variasi pendinginan suhu 27°C dan pendinginan suhu 55°C . Dari sini dapat kita simpulkan menurut dari hasil nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan sebuah benda maka diameter bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras atau getas hal ini terbukti pada variasi pendinginan suhu 15°C yang mempunyai nilai kekerasan paling tinggi, sedangkan bila nilai hasil kekerasan lebih rendah maka diameter bentuk butiran akan semakin besar dan material akan semakin lunak Hal ini terbukti pada variasi pendinginan suhu 27°C dan pendinginan suhu 55°C yang mempunyai nilai kekerasan dibawah variasi pendinginan suhu 15°C .

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada aluminium cor yaitu Si, Fe, Cu, dan Zn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam aluminium paduan seng (Al-Zn). Dari data diatas unsur yang paling dominan adalah Al-Zn.
2. Dari Hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan suhu 15°C lebih keras yaitu 30,04 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan suhu 27°C yaitu 20,05 dan media pendinginan suhu 55°C yaitu 15,60. Laju dari pendinginan suhu 15°C lebih cepat dari laju pendinginan suhu 27°C dan pendinginan suhu 55°C sehingga membuktikan bahwa semakin cepat laju pendinginan maka semakin baik hasil kekerasannya.
3. Struktur mikro terdiri dari unsur Al (aluminium) dan Zn (seng). Unsur aluminium (Al) berupa butiran besar yang berwarna putih, sedangkan unsur seng (Zn) berbentuk kecil memanjang seperti jarum dan berwarna hitam. Pada foto mikro variasi pendinginan suhu 27°C terlihat diameter butiran Kristal cenderung lebih besar begitu juga dengan variasi pendinginan suhu 55°C mempunyai bentuk butiran yang cenderung lebih besar, beda halnya dengan variasi pendinginan suhu 15°C struktur butiran lebih kecil dibandingkan dengan variasi pendinginan suhu 27°C dan pendinginan suhu 55°C. Dari sini dapat kita simpulkan menurut dari hasil nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan sebuah benda maka diameter bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras atau getas hal ini terbukti pada variasi pendinginan 15°C yang mempunyai nilai kekerasan paling tinggi, sedangkan bila nilai hasil kekerasan lebih rendah maka diameter bentuk butiran akan semakin besar dan material akan semakin lunak.

PERSANTUNAN

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah melimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

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

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

- a. Allah S.W.T yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, karunia dan kasih sayang-Nya.
- b. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- c. Bapak Ir. Subroto, MT, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- d. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir.
- e. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi ST,MSc,PhD., selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing saya selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- f. Bapak Ir. Masyrukan., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- g. Dosen Jurusan Teknik beserta Staff Tata Usaha Fakultas Teknik.
- h. Ibu tercinta dan teristimewa yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- i. Bapak tercinta yang telah memberikan kasih sayang, mendidik dan memberikan pendidikan alkan hidup kepada penulis.
- j. Adik tercinta yang selalu menyemangati dan memberikan masukan kepada penulis.

- k. Ari Widyaningrum Pamungkas selaku teman istimewa yang selalu memberi semangat pantang menyerah dalam mengerjakan skripsi.
- l. Teman seperjuangan (Ibnu, Azis, Ayub, Andri, Febri, Dimas ambogo, Andre, Supri, Danang, Gladito, Raffel, Gilang, Yunus, Dimas Budi.) mahasiswa bimbingan Bapak Ir. Masyrukan., M.T. yang selalu memberi semangat, saling membantu dan berjuang bersama.

Rekan – Rekan Teknik Mesin angkatan 2013 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas muhammadiyah Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, Sidney H., 1974. *Introduction to physical Metallurgy*, McGraw Hill International Edition , New York
- Beeley, p.2001, *Foundry Technology Second Edition*, London : Butterworth Heinemann
- Budenski,k.michael.1999.Journal of Material. The Insitute of Materials
- Elin Nuraini Dkk,1996.Pengaruh *Suhu Dan Media Pendingin Terhadap Perubahan Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Perlakuan Panas ALMG2*.Prosiding Pertemuan dan presentasi ilmiah, (23-25 April 1996) Yogyakarta: PEBN-BATAN, komplek Puspitex Serpong Tangerang
- Supriyanto.,2009, *Diktat Pengecoran Logam*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Surdia, T, E,Chijiwa. K.1996, *Teknik Pengecoran Logam*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta
- Suroto, dkk, 1983, *Cacat, Penyebab dan Solusi Dalam Hardening*, Jurnal ilmiah Teknik Mesin, Universitas Islam45 Bekasi
- Soejono Tjitro., 2003, *Analisa Pengaruh Bentuk Penampang Riser Terhadap Cacat Porositas*, Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
- Yuli Cahyo Pamungkas, dkk., 2016. *Identifikasi Tingkat Kekerasan Paduan Al – Si Yang Diquenching Dengan Variasi Pendingin Dan Waktu Pencelupan*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.