

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
SAND CASTING DAN CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP
KOMPOSISI KIMIA, MASSA JENIS, POROSITAS DAN
STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi
Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

MOHAMMAD HAFIDZ ARDIANSYAH

D 200 160 179

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE
SAND CASTING DAN *CENTRIFUGAL CASTING* TERHADAP
KOMPOSISI KIMIA, MASSA JENIS, POROSITAS DAN
STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MOHAMMAD HAFIDZ ARDIANSYAH

D 200 160 179

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop with a horizontal line crossing it, and a small mark to the left.

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

NIK.701

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN METODE *SAND CASTING* DAN *CENTRIFUGAL CASTING* TERHADAP KOMPOSISI KIMIA, MASSA JENIS, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO

OLEH

MOHAMMAD HAFIDZ ARDIANSYAH

D 200 160 179

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 03 Agustus 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Patna Partono, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Agung Setyo Darmawan, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Agus Hariyanto, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()

Dekan,





Patna Partono, M.T., PhD., IPM.

NIK. 682

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 di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Agustus 2020

Penulis



MOHAMMAD HAFIDZ ARDIANSYAH

D 200 160 179

Studi Pengecoran Aluminium Dengan Metode *Sand Casting* Dan *Centrifugal Casting* Terhadap Komposisi Kimia, Massa Jenis, Porositas Dan Struktur Mikro

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode pengecoran *sand casting* dan *centrifugal casting* terhadap komposisi kimia porositas, massa jenis dan struktur mikro, dengan bahan utama Aluminium piston bekas. Pada penelitian ini menggunakan metode *Sand Casting* dan *centrifugal casting* dengan temperatur tuang pada 750° C dan kecepatan putar motor *centrifugal casting* 700 rpm. Pengujian komposisi kimia menggunakan *Emmision Spectrometry* (ASTM E-1251). Perhitungan massa jenis dilakukan dengan menghitung massa dan volume hasil coran. Pengamatan porositas dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital. Pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi (ASTM E3-11). Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan material ini mengandung komposisi (Al) 85,20%, (Si) 11,34%, (Cu) 1,499%, (Ni) 1,1024%, (Fe) 0,5736% dan unsur-unsur lainnya, menurut standar ASTM B-85-03 diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) A413.0. Hasil perhitungan massa jenis dan porositas pada *sand casting* mempunyai nilai massa jenis sebesar 2,6631 gr/cm³, sedangkan untuk metode *centrifugal casting* sebesar 2,7054 gr/cm³. Hal ini dapat disimpulkan bahwa massa jenis berpengaruh pada jumlah porositas, semakin tinggi nilai massa jenis maka porositas yang terjadi semakin sedikit. Hasil pengamatan struktur mikro terdiri dari fasa α (Al) dan fasa β (Si). Pada metode pengecoran *Sand Casting* dapat dilihat fasa β (Si) terlihat mempunyai bentuk yang besar dan lebih renggang. Pada *Centrifugal Casting* terlihat fasa β (Si) lebih kecil dan merata.

Kata kunci: *Sand Casting*, *Centrifugal Casting*, Aluminium, komposisi kimia, massa jenis, porositas, struktur mikro.

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of sand casting and centrifugal casting methods on, chemical composition, porosity, massa jenis and microstructure with the main material used aluminum piston. In this study using the Sand Casting and centrifugal casting methods with pouring temperatures at 750 ° C and rotating speed of centrifugal casting motors of 700 rpm. Chemical composition testing using Emmision Spectrometry (ASTM E-1251). Calculation of massa jenis is done by calculating the mass and volume of the cast. Observation of porosity is done by macro photography using a digital microscope. Testing the microstructure of the results of castings using a metallographic microscope (ASTM E3-11). Chemical composition testing results show that this material contains composition (Al) 85.20%, (Si) 11.34%, (Cu) 1.499%, (Ni) 1.1024%, (Fe) 0.5736% and elements others, according to ASTM B-85-03 standards are classified into Aluminum Al-Si (Aluminum - Silicon) A413.0. The results of the calculation of massa jenis and porosity in sand casting have a massa jenis value of 2.6631 gr / cm³, while for the centrifugal casting method of 2.7054 gr / cm³. It can be concluded that the massa jenis affects the amount of porosity, the higher the massa jenis value, the less porosity that occurs. The results of the observation of the micro structure consists of α (Al) and β (Si) phases. In the Sand Casting casting method,

it can be seen that the β (Si) phase has a large and more tenuous shape. In Centrifugal Die Casting the β (Si) phase is smaller and more even.

Keywords: Sand Casting, Centrifugal Casting, Aluminum, chemical composition, massa jenis, porosity, micro structure.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengecoran merupakan suatu proses membuat benda dengan cara melebur logam sampai menjadi cair, kemudian menuangkannya kedalam cetakan. Logam yang digunakan berupa logam ferro atau nonferro. Beberapa contoh produk pengecoran, diantaranya yakni pipa, tromol, rem, velg, dan lain sebagainya. Dalam hal ini pengecoran logam merupakan salah satu metode untuk menghasilkan suatu produk pengecoran. Pengecoran logam dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu mulai dari pembuatan pola, cetakan, proses peleburan, proses menuang, membongkar dan membersihkan coran. Metode dalam pengecoran logam berkembang menjadi berbagai macam jenis di antaranya *sand casting*, *gravity die casting*, *centrifugal casting*, *investment casting* dan *lost foam casting*.

Pengecoran dengan metode *sand casting* adalah suatu proses pengecoran yang banyak digunakan karena keunggulannya yang melekat tanpa kendala ukuran dan bentuk dengan biaya rendah. Masalah utama dengan pengecoran pasir adalah cacat hasil. Optimalisasi parameter proses dan desain sistem gating dapat menyelesaikan masalah ini. Konfigurasi mekanisme gating atau riser memainkan peran yang sangat signifikan dalam meningkatkan efisiensi casting. Beberapa peneliti melaporkan bahwa 90% cacat *casting* hanya diperoleh karena desain sistem gating dan feeding yang tidak tepat. Paduan aluminium AlSi5Cu3 dipilih karena sifatnya yang sangat baik dan berbagai aplikasi komersial dimobil dan diluar angkasa. Cetakan pasir dipilih sebagai bahan cetakan dan identifikasi cacat telah dilakukan dan dikonfirmasi dengan membandingkan hasil simulasi yang eksperimental (M.S.AyarV.S.AyarP.M.George).

Pengecoran sentrifugal adalah metode pengecoran dengan menuangkan cairan pada cetakan yang diputar. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran cetakan akan menyebabkan logam cair yang dituang terdorong

menjauhi sumbu putar menuju jari-jari terjauh cetakan dan akan mengisi rongga cetakan lebih sempurna sehingga produk yang dihasilkan lebih sempurna. Mesin pengecoran sentrifugal memiliki dua tipe yaitu vertikal dan horizontal (Moh.Faisol, 2018).

Pengecoran sentrifugal memiliki banyak keuntungan misalnya operasional mudah, biaya rendah, fleksibilitas baik, mampu memenuhi kebutuhan untuk penguatan pada bagian tertentu saja dan menghasilkan produk dengan porositas yang rendah karena gas-gas yang terkandung dalam logam cair dapat keluar dengan pengaruh gaya sentrifugal. Tetapi pengecoran sentrifugal memiliki kelemahan yaitu distribusi ketebalan dan kepadatan coran yang cenderung tidak merata, segregasi dan struktur yang tidak homogen akibat laju pembekuan yang tidak seragam, permukaan bagian dalam yang kasar akibat udara yang terjebak di dalam cetakan dan sebagainya. Kelemahan ini mungkin dapat diatasi dengan mengatur beberapa parameter seperti laju putaran, sudut kemiringan cetakan, karakteristik material coran, temperature cetakan atau dengan memberikan perlakuan terhadap logam cair selama pengecoran (Sugiarto 2014:13).

Dari uraian diatas, perlu kiranya untuk mengadakan penelitian terhadap Aluminium hasil dari variasi metode *Sand Casting* dengan *Centrifugal Casting*. Sehingga hasil dari penelitian tersebut dapat digunakan oleh industri sebagai pertimbangan dalam pemilihan metode pengecoran serta dalam tujuan meningkatkan nilai ekonomis dari produk.

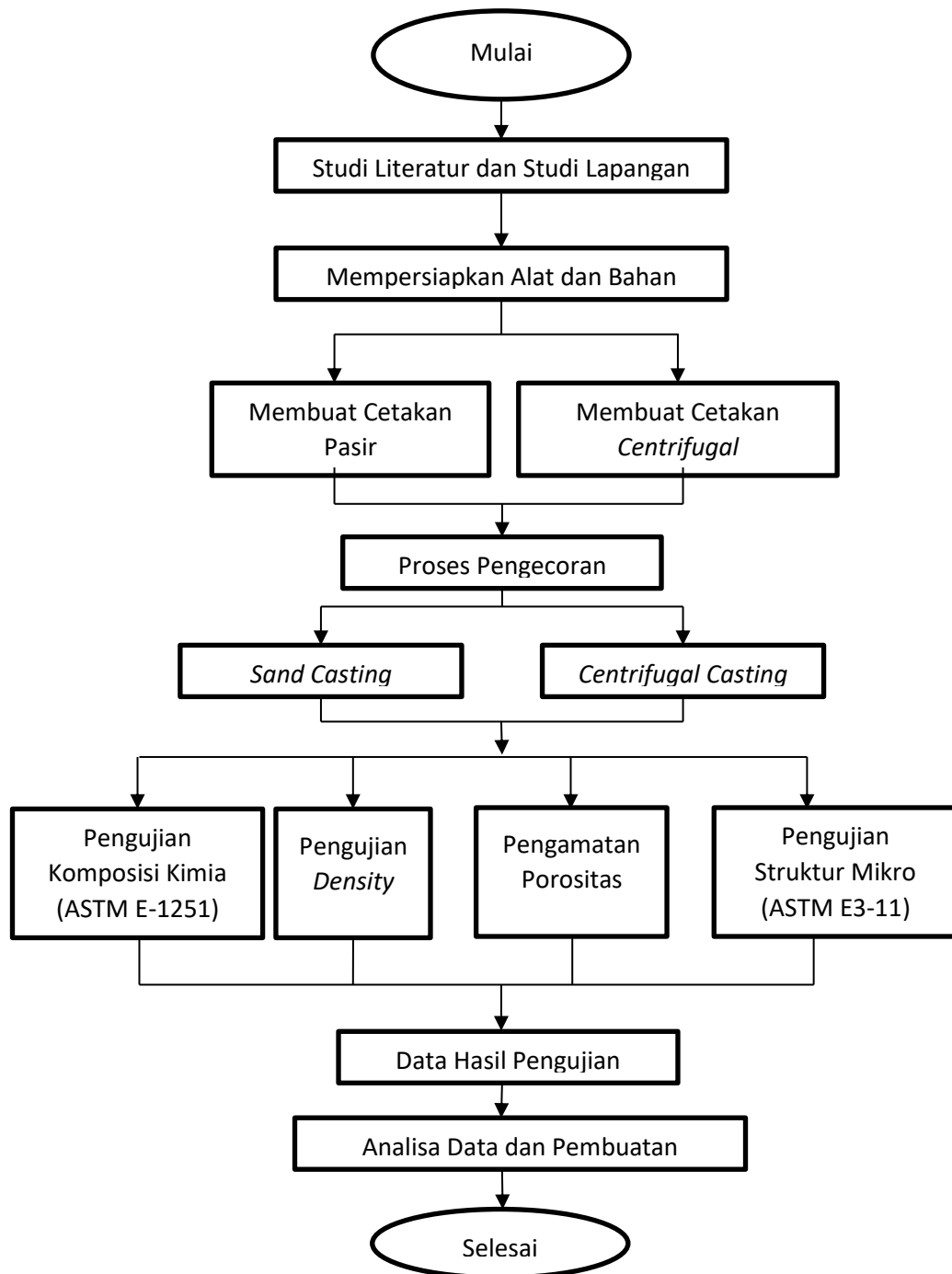
1.2 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam produk cor Aluminium dari piston bekas.
2. Mengetahui pengaruh sand casting dan centrifugal casting terhadap massa jenis dan cacat porositas produk cor Aluminium.
3. Mengetahui pengaruh sand casting dan centrifugal casting terhadap struktur mikro produk cor Aluminium.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Proses Penelitian

Langkah-langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Mencari referensi mengenai *Sand Casting* dan *Centrifugal Casting*, aluminium, pengujian komposisi kimia, cacat porositas dan struktur mikro baik dari buku, jurnal-jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir terdahulu.
- 2) Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
- 3) Pemilihan standart sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitan dan proses pengujian. Standart yang digunakan adalah ASTM E-1251 untuk pengujian komposisi kimia dan ASTM E3-11 untuk pengujian struktur mikro hasil coran menggunakan mikroskop metalografi.
- 4) Melakukan proses pengecoran dengan metode *Sand Casting dan Centrifugal Casting*.
- 5) Setelah melakukan pengecoran, cetakan dibongkar dan benda hasil coran dibersihkan.
- 6) Spesimen diuji dengan menggunakan alat uji komposisi, perhitungan *density* dan pengamatan porositas.
- 7) Perlakuan etsa dilakukan pada sebagian permukaan dengan ukuran yang telah ditentukan, cairan etsa yang digunakan untuk Aluminium sesuai ASTM E3-11 adalah HF (*hidrofluorid acid*) dan air dengan perbandingan 0,5% HF. Pengetsaan spesimen dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam cairan etsa selama 15 detik, kemudian spesimen di angkat dan di aliri air selama 10 detik.
- 8) Spesimen yang sudah di etsa dilakukan pengamatan struktur mikro.
- 9) Hasil pengujian yang sudah didapat dianalisa dan kemudian diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Kimia Produk Cor Aluminium

Pengujian ini dilakukan di CV Karya Hidup Sentosa (Quick). Pada hasil komposisi kimia produk cor terdapat 12 unsur tetapi hanya 7 unsur yang dapat berpengaruh pada Aluminium cor yaitu Si, Cu, Ni, Fe, Mg dan Zn. Menurut klasifikasi pada

ASTM B-85 *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings Aluminium* ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium – Silicon) 443.0.

3.2 Perhitungan Massa Jenis

Dalam menghitung massa jenis dilakukan dengan cara memotong spesimen agar pada saat mengukur volume lebih mudah. Perhitungan massa jenis dilakukan dengan cara mengukur spesimen menggunakan gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui massa dari spesimen. Kemudian nilai hasil pengukuran dimasukkan kedalam rumus density :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

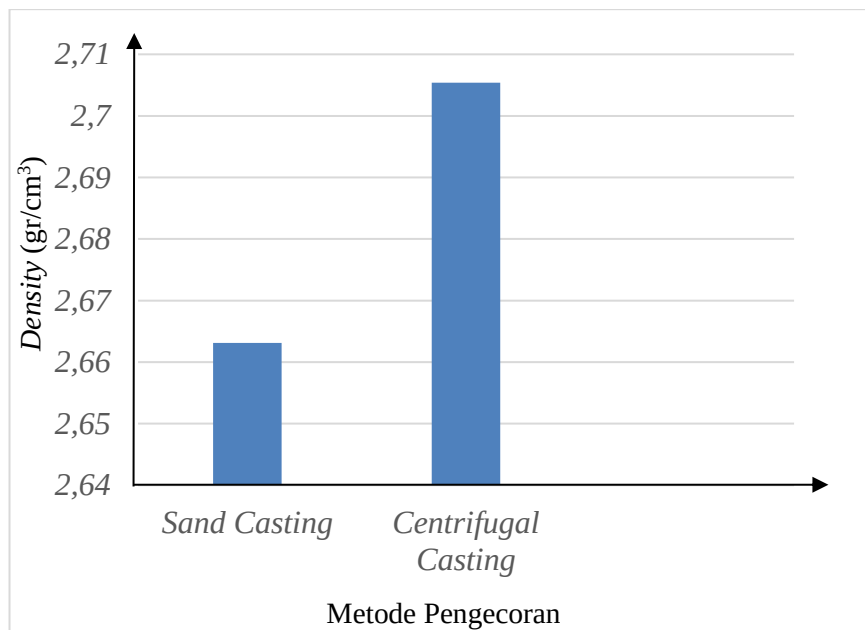
ρ = Massa Jenis (gr/m³)

m = Massa (gr)

v = Volume (m³)

Tabel 1 Perhitungan Massa Jenis

Metode	Massa (gr)	Volume (cm ³)	Massa jenis (gr/cm ³)
<i>Sand Casting</i>	10,12	3,8	2,6631
<i>Centrifugal Die Casting</i>	10,01	3,7	2,7054

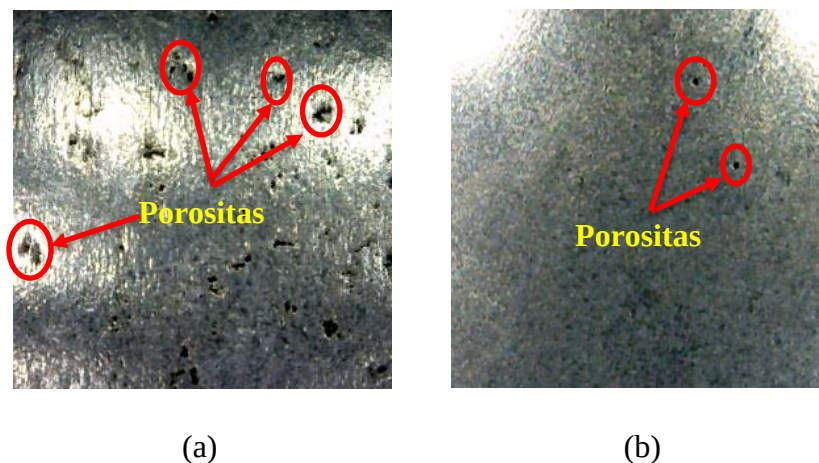


Gambar 2 Histogram Nilai Massa Jenis

Berdasarkan data diatas metode pengecoran dengan variasi *sand casting* mempunyai nilai massa jenis yang kecil dengan nilai $2,6631 \text{ gr/cm}^3$ bila dibandingkan dengan metode pengecoran *centrifugal casting*, dikarenakan laju pembekuan yang lambat dan banyaknya udara yang terjebak dalam cetakan pasir yang mengakibatkan kurang padatnya hasil produk coran dan dimungkinkan adanya porositas yang banyak pada produk hasil coran. Pada metode pengecoran variasi *centrifugal casting* mempunyai nilai *massa jenis* yang lebih tinggi dari metode pengecoran *sand casting* dengan nilai $2,7054 \text{ gr/cm}^3$ dikarenakan adanya penekanan dari gaya sentrifugal yang membantu dalam proses pembekuan dan terjadinya pemadatan didalam cetakan mengakibatkan sedikit terjadinya porositas. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa metode pengecoran sangat berpengaruh dalam hasil nilai massa jenis.

3.3 Cacat Porositas

Pengamatan porositas dilakukan dengan foto makro menggunakan mikroskop digital dan membandingkan hasil dari setiap variasi cetakan. Hasilnya sebagai berikut :



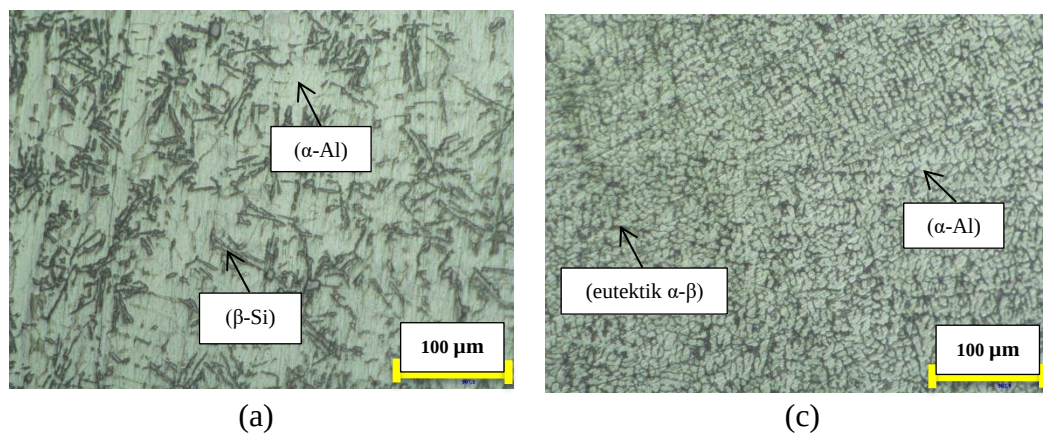
Gambar 3 Foto Makro Pengamatan Porositas (a) Metode *Sand Casting*,
(b) Metode *Centrifugal Casting*

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan bahwa metode *Sand Casting* begitu banyak cacat porositas yang terjadi, hal ini disebabkan karena pasir mempunyai permeabilitas yang rendah sehingga banyak udara yang terjebak selama proses penuangan pada cetakan pasir. *Centrifugal Casting* mempunyai permukaan yang

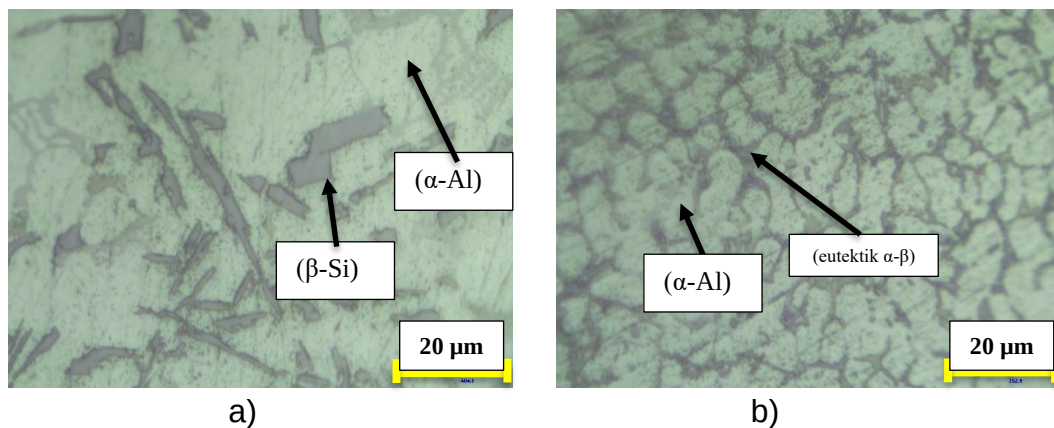
lebih halus dan porositas yang terjadi hampir tidak ada. Hal ini dikarenakan pembekuan yang terjadi dibantu dengan adanya penekanan dari gaya sentrifugal sehingga produk cor lebih padat. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak porositas menghasilkan massa jenis yang lebih kecil dan semakin sedikit porositas menghasilkan massa jenis yang lebih besar.

3.4 Pengamatan Struktur Mikro

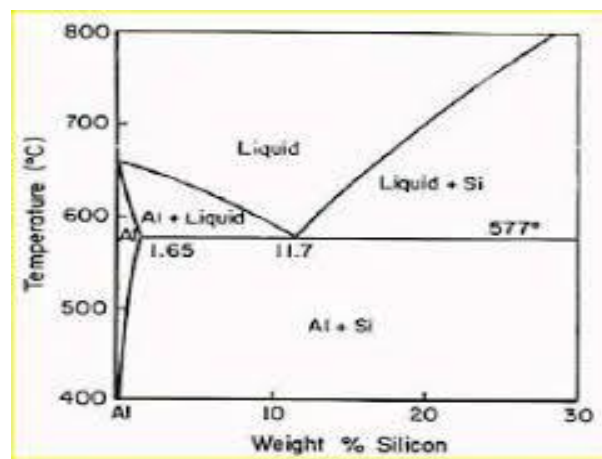
Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Universitas Muhammadiyah Surakarta Jurusan Teknik Mesin. Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut standar pengujian ASTM E3-11 untuk bahan Aluminium dengan pembesaran 100x dan 500x. Sebelum melakukan pengujian struktur mikro spesimen diampelas sampai halus dari amplas dengan kekasaran 800-5000. Setelah itu dilakukan pemolesan dengan autosol agar permukaan terlihat mengkilap, lalu dilakukan proses etsa sesuai standar ASTM E-407. Etsa yang dipakai yaitu 200 ml air : 1 ml HF dengan lama pencelupan 10-20 detik lalu dialiri air dengan lama waktu 10 detik. Berikut adalah gambar struktur mikro dari ketiga variasi temperatur cetakan :



Gambar 4 Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 100x (a) Metode *Sand Casting*, (b) Metode *Centrifugal Casting*



Gambar 5 Pengamatan Struktur Mikro pada pembesaran 500x (a) Metode *Sand Casting*, (b)Metode *Centrifugal Casting*



Gambar 6 Diagram fasa Al-Si (Sumber : Bayuseno 2001)

Struktur mikro dari produk coran Aluminium terdiri dari fasa α (Al) Aluminium dan fasa β (Si) Silikon. fasa α (Al) berwarna terang, fasa β (Si) berwarna gelap dan cenderung memanjang. Ketika laju pembekuan lama maka atom bergerak bebas untuk saling berikatan, maka fasa β akan terlihat besar namun dan tidak merata, apabila laju pembekuan cepat maka fasa β (Si) ukuran lebih kecil dan lebih merata. Pada metode pengecoran *Sand Casting* dapat dilihat fasa β (Si) terlihat mempunyai bentuk yang besar dan tidak merata. Pada *Centrifugal Casting* terlihat fasa α eutectic β eutectic (Si) lebih kecil dan merata dikarenakan adanya penekanan dari gaya sentrifugal sehingga produk cor lebih padat dan laju pembekuan cepat yang mengakibatkan fasa α eutectic β eutectic (Si) lebih merata bila dibandingkan dengan *Sand Casting*

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Komposisi kimia ditemukan unsur kimia berupa (Al) 85,20%, (Si) 11,34%, (Cu) 1,499%, (Ni) 1,1024%, (Fe) 0,5736% dan unsur-unsur lainnya. Dari hasil pengujian tersebut material ini di diklasifikasikan kedalam jenis Aluminium - Silikon. Mengacu pada standar ASTM B85-03 *Standard Specification for Aluminium-Alloy Die Casting Aluminum* Aluminium ini diklasifikasikan kedalam Aluminium Al-Si (Aluminium-Silicon) A413.0 dan termasuk logam paduan cor Al-Si (seri 4xx.x).
2. Hasil pengujian massa jenis bahwa pengecoran dengan metode *sand casting* memiliki *massa jenis* 2,6631 gr/cm³ dan metode *centrifugal casting* memiliki massa jenis 2,7054 gr/cm³. Hasil pengamatan porositas dengan metode *sand casting* terlihat lebih banyak dibandingkan dengan metode *centrifugal casting*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak porositas menghasilkan massa jenis yang lebih kecil dan semakin sedikit porositas menghasilkan massa jenis yang lebih besar.
3. Hasil pengamatan struktur mikro terdiri dari fasa α (Al) dan fasa β (Si). Pada metode pengecoran *Sand Casting* dapat dilihat fasa α eutectic β eutectic (Si) terlihat mempunyai bentuk yang besar dan tidak merata. Pada *Centrifugal Casting* terlihat fasa α eutectic β eutectic (Si) lebih kecil dan merata.

4.2 Saran

1. Sebelum melakukan penelitian, perlu dilakukan pembelajaran yang mendetail mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam *centrifugal casting* dengan referensi yang mendukung.
2. Bahan untuk metode *sand casting* lebih di perhatikan, terutama pada pasirnya agar mendapatkan hasil cetakan yang baik.
3. Desain cetakan dan alat untuk *centrifugal casting* harus diperhatikan dalam hal keamanan saat penuangan logam cair kedalam cetakan.
4. Dalam melakukan pengujian produk hasil dari penelitian, sebaiknya mencari referensi tempat pengujian yang terpercaya dan berpengalaman agar kualitas pengujian baik.

5. Untuk penelitian selanjutnya bisa menambahkan variasi jari-jari pada pengecoran *centrifugal casting*

DAFTAR PUSTAKA

- Avner, S. H. (1974). *Introduction to physical metallurgy* (Vol. 2, pp. 481-497). New York: McGraw-hill.
- Bayuseno, Athanasius Priharyoto, Nasrudin Arif C. 2011. Adc 12 Sebagai Material Sepatu Rem Menggunakan Pengecoran High Pressure Die Casting Dengan Variasi Temperatur Penuangan. *Jurnal Rotasi* – Vol. 13, No. 1, 17-23.
- Beeley. 2001. *Cacat Coran dan Pencegahannya*. Fakultas Teknik Mesin. Universitas Negri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Faisol Moh. 2018. Rancang Bangun Mesin Centrifugal Casting Horizontal Untuk Pengecoran Aluminium Skala Laboratorium. Universitas 17 Agustus 1945. Surabaya.
- Irawan, Yudy Surya. 2013. Material Teknik. Diunduh dari <https://matrudian.files.wordpress.com> pada 10 desember 2019
- M.S.Ayar-V.S.Ayar, P.M.George. 2020. Simulation and experimental validation for defect reduction in geometry varied aluminium plates casted using sand casting. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320315728?via%3Dihub>
- Putra, Leo Rendiana .2019. Pengaruh Kecepatan Putar Mesin *Centrifugal Casting* Pada Proses Pengecoran Aluminium Terhadap Kekerasan Dan Porositas. Jurusan Teknik Mesin UNESA. Volume 07 Nomor 01, 25-34.
- Qohar. Abdul, I Ketut Gede Sugita, dan I Putu Lokantara. 2017. Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) Menggunakan *Sand Casting*. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Rahmawan. Hafidz Dienur .2017. Pengaruh Putaran Pada Cetakan Pengecoran Aluminium Dengan Metode *Horizontal Centrifugal Casting* Terhadap Cacat Coran, Kekerasan Dan Struktur Mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, Universitas Negeri Semarang.
- Santoso, Nugroho, dkk. 2015. Variasi Perubahan Putaran Pada Pengecoran Aluminium Bentuk Puli Dengan Metode Centrifugal Casting Terhadap Peningkatan Kekuatan Mekanik. *Jurnal Material Teknologi Proses* (ISSN: 2477 - 2135), Volume 1, Nomor 1
- Sugiarto, T. Obandono. 2014. Analisis Distribusi Ketebalan dan Kekerasan Hasil Coran Sentrifugal Aluminium paduan (Al-Si-Mg) Akibat Perubahan Laju Putaran dan Kemiringan Sumbu Cetakan. *Journal Of Environtmental Engineering & Sustainable Technology*, 1/1: 13-20.
- Surdia, T. 2000. Teknik Pengecoran Logam. PT. Pradnya Paramitha.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua). Jakarta: Pradnya Paramita