

**PENGARUH HASIL PENGECORAN *FLANGE* DENGAN MATERIAL
ALUMINIUM (Al) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂ DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN OLI SAE 40, SAE 90, SAE 140**



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

Disusun oleh :

AYUB ANSHORI

D 200 13 0163

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN
PENGARUH HASIL PENGECORAN *FLANGE* DENGAN MATERIAL
ALUMUINIUM (Al) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂ DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN OLI SAE 40, SAE 90, SAE 140

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

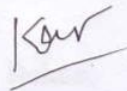
AYUB ANSHORI

NIM : D 200 130 163

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Masyrukan, MT

**PENGARUH HASIL PENGECORAN *FLANGE* DENGAN MATERIAL
ALUMINIUM (Al) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂ DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN OLI SAE 40, SAE 90, SAE 140**

OLEH :

AYUB ANSHORI

NIM : D 200 130 163

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

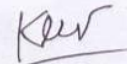
Universitas Muhammadiyah Surakarta

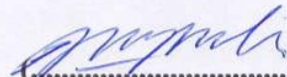
Pada hari Selasa, 16 Januari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Masyrukan, MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Bibit Sugito, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Patna Partono, ST, MT.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)


(.....)


(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.

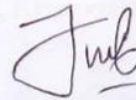
PERNYATAAN

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 pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Januari 2018

Penulis



AYUB ANSHORI

NIM : D 200 130 163

PENGARUH HASIL PENGECORAN *FLANGE* DENGAN MATERIAL ALUMINIUM (Al) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂ DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGINAN OLI SAE 40, SAE 90, SAE 140

Abstrak

Proses peleburan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang ke dalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, yang disebabkan oleh proses pembekuan, perubahan sifat ini antara lain tergantung dari media pendingin yang digunakan pada saat proses pendinginan. Karena suatu logam sangat penting dalam suatu konstruksi permesinan, maka dalam penelitian ini digunakan media pendinginan yang berbeda kekentalan oli yaitu: oli SAE 40, oli SAE 90 dan oli SAE 140. Tujuan penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap komposisi campuran kimia, kekerasan, struktur mikro pada produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli. Dari pengujian kekerasan benda uji dengan media oli SAE 140 mempunyai nilai kekerasan yang lebih baik dibandingkan oli SAE 40 dan oli SAE 90. 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, Komposisi kimia, Kekerasan, Struktur Mikro.

Abstract

The process of melting the metal by melting, then poured into the mold and allowed to freeze. The metal will undergo phase change during the casting process, caused by the clotting process, this change in properties among others depends on the cooling medium used during the cooling process. Because a metal is very important in a machining construction, in this study used different cooling fluid oil viscosity that is: SAE 40 oil, SAE 90 oil and SAE 140 oil. The purpose of this study was to examine the effect of sand mold CO₂ on chemical composition mixture , hardness, microstructure in cast aluminum products with oil cooling. From the test of hardness of specimen with SAE 140 oil media has better hardness value compared to SAE 40 oil and SAE 90 oil. From the test of chemical composition there are 17 elements, but only 4 elements that most influence on aluminum cast are Si, Fe, Cu, and Zn are the most dominant. Judging from the elements present in this material can be classified metal aluminum zinc alloy (Al-Zn).

Keywords: Aluminum (Al), Rapid Cooling, Chemical Composition, Hardness, Micro Structure.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengecoran merupakan proses peleburan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang ke dalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Kualitas ini terutama mengenai sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses penuangan hingga membeku. Bahan yang dipakai dalam cetakan sangat bervariasi, beberapa contoh diantaranya dibuat dari bahan logam, pasir biasa, pasir CO₂, semen, kulit, keramik, dan sebagainya. Dari masing – masing bahan cetakan ini memiliki pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran.

Aluminium murni merupakan logam yang mempunyai berat jenis yang lebih ringan dibanding dengan baja, disamping itu aluminium ini memiliki tahanan karat yang baik. Setiap logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, yang disebabkan oleh proses pembekuan, perubahan sifat ini antara lain tergantung dari media pendingin yang digunakan pada saat proses pendinginan. Karena suatu logam sangat penting dalam suatu konstruksi permesinan, maka dalam penelitian ini digunakan media pendinginan yang berbeda kekentalan oli yaitu: oli SAE 140, oli SAE 90 dan oli SAE 40.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Mengetahui pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap komposisi campuran kimia produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.
- b. Mengetahui pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi kekerasan produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.
- c. Mengetahui pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi struktur mikro produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengurangi kompleksitas permasalahan serta menentukan arah penelitian yang lebih baik maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut :

- a. Material yang digunakan adalah aluminium (Al) bekas yang sudah dipakai dan aluminium yang gagal atau cacat produk.
- b. Kecepatan penuangan logam cair dianggap seragam.
- c. Cetakan yang digunakan adalah cetakan pasir CO₂.
- d. Pengujian komposisi kimia hasil coran menggunakan uji *Spectrometer scan metal*.
- e. Pengujian kekerasan hasil coran menggunakan uji kekerasan Rockwell.
- f. Pengujian struktur mikro hasil coran.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

- a. Meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap komposisi campuran kimia produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.
- b. Meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi kekerasan produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.
- c. Meneliti pengaruh hasil cetakan pasir CO₂ terhadap distribusi struktur mikro produk cor aluminium dengan pendinginan menggunakan oli.

1.5 Tinjauan Pustaka

Elin Nuraini Dkk, 1996 Hasil perlakuan panas yang diteruskan dengan pendinginan dalam pasir memberikan nilai kekerasan paling rendah (57,5 kg/mm²), sedangkan pendinginan dengan udara dan air nilainya lebih tinggi, masing-masing 58,7 kg/mm² dan 59 kg/mm². Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lambat laju pendinginan (dalam pasir), maka pertumbuhan butir lebih besar dari pada pembentukan

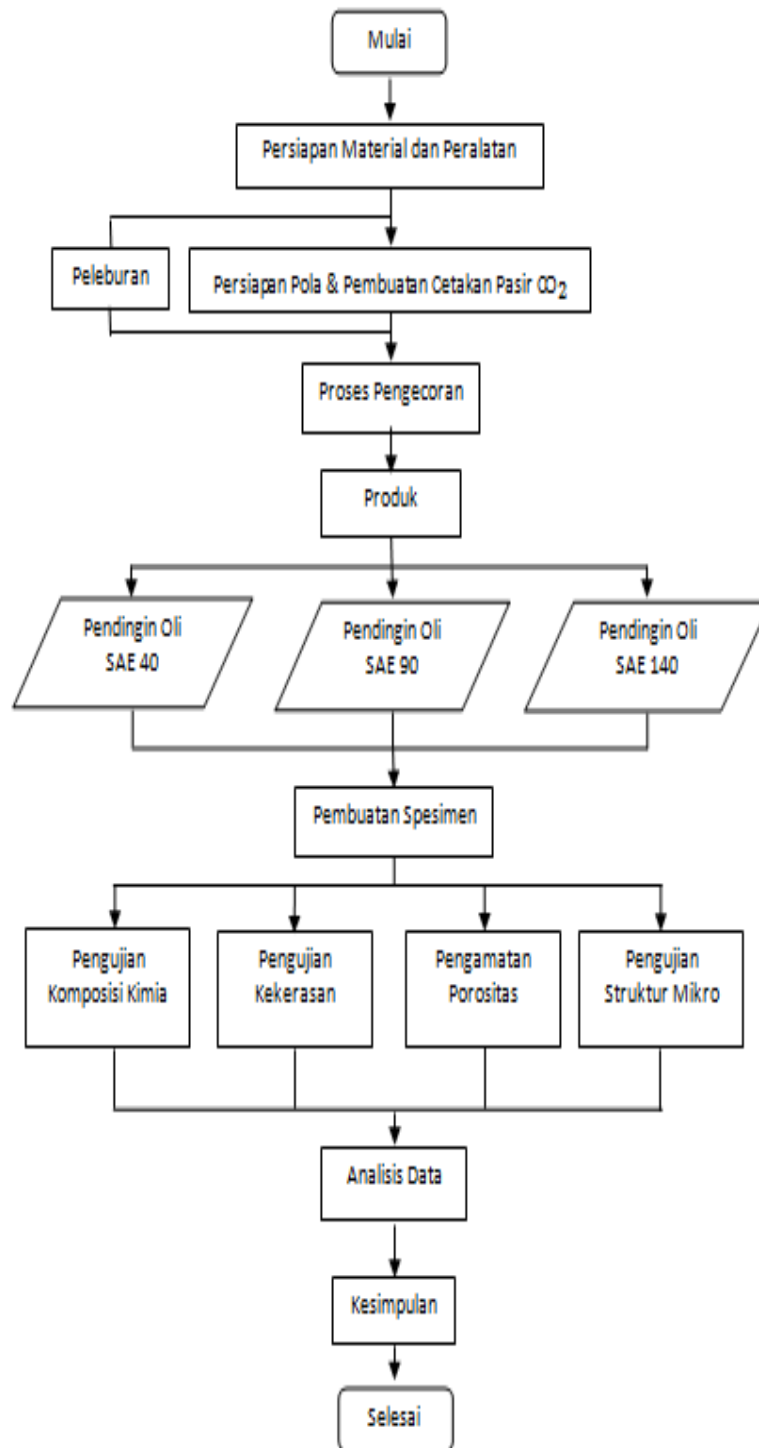
nukleus. Oleh karena itu ukuran butir menjadi lebih besar, sebaliknya kekerasannya rendah.

(Supriyanto, 2009) meneliti dari hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air sumur lebih keras dibandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE 40 dan media pendinginan udara suhu kamar. Laju dari pendinginan air sumur lebih cepat dari laju pendinginan oli SAE 40 dan udara suhu kamar, sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan air sumur mempunyai unsur magnesium (Mg) lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 dan udara suhu kamar.

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.

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 | 9. <i>Mikroskop Metalografi</i> |
| 2. Penumbuk | 10. <i>Infra Red Thermometer</i> |
| 3. Tabung silinder | 11. Mesin pengaduk |
| 4. Dapur pelebur | 12. <i>Thermocoupe</i> |
| 5. Kerangka cetakan | 13. <i>Digital Caliper</i> |
| 6. Gancu | 14. Alat uji <i>Spektrometer</i> |
| 7. Ladel | 15. Tabung Gas CO ₂ |
| 8. Kowi | 16. Alat uji Kekerasan <i>HRB</i> |

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Alumunium bekas atau rosok yang berasal dari *sparepart* dan berbagai bahan campuran logam alumunium.
2. Kalsium karbonat (bubuk anti air)
3. Pasir silika
4. *Water glass*
5. Oli SAE 40
6. Oli SAE 90
7. Oli SAE 140

2.3 Langkah Penelitian

2.3.1 Langkah-langkah pembuatan Cetakan pasir CO₂ :

- a.) Mempersiapkan kerangka cetakan berbentuk kotak
- b.) Mempersiapkan papan kayu diletakkan bagian bawah sebagai alas kerangka cetak bawah.



Gambar 2. Mempersiapkan kerangka Cetakan

- 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 ± 1 menit .



Gambar 3. Pencampuran pasir silika dan *water glass*

- 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 .



Gambar 4. Mengisi kerangka cetakan dengan pasir silika yang sudah di campur dengan *water glass*.

- f.) Mengambil papan kayu yang berada diatas dan meratakan pasir yang berada dipermukaan apabila masih terdapat pasir yang belum merata sempurna menggunakan sendok.



Gambar 5. Mengambil papan kayu yang berada diatas dan meratakan pasir

- 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 $\pm 1\text{cm}$ 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.



Gambar 6. Pemberian lapisan pembatas cetakan

- h.) Kemudian mencabut tabung silinder tadi dan terbentuklah saluran turun sprue setelah itu membuat saluran udara pada bagian tengah menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 1\text{cm}$ pada cetakan guna membuang gas – gas pada saat penuangan cairan coran.



Gambar 7. Pembuatan saluran Turun (*spure*)

- i.) Kemudian membuat saluran masuk gas CO_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5\text{mm}$ sebanyak 3 titik masing - masing pada bagian samping kanan dan kiri dan 3 titik pada bagian tengah.



Gambar 8. Pembuatan saluran masuk gas CO_2

- j.) 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.



Gambar 9. Proses Pemberian gas CO_2

- 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.



Gambar 10. Proses pengangkatan pola Flange

- l.) Kemudian membuat saluran masuk gas CO_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5\text{cm}$ pada cetakan bawah pada 6 titik masing – masing bagian pojok dan 2 titik pada bagian tengah.



Gambar 11. Pembuatan saluran gas CO₂

m.) Membuat saluran masuk ingate pada pola atas posisikan dipojok dan dipresisikan dengan lubang dari saluran turun sprue, setelah itu memberikan gas co₂ dengan tekanan $\pm 1-1,5 \text{ N/m}^2$ kedalam saluran gas co₂ 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)



Gambar 12. Pembuatan saluran masuk (*Ingate*)

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



Gambar 13. Aluminium (Al) Bekas

2.Mempersiapkan semua kebutuhan untuk Variasi Pendingannya :

- Pendinginan Oli SAE 40



Gambar 14. Oli SAE 40

- Pendinginan Oli SAE 90



Gambar 15. Oli SAE 90

- Pendinginan OLI SAE 140



Gambar 16. Oli SAE 140

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



Gambar 17. Peleburan Material

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



Gambar 18. Penuangan kedalam Cetakan.

5. Pembongkaran cetakan

Cetakan pasir CO₂ 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 19. Pembongkaran Cetakan

2.3.2 Proses Pendinginan

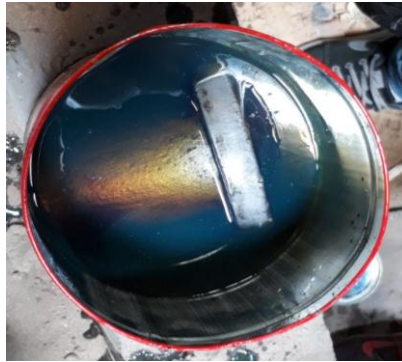
Pendinginan dengan 3 variasi yaitu Oli SAE 40, Oli SAE 90 dan Oli SAE 140. Prosesnya adalah setelah Aluminium (Al) cair di tuangkan dari ledel ke dalam lubang saluran masuk cetakan Pasir CO₂ dan didiamkan 10 menit setelah dirasa sudah mengeras lalu cetakan dibongkar dan spesimen dimasukkan ke dalam 3 media pendinginan tersebut, sistem pendinginan dalam pengecoran aluminium (Al) menggunakan beberapa media pendingin dan lama pendinginan 1 jam.



Gambar 20. Media pendinginan Oli SAE 40



Gambar 21. Media pendinginan Oli SAE 90



Gambar 22. Media pendinginan Oli SAE 140

2.3.3 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari spesimen dan mengamati cacat porositas secara mikroskopis. Berikut langkah-langkah pengamatan struktur mikro :

- a. Melakukan pemotongan spesimen menjadi beberapa bagian untuk mempermudah pengamatan.
- b. Melakukan *mounting* pada spesimen yang sudah dipotongi agar lebih mudah untuk berdiri tegak dan mudah mencari titik focus ketika akan difoto mikro.
- c. Melakukan pengamplasan bertahap, amplas yang digunakan mulai dari nomor 1000 sampai dengan 5000.
- d. Melakukan pemolesan pada spesimen uji menggunakan kain yang telah diberi autosol.
- e. Membuat cairan etsa agar dapat mengikis spesimen agar terlihat jelas ketika difoto mikro.
- f. Mengamati struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 500x dan 1000x.

2.3.4 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.

Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a. Menyalakan semua peralatan pendukung dan menyambungkan dengan arus listrik (argon, printer, dll).
- b. Tunggu beberapa saat sampai *spektrometer* siap digunakan/bekerja (kurang lebih 60 menit).
- c. Setelah ada keterangan *speak ready* (termperatur Ok), pilih program yang akan diuji (Al).
- d. Lakukan standarisasi alat uji.
- e. Setelah standarisasi, lakukan pengujian pada spesimen (sampel uji sebelumnya harus diprepasi, Al dengan dibubut dan *Gun-Metal* dengan gerinda).
- f. Melakukan analisa alat uji :
 - Letakkan spesimen sampel pada dudukan kerja.
 - Tekan tombol *start* pada alat dimana analisa sampel mulai dilakukan, penekanan tombol *start* jangan dilepas sampai terdengar bunyi *spark*.
 - Lakukan penembakan 3 kali pada titik yang berbeda.
 - Setiap selesai penembakan lakukan pembersihan pada pin penembakan.
 - Cetak (*print*) hasil uji yang didapatkan.
- g. Proses analisa selesai.

2.3.5 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

2.3.6 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.

Berikut langkah-langkah pengujian kekerasan :

1. Siapkan spesimen yang akan diuji.
2. Ambil ukuran sampel uji dimana sampel dapat di uji lebih dari tiga kali dalam satu area.
3. Menyiapkan spesimen yang akan diuji (spesimen diamplas supaya bekas pijakan dapat terlihat jelas), kondisikan rata dan tegak lurus pada bend uji.
4. Spesimen siap untuk dilakukan pengujian.
5. Putar *hand whell* kekiri sehingga *piece pressterangkat* ($\pm 2\text{cm}$)
6. Pasang *penetrator* sesuai dengan jenis pengujian yang akan dilakukan.
7. Atur beban dengan memutar *wrench* yang terletak didepan atas alat uji, ketentuan ada pada table.
 - Putar kekiri maka beban bertambah penunjuk ukur turun.
 - Putar kekanan beban berkurang dan petunjuk ukur naik.
8. Jika hasil penunjukan pada sampel standart dan pada alat lelah sesuai maka segera dilakukan pengujian / analisa sampel uji.
9. Sesuaikan landasan sampel dengan bentuk sampel.
10. Letakan sampel pada dudukan sampel.
 - Permukaan sampel harus tegak lurus dengan sumbu *indentor*.
 - Selama pembebanan berlangsung tidak boleh ada pergerakan.
11. Putar *hand whell* ke arah kiri sampai *piece press* menekan sampel.

12. Putar level / tuas beban ke arah depan secara perlahan-lahan sampai data terlihat di layar alat uji.

2.3.7 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.
- Menarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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

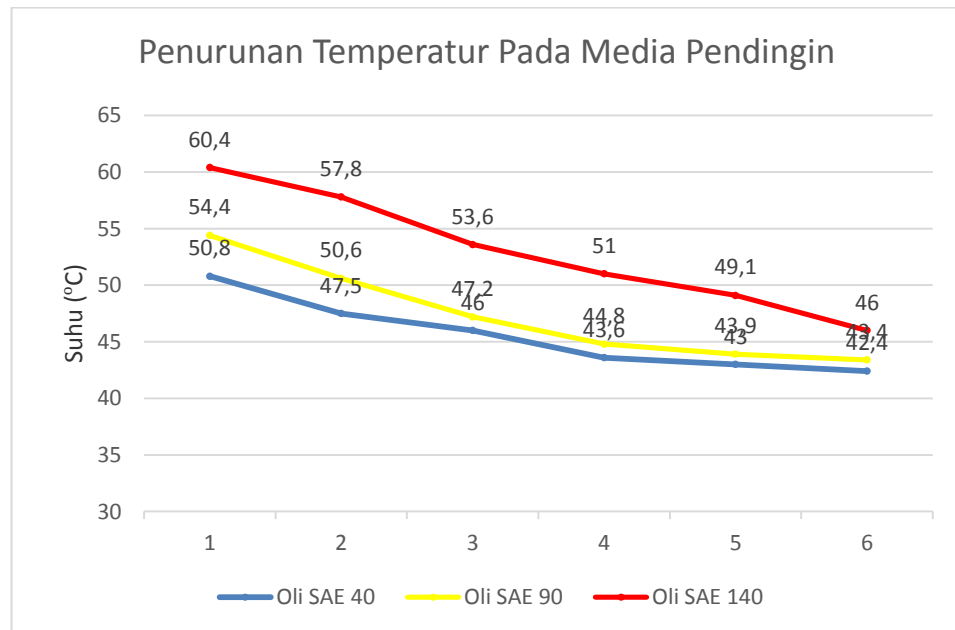
Waktu	Media Pendingin		
	Oli SAE 40 (°C)	Oli SAE 90 (°C)	Oli SAE 140 (°C)
Temperatur Awal	150	150	150
10	50,8	54,4	60,4
20	47,5	50,6	57,8
30	46	47,2	53,6
40	43,6	44,8	51
50	43	43,9	49,1
60	42,4	43,4	46
(Rata-rata) Penurunan Suhu	17,9	17,7	17,3

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

$$\begin{aligned}
 \text{Penurunan Suhu} &= \frac{(t_0-t_1)+(t_1-t_2)+(t_2-t_3)+(t_3-t_4)+(t_4-t_5)+(t_5-t_6)}{6} \\
 &= \frac{(150-50,8)+(50,8-47,5)+(47,5-46)+(46-43,6)+(43,6-43)+(43-42,4)}{6} \\
 &= \frac{(99,2)+(3,3)+(1,5)+(2,4)+(0,6)+(0,6)}{6} \\
 &= \frac{107,6}{6} \\
 &= 17,9 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

3.1.1 Pembahasan penurunan temperatur

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 :



Gambar 23.Grafik Pendinginan

Dari hasil pengukuran penurunan temperatur setiap 10 menit sekali selama 1 jam dengan suhu awal produk cor sebelum dimasukkan ke media pendinginan sebesar 150°C dapat diperoleh 6 hasil penurunan temperatur setiap variasi pendinginannya. 10 menit pertama untuk pendinginan oli SAE40 50,8°C, oli SAE90 54,4 °C dan oli SAE140 60,4 °C, kemudian untuk 10 menit ke-2 penurunan dari pendinginan oli SAE40 47,5 °C, oli SAE90 50,6 °C dan oli SAE140 57,8 °C, kemudian 10 menit ke-3 penurunan dari oli SAE40 46 °C, oli SAE90 47,2 °C dan oli SAE140 53,6 °C, kemudian untuk 10 menit ke-4 penurunan untuk oli SAE40 43,6 °C , oli SAE90 44,8 °C dan oli SAE140 51 °C, kemudian 10 menit ke-5 penurunan oli SAE40 43 °C, oli SAE90 43,9 °C dan oli SAE140 49,1 °C, dan pada penurunan 10 menit ke-6 oli SAE40 42,4 °C, oli SAE90 43,4°C dan oli SAE140 46 °C, jadi dapat kita simpulkan untuk penurunan temperatur dari 10 menit ke-1 sampai penurunan ke-6 variasi pendinginan dengan media oli SAE 40 menjadi yang lebih cepat dari variasi pendinginan oli SAE 90 dan oli SAE 140. Dari keterangan data hasil penurunan temperatur di atas dapat di cari rata rata sebagai berikut variasi

pendingin oli SAE 40 rata rata setiap 10 menit mengalami penurunan 17,9 °C, sedangkan variasi pendingin oli SAE 90 mengalami penurunan setiap 10 menit nya adalah 17.7 °C dan variasi pendingin oli SAE 140 17.3°C. Dari hasil rata - rata 3 variasi pendingin oli SAE 40 mengalami laju pendinginan lebih cepat di banding dengan oli SAE 90 dan oli SAE 140 karena oli SAE 40 mempunyai konduktifitas lebih tinggi.

3.2 Data Hasil Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium POLMAN 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 dari hasil komposisi kimia.

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

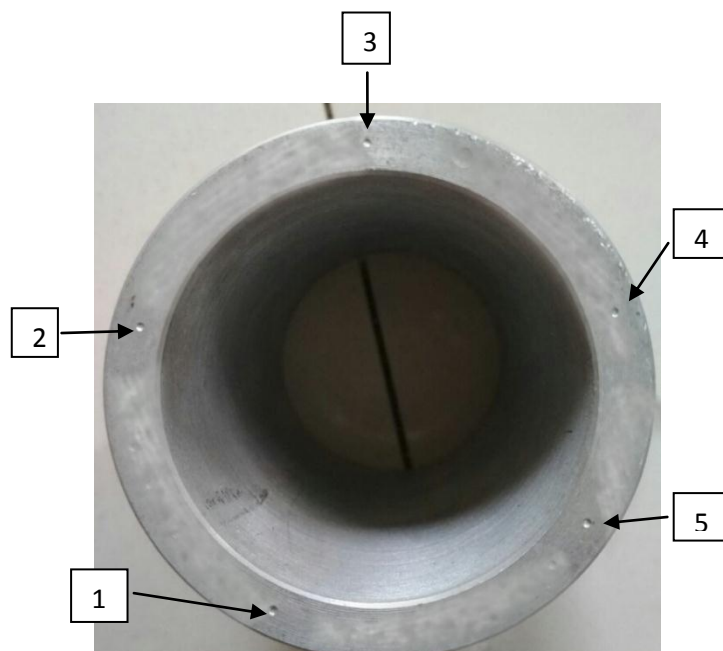
Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada alumunium cor yaitu (Si) 0,180%, (Fe) 0,387%, (Cu) 0,167%, dan (Zn) 0,601% yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam alumunium paduan seng (Al-Zn), karena unsur Seng (Zn) merupakan paduan terbesar yaitu 0,601%.

Pengaruh Seng (Zn) 0,601% mempunyai pengaruh baik akan menaikkan nilai tensile pada produk cor . Pengaruh silikon (Si) 0,180% 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 Besi (Fe) 0,387% mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan selama proses penuangan dan pengaruh buruk yaitu penurunan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, tibulnya bintik keras pada hasil coran, peningkatan cacat porositas. Pengaruh Tembaga (Cu) 0,167% menghasilkan

efek yang baik peningkatan kekerasan bahan, perbaikan kekuatan tarik, dan mempermudah proses pengerjaan dengan mesin dan mengurangi ketahanan terhadap korosi secara umum. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa material ini termasuk logam aluminium paduan seng (Al – Zn). Menurut klasifikasi paduan aluminium cor (Tabel 2.2) termasuk dalam seri 4000.

3.3 Pengujian Kekerasan Hasil Produk Cor Aluminium

Pengujian kekerasan menggunakan HRB (Hardness Rockwell Ball type B) dengan beban 981 N menggunakan penetrator bola diameter 1/16 ini dilakukan pada 5 titik pada bagian spesimen :



Gambar 24. Posisi Titik Kekerasan Spesimen.

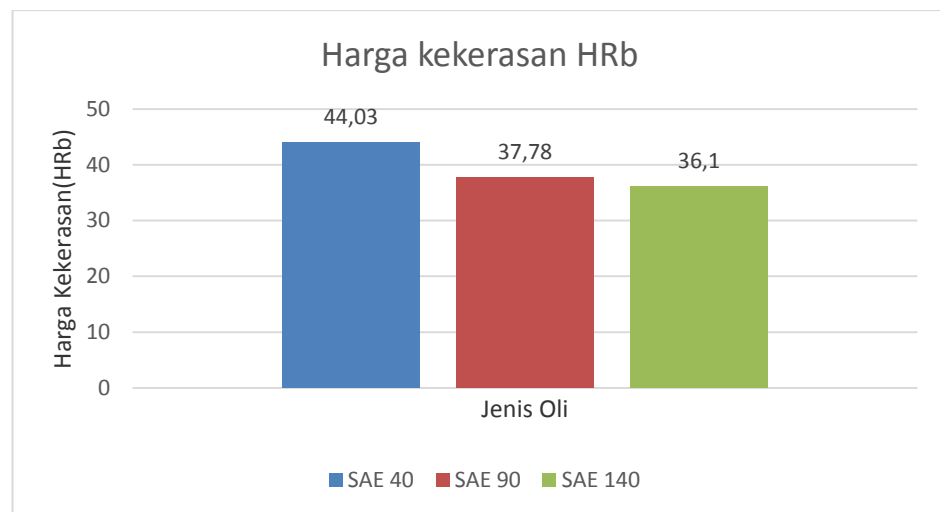
3.3.1 Harga Kekerasan HR_B (*Hardness Rockwell Ball type B*)

Harga kekerasanHR_B (*Hardness Rockwell Ball type B*) variasi pendinginan oli SAE 40, oli SAE 90 dan oli SAE 140 terhadap hasil produk alumunium cor :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan HR_B.

NO	Media Pendinginan	Kekerasan HR _B					Rata-rata HR _B
1	Oli SAE 40	44.55	44.57	43.64	43.51	43.86	44.03
2	Oli SAE 90	37.01	38.23	37.94	37.77	37.96	37.78
3	Oli SAE 140	36.64	35.12	36,70	35.85	36.21	36.10

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



Gambar 25. Grafik hubungan kekerasan dengan variasi pendinginan

3.3.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan

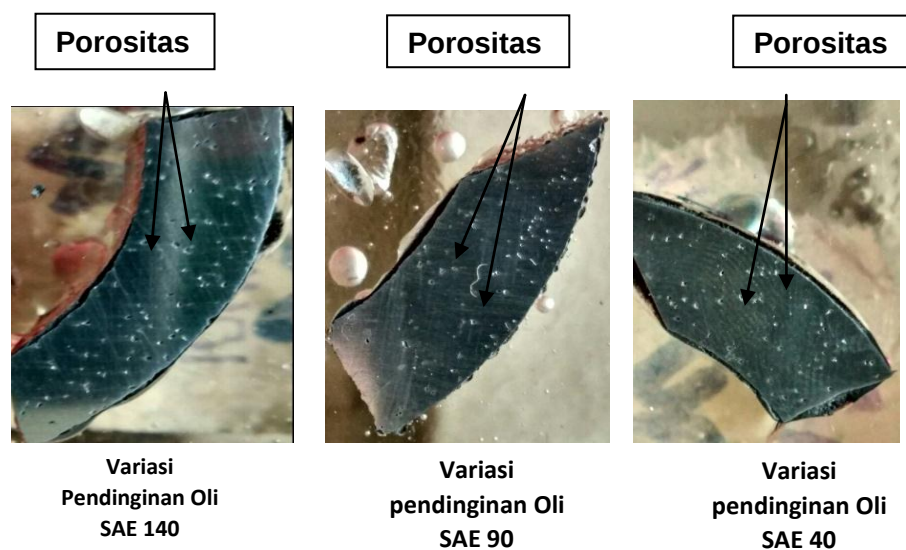
Dari Hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan Oli SAE 40 lebih keras yaitu 44,03 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan Oli SAE90 37,78 dan media pendinginan Oli SAE 140 yang bernilai 36,1. Laju dari pendinginan Oli SAE 40 lebih cepat dari laju

pendinginan Oli SAE 140 dan Oli SAE 90. Hal tersebut terjadi karena cacat porositas menyebabkan kekerasan logam berkurang sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan Oli SAE 40 mempunyai unsur seng (Zn) lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan Oli SAE 90 dan Oli SAE 140.

Hasil uji kekerasan ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yuli cahyo Pamungkas Dkk, 2016 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..

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 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 . Hasilnya sebagai berikut :



Gambar 26.Hasil Foto Makro Cacat Porositas

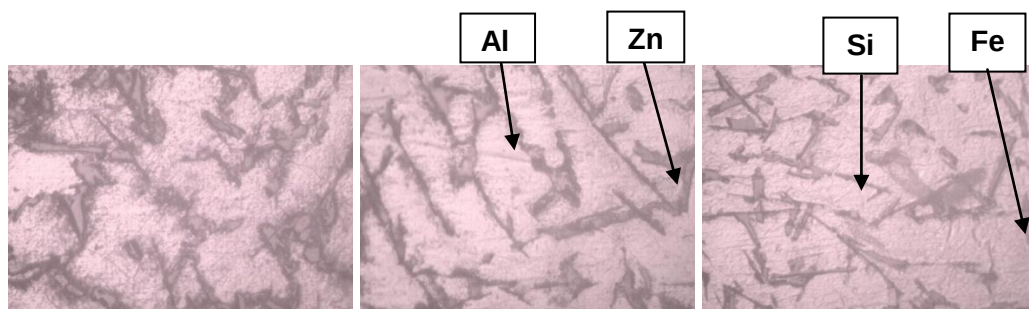
3.4.1 Pembahasan Pengamatan Cacat Porositas

Berdasarkan hasil dari foto makro kamera diatas (gambar 4) dapat dilihat bahwa hasil produk yang menggunakan variasi pendinginan oli SAE 40 memiliki tingkat porositas yang lebih sedikit atau rendah dibandingkan dengan variasi pendinginan oli SAE 90 dan variasi pendinginan oli SAE 140. Sedangkan pada variasi pendinginan oli SAE 90 dan variasi pendinginan oli SAE 140 kedua-duanya memiliki tingkat cacat porositas yang lebih banyak jika dibandingkan dengan variasi pendinginan oli SAE 40.

Cacat 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.

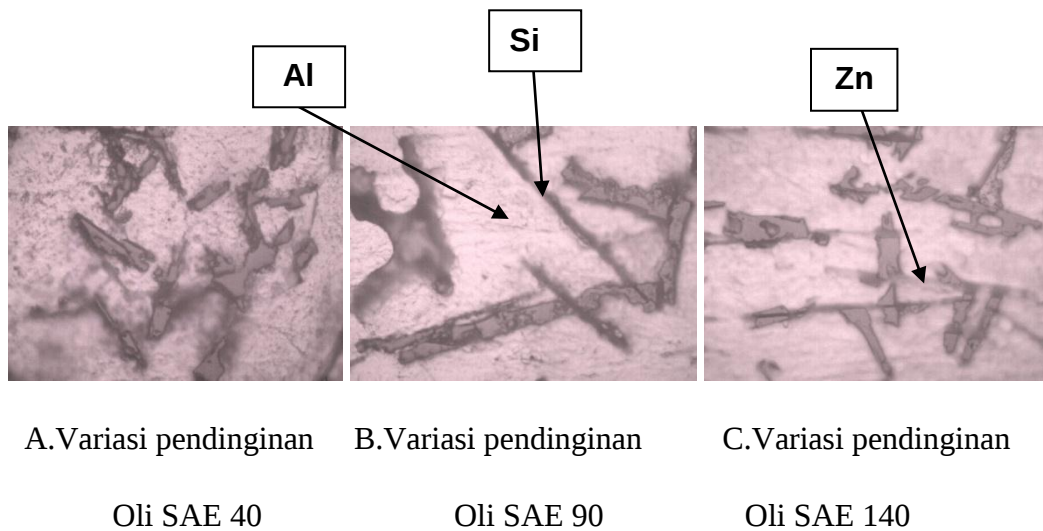
3.5 Struktur Mikro

Pada Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi untuk bahan alumunium variasi pendinginan dengan pembesaran 500x dan 1000x didapatkan gambar seperti yang terlihat pada gambar 4.4 dan 4.5 dibawah ini.



A. Variasi pendinginan Oli SAE 40 B. Variasi pendinginan Oli SAE 90 C. Variasi pendinginan Oli SAE 140

Gambar 27. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 500x. (A) Variasi pendinginan Oli SAE40, (B) Variasi pendinginan Oli SAE 90, (C) Variasi pendinginan Oli SAE 140.



Gambar 28. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 1000x. (A) Variasi pendinginan Oli SAE40, (B) Variasi pendinginan Oli SAE 90, (C) Variasi pendinginan Oli SAE 140.

3.5.1 Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro

Struktur mikro terdiri dari unsur Al (aluminium) dan Zn (seng). Unsur aluminium (Al) berupa butiran besar yang berwarna putih, sedangkan unsur seng (Zn) berwarna putih kebiru-biruan dan berkilau. Sedangkan untuk (Si) berupa garis hitam memanjang seperti jarum, untuk (Fe) berupa warna putih atau perak, berbentuk cenderung dendrit dan sejumlah kecil granular. Pada foto mikro variasi pendinginan oli SAE 140 terlihat diameter butiran Kristal cenderung lebih besar begitu juga dengan variasi pendinginan oli SAE 90 mempunyai bentuk butiran yang cenderung lebih besar, berbeda halnya dengan variasi pendinginan oli SAE 40 struktur butiran lebih kecil dibandingkan dengan variasi pendinginan oli SAE 140 dan oli SAE 90. Dari sini dapat kita simpulkan menurut dari hasil nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan sebuah benda makin diameter bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras atau getas hal ini terbukti pada variasi pendinginan oli SAE 40 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 oli SAE 90 dan oli SAE 140 yang mempunyai nilai kekerasan dibawah variasi pendinginan oli SAE 40.

4.PENUTUP

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

- a. Nilai Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada alumunium cor yaitu Si, Fe, Cu, dan Zn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam alumunium paduan seng (Al-Zn).Pengaruh Seng (Zn) 0,601% , pengaruh besi (Fe) 0,387 %, pengaruh silikon (Si) 0,180% ,pengaruh kandungan tembaga (Cu) 0,167 % Dari data diatas unsur yang paling dominan adalah Al-Zn.
- b. Dari Hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 lebih keras yaitu 44,03 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE140 36,10 dan media pendinginan oli SAE 90 yang bernilai 37,78. Laju dari pendinginan oli SAE 40 lebih cepat dari laju pendinginan Oli SAE 140 dan Oli SAE 90.
- c. Struktur mikro terdiri dari unsur Al (alumunium) dan Zn (seng). Unsur alumunium (Al) berupa butiran besar yang berwarna putih, sedangkan unsur seng (Zn) berwarna putih kebiru-biruan dan berkilau, sedangkan untuk (Si) berupa garis hitam memanjang seperti jarum, untuk (Fe) berupa warna putih atau perak, berbentuk cenderung dendrit dan sejumlah kecil granular. Pada foto mikro variasi pendinginan oli SAE 140 terlihat diameter butiran cenderung lebih besar begitu juga dengan variasi pendinginan oli SAE 90 mempunyai bentuk butiran yang cenderung lebih besar, beda hal nya dengan variasi pendinginan oli SAE 40 struktur butiran lebih kecil dibanding kan dengan variasi pendinginan oli SAE 140 dan oli SAE 90.

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 oli SAE 40 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 :

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

11. Teman seperjuangan (Ibnu, Azis, Frabangasta, 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 Heinemam
- 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 Puspitek Serpong Tangerang
- Randy Saputra., 2012. *Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%)Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 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.