

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR LAUT, AIR SIMUR,
DAN OLI SAE 40) TERHADAP SIFAT FISIS DAN KEKERASAN HASIL
PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) MENGGUNAKAN CETAKAN
PASIR CO₂**



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

Disusun oleh :

DANY ANDREAN PURWOHANDOYO

D 200 130 053

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR LAUT, AIR SIMUR,
DAN OLI SAE 40) TERHADAP SIFAT FISIS DAN KEKERASAN HASIL
PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) MENGGUNAKAN CETAKAN
PASIR CO₂**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

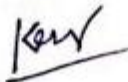
DANY ANDREAN PURWOHANDOYO

NIM : D 200 130 053

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Masyrukan, MT

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR LAUT, AIR SIMUR,
DAN OLI SAE 40) TERHADAP SIFAT FISIS DAN KEKERASAN HASIL
PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) MENGGUNAKAN CETAKAN
PASIR CO₂**

OLEH :

DANY ANDREAN PURWOHANDOYO

NIM : D 200 130 053

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 18 Januari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

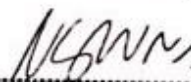
1. Ir. Masyrukan, MT.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

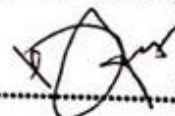
2. Ir. Ngafwan, MT.

(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, 22 Januari 2018

Penulis



DANY ANDREAN PURWOHANDOYO

NIM : D 200 130 053

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR LAUT, AIR SUMUR,
DAN OLI SAE 40) TERHADAP SIFAT FISIS DAN KEKERASAN HASIL
PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) MENGGUNAKAN CETAKAN
PASIR CO2**

ABSTRAK

Logam akan mengalami perubahan fasa selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan. Perubahan sifat ini antara lain dipengaruhi media pendinginan yang digunakan pada saat proses pendinginan. Karena sifat fisis dan mekanis suatu logam sangat penting dalam konstruksi permesinan, maka dalam penelitian ini digunakan media pendingin yang berbeda yaitu: air laut, air sumur, dan oli SAE 40. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan sifat fisis dan mekanis hasil pengecoran kuningan dengan media pendingin yang berbeda. Dari pengujian kekerasan benda uji dengan media air laut mempunyai nilai kekerasan lebih baik dibanding air sumur dan oli SAE 40. Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 18 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang paling berpengaruh pada kuningan cor yaitu: Cu, Zn, Fe, dan Sn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam kuningan paduan seng (Cu-Zn)

Kata kunci: Kuningan (CuZn), pendinginan cepat, kekerasan, struktur mikro, komposisi kimia.

ABSTRACT

The metal will undergo phase change during the casting process, either the physical or mechanical changes caused by the freezing process. This change in properties is influenced by the cooling medium used during the cooling process. Because the physical and mechanical properties of a metal are very important in machining construction. In this study used different cooling media, namely: sea water, well water, and SAE 40 oil. The purpose of this research is to compare the physical and mechanical properties of brass casting with different cooling media. From the hardness testing of the specimen to the sea water well refrigerant medium has a better hardness value compared to the well water and SAE 40 oil. From the result of testing the chemical composition there are 18 elements, but only the 4 most influential element in the cast brass Cu, Zn, Fe, and Sn the most dominant. Judging from the element present in this material can be classified metal brass zinc alloy.

Keyword: Brass (CuZn), quenching, hardness, micro structure, chemical composition.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengecoran adalah suatu proses meleburkan suatu bahan padat menjadi bentuk cair dan dibentuk sesuai yang diinginkan yang kemudian didinginkan sampai menjadi padat kembali. Pada penelitian ini setelah cairan kuningan dituangkan kedalam cetakan CO₂ didiamkan selama 15 menit lalu cetakan tersebut dibongkar kemudian produk coran kuningan dimasukkan ke media pendinginan. Media pendinginan yang digunakan adalah air sumur, oli SAE 40 dan air laut. Dari masing-masing media pendinginan akan mempengaruhi hasil dari kualitas benda coran yakni sifat fisis maupun sifat mekanis serta cacat yang terbentuk dari adanya media pendinginan yang berbeda.

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan casing cartridge untuk senjata api (Tata Surdia, 1996).

1.2 Rumusan Masalah

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

- 1 Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap komposisi campuran kimia produk cor

kuningan.

- 2 Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap distribusi kekerasan produk cor kuningan.
- 3 Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap distribusi struktur mikro produk cor kuningan.

1.3 Batasan Masalah

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

1. Material yang digunakan adalah kuningan (CuZn) bekas atau rosok.
2. Kecepatan penuangan logam cair dianggap sama.
3. Variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap cor kuningan.
4. Pengujian kekerasan hasil coran menggunakan uji kekerasan *HRB*.
5. Pengujian komposisi kimia hasil coran menggunakan uji *Spectrometer scan metal*.
6. Pengujian struktur mikro hasil coran.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Meneliti pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 komposisi kimia produk cor kuningan.
2. Meneliti pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap distribusi kekerasan produk cor kuningan.
3. Meneliti pengaruh variasi media pendinginan Air Laut, Air Sumur dan Oli SAE 40 terhadap distribusi struktur mikro produk cor kuningan.

1.5 Tinjauan Pustaka

(Taufikkurahman, 2005) meneliti bahwa proses perlakuan panas pada logam kuningan dengan suhu 400°C dan media pendinginan yang beragam juga akan mempengaruhi tingkat kekerasan paduan. Proses perlakuan panas menyebabkan tingkat kekerasan material lebih merata hal

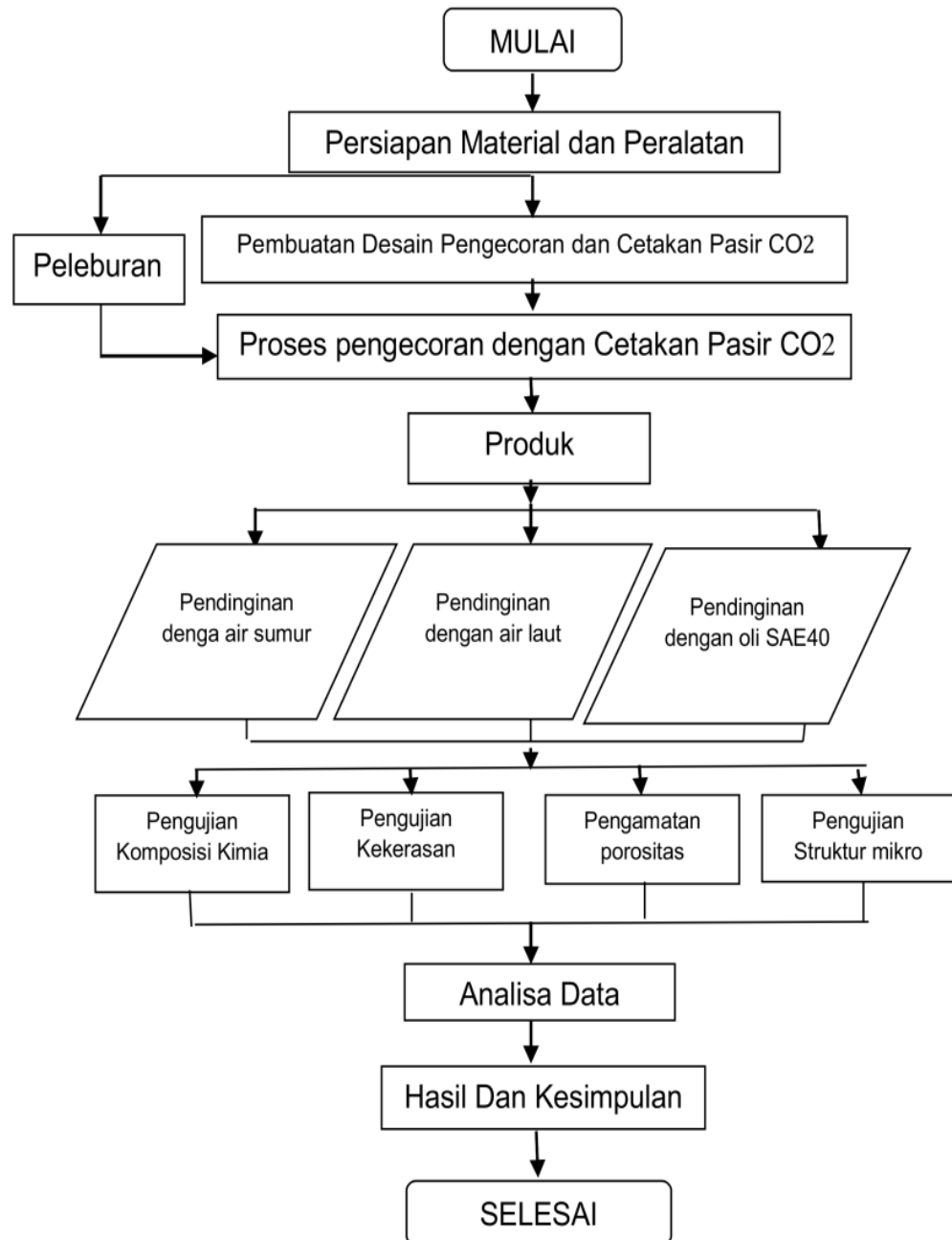
ini disebabkan karena konsentrasi unsur pada produk awal seragam di setiap tempat. Kondisi penyebaran unsur Zn, Pb, dan Sn lebih merata pada paduan yang diberikan proses perlakuan panas dengan pengininan oli (minyak).

(Untung Nugroho, 2010) meneliti dari hasil peleburan kuningan dengan pengujian metalografi didapatkan struktur fasa kuningan yaitu fasa proeutektik α dan fasa β . Fasa proeutektik α mempunyai struktur fcc sedangkan fasa β mempunyai struktur bcc. Terdapat juga titik-titik hitam yang merupakan karbonnya dengan persentase yang berbeda untuk tiap sampelnya. Kekerasan cenderung meningkat pada bagian samping dikarenakan kandungan karbonnya lebih banyak. Selain meningkatnya jumlah karbon, meningkatnya fasa proeutektik α dan menurunnya fasa β juga mempengaruhi meningkatnya nilai kekerasan coran kuningan.

(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.

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. Kowi | 17. Tali pengikat cetakan CO ₂ |
| 2. Penumbuk | 10. Gayung | 18. <i>Infra Red Thermometer</i> |
| 3. Tabung silinder | 11. Mesin pengaduk | 19. <i>Thermocoupe</i> |
| 4. Lanset | 12. Ember | 20. <i>Digital Caliper</i> |
| 5. Gancu | 13. Kerangka cetakan | 21. Alat uji <i>Spektrometer</i> |
| 6. <i>Ladel</i> | 14. Tabung Gas CO ₂ | 22. Alat uji Kekerasan <i>HRB</i> |
| 7. Saringan (pengayak) | 15. Gergaji besi | 23. Alat uji <i>Mikroskop Metalografi</i> |
| 8. Dapur pelebur | 16. Linggis | |

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Kuningan bekas atau rosok.
2. Kalsium karbonat (bubuk anti air)
3. Pasir silika
4. *Water glass*
5. Air laut
6. Air sumur
7. Oli SAE 40

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 CO₂ 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.



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 ± 1 cm pada cetakan guna membuang gas – gas pada saat penuangan cairan coran.



Gambar 7. Pembuatan saluran turun (*spure*)

- i.) Kemudian membuat saluran masuk gas CO₂ 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 CO₂

- j.) Setelah itu memberikan gas co₂ dengan tekanan $\pm 3\text{--}7 \text{ kph/m}^2$ kedalam saluran gas CO₂ yang sudah dibuat sebelumnya hingga mengeras dengan waktu ± 1 menit.



Gambar 9. Proses Pemberian gas CO₂

- 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 CO₂ tidak runtuh, setelah itu meratakan bagian yang belum rata.



Gambar 10. Proses pengangkatan pola *flange*

- l.) Kemudian membuat saluran masuk gas CO₂ 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 *in gate* pada pola atas posisikan dipojok dan dipresisikan dengan lubang dari saluran turun *sprue*, setelah itu memberikan gas CO₂ dengan tekanan $\pm 3\text{--}7 \text{ kph/m}^2$ 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 (*in gate*)



Gambar 12. Pembuatan saluran masuk (*in gate*)

1. Persiapan bahan untuk pengecoran kuningan bekas.



Gambar 13. Kuningan bekas

2. Mempersiapkan semua kebutuhan untuk Variasi Pendingannya :

- Pendinginan Oli SAE 40



Gambar 14. Oli SAE 40

- Pendinginan Air Sumur



Gambar 15. Air Sumur

- Pendinginan Air Laut



Gambar 16. Air Laut

3. Peleburan menggunakan tungku Kupola yang dilakukan yang dilakukan di CV. ARBA JAYA LOGAM Cepur, 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 variasi 3 media yaitu air laut, air sumur dan Oli SAE 40. Prosesnya adalah setelah Kuningan (CuZn) 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 kuningan menggunakan beberapa media pendingin dan lama pendinginan 1 jam.



A.

B.

C.

Gambar 20. (A) Media pendinginan air sumur, (B) Media pendinginan oli SAE 40, (C) Media pendinginan air laut.

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 :

1. Melakukan pemotongan spesimen menjadi beberapa bagian untuk mempermudah pengamatan.

2. Melakukan *mounting* pada spesimen yang sudah dipotong agar lebih mudah untuk berdiri tegak dan mudah mencari titik fokus ketika akan difoto mikro.
3. Melakukan pengamplasan bertahap, amplas yang digunakan mulai dari nomor 1000 sampai dengan 5000.
4. Melakukan pemolesan pada spesimen uji menggunakan kain yang telah diberi autosol.
5. Membuat cairan etsa agar dapat mengikis spesimen agar terlihat jelas ketika difoto mikro.
6. Mengamati struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 100x dan 200x.

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 :

1. Menyalakan semua peralatan pendukung dan menyambungkan dengan arus listrik (argon, printer, dll).
2. Tunggu beberapa saat sampai *spektrometer* siap digunakan/bekerja (kurang lebih 60 menit).
3. Setelah ada keterangan *speak ready* (termperatur Ok), pilih program yang akan diuji (CuZn).
4. Lakukan standarisasi alat uji.
5. Setelah standarisasi, lakukan pengujian pada spesimen (sampel uji sebelumnya harus diprepasi, Al dengan dibubut dan *Gun-Metal* dengan gerinda).
6. Melakukan analisa alat uji :

- Letakkan spesimen sampel padaudukan 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.

7. 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 diampelas 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 wheel* 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 Kuningan (CuZn) Cor.

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

Waktu (t)	Media Pendingin		
	Air Sumur	Oli SAE 40	Air Laut

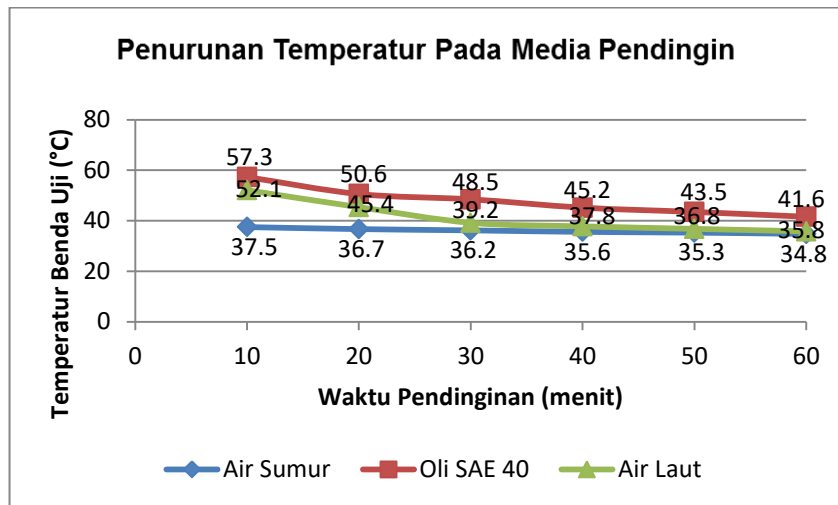
	(°C)	(°C)	(°C)
10	37.5	57.3	52.1
20	36.7	50.6	45.4
30	36.2	48.5	39.2
40	35.6	45.2	37.8
50	35.3	43.5	36.8
60	34.8	41.6	35.8
Penurunan Suhu Rata-rata	0,54	3,14	3,26

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 21. Grafik Pendinginan

Dari hasil pengukuran penurunan temperatur setiap 10 menit sekali selama 1 jam memperoleh 6 hasil penurunan suhu setiap variasi pendinginannya. 10 menit pertama untuk pendinginan air sumur 37,5°C, air laut 52,1°C dan oli SAE 40 menjadi yang tertinggi di 10 menit pertama yaitu 57,3°C, kemudian pada menit ke-20 suhu dari pendinginan air sumur 36,7°C, air laut 45,4°C dan oli SAE 50,6°C dari penurunan suhu ke dua ini oli SAE 40 menjadi yang tertinggi, kemudian pada menit ke-30 suhu dari air sumur 36,2°C, air laut 39,2°C dan oli SAE 40 48,5°C untuk penurunan suhu ke tiga ini oli SAE40 masih menjadi yang tertinggi, kemudian pada menit ke-40 penurunan suhu untuk air sumur 35,6°C , air laut 37,8°C dan oli SAE 40 45,2°C, pendinginan oli SAE 40 masih menjadi yang tertinggi, kemudian pada menit ke-50 penurunan suhu air sumur 35,3°C, air laut 36,8°C dan oli SAE 40 43,5°C, penurunan suhu pendinginan oli SAE 40 masih yang tertinggi, kemudian penurunan suhu pada menit ke-60 atau yang terakhir, penurunan suhu pendinginan air sumur 34,8°C, air laut 35,8°C dan oli SAE 40 41,6°C, jadi dapat kita simpulkan untuk penurunan suhu dari menit ke-20 sampai penurunan menit ke-60 variasi pendinginan dengan media oli SAE 40 menjadi yang tertinggi dari variasi pendinginan air sumur dan air laut, dari keterangan data hasil penurunan temperature di atas dapat di cari rata-rata sebagai berikut variasi pendingin air sumur rata

rata setiap 10 menit mengalami penurunan 0,54°C, sedangkan variasi pendingin air laut mengalami penurunan setiap 10 menit nya adalah 3,26°C dan variasi pendingin oli SAE 40 3,14°C. Dari hasil rata-rata 3 variasi pendingin air laut mengalami penurunan temperatur yang paling tinggi.

3.2 Data Hasil Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium POLMAN Cepur, 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 (%)
1	Cu	66,4
2	Zn	27,9
3	Pb	2,22
4	Sn	1,38
5	Mn	0,0813
6	Fe	0,727
7	Ni	0,401
8	Si	0,127
9	Mg	<0,0050
10	Cr	0,0230

11	Al	0,285
12	As	0,140
13	Be	<0,0020
14	Ag	0,0250
15	Co	0,0270
16	Bi	0,0803
17	Cd	0,131
18	Zr	0,0032

3.2.1 Pembahasan Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 18 unsur, tetapi hanya 5 unsur yang paling berpengaruh pada kuningan cor yaitu Cu, Zn, Pb, Fe dan Sn yang paling dominan. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam kuningan paduan seng (Cu-Zn). Pengaruh Seng (Zn) sebesar 27,9% mempunyai pengaruh baik akan menaikkan nilai tensile atau kekuatan tarik pada produk cor kuningan. Pengaruh Timbal (Pb) sebesar 2,22% mempunyai pengaruh baik karena dapat meningkatkan machinability, surface finish, dan ketahan terhadap korosi membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang dalam proses yang disebut penempaan. Pengaruh Timah Putih (Sn) sebesar 1,38% mempunyai pengaruh baik dalam meningkatkan ketahan korosi dan meningkatkan kekerasan coran kuningan. Pengaruh Besi (Fe) sebesar 0,727% dalam kuningan yaitu menurunkan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, timbulnya bintik pada hasil coran kuningan, dan meningkatkan ketahanan panas, ketahan korosi, dan meningkatkan ketahan impact.

3.3 Pengujian Kekerasan Hasil Produk Cor Alumunium

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 22. Posisi Titik Kekerasan Spesimen.

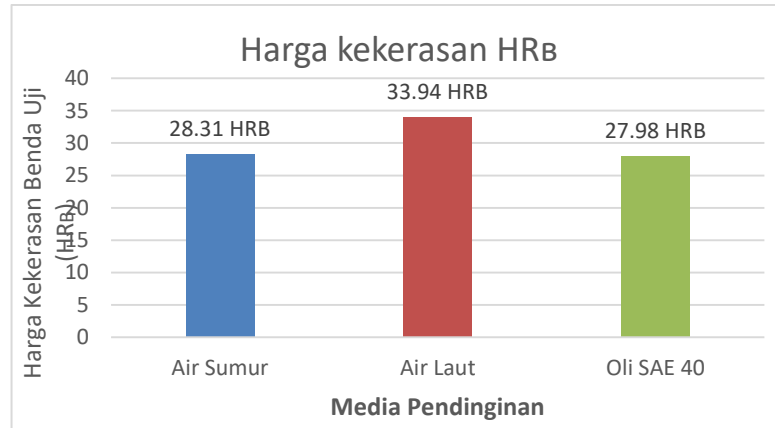
3.3.1 Harga Kekerasan *HRB* (*Hardness Rockwell Ball type B*)

Harga kekerasan *HRB* (*Hardness Rockwell Ball type B*) variasi media pendingin Air Sumur, Air Laut dan Oli SAE 40 terhadap hasil produk kuningan cor :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan *HRB*.

NO	Media Pendinginan	Kekerasan <i>HRB</i>					Rata-rata <i>HRB</i>
1	Air Sumur	28,65	27,75	28,75	28,42	27,98	28,31
2	Air Laut	33,73	34,36	33,85	34,16	33,61	33,94
3	Oli SAE 40	28,05	28,68	27,91	27,15	28,10	27,98

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



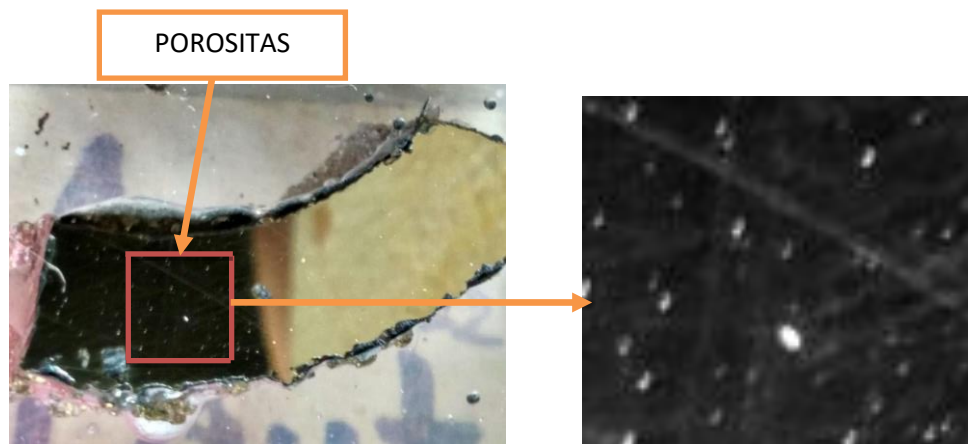
Gambar 23. Grafik hubungan kekerasan dengan variasi pendinginan

3.3.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan

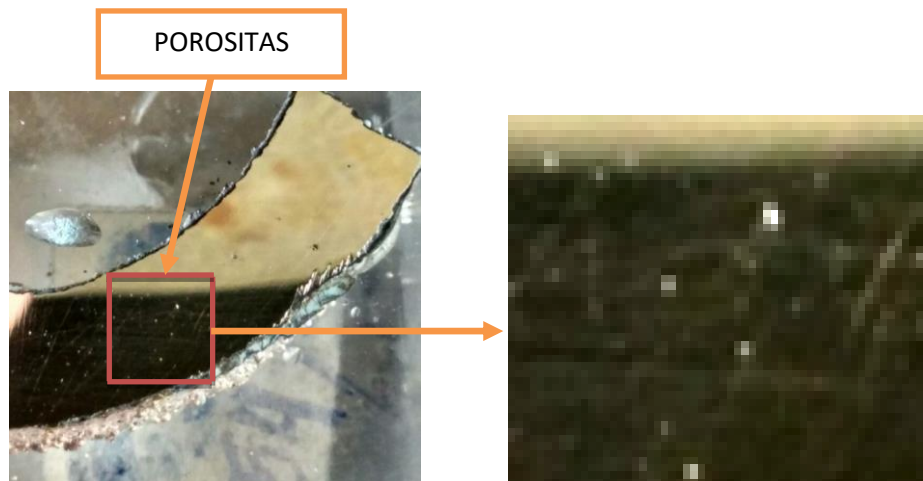
Dari Hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air laut paling keras yaitu 33,94 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE 40 27,98 dan media pendinginan air sumur yang bernilai 28,31. Laju dari pendinginan air laut lebih cepat dari laju pendinginan oli SAE 40 dan air sumur, sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan air laut mempunyai unsur Seng (Zn) lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 dan air sumur.

3.4 Pengamatan Porositas

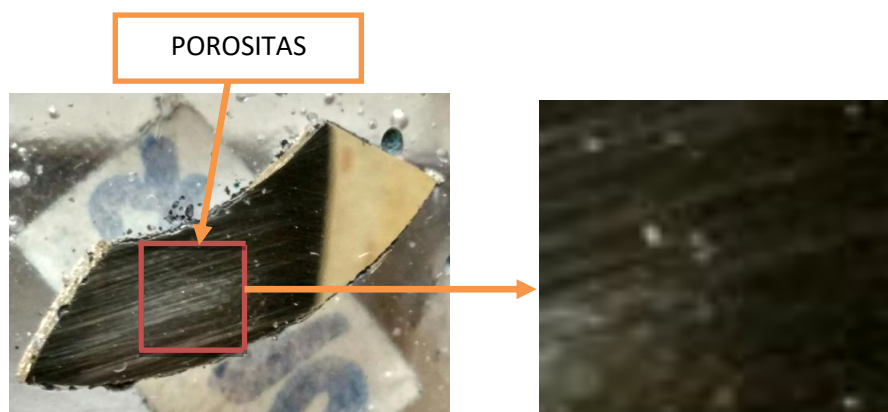
Pada pengamatan porositas ini dilakukan dengan cara memotong sebagian spesimen dengan secara acak. Kemudian pada bagian potongan tersebut dilakukan *mounting* dengan menggunakan resin dan katalis yang kemudian diampas sampai halus dan diberi autosol supaya porositas dapat terlihat jelas dan setelah itu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



Gambar 24. Pengamatan porositas Oli SAE 40



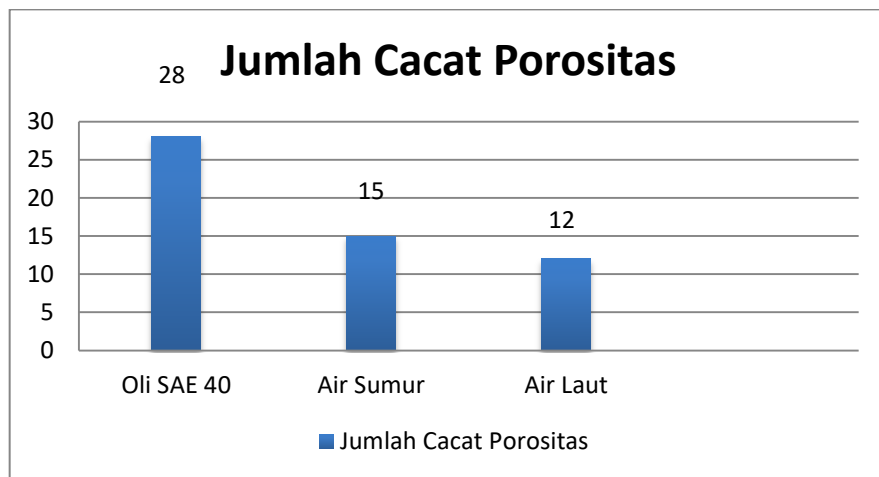
Gambar 25. Pengamatan porositas Air Sumur



Gambar 26. Pengamatan porositas Air Laut

Tabel 4. Pengamatan Cacat Porositas

No	Media Pendinginan	Jumlah Cacat Porositas
1	Oli SAE 40	28
2	Air Sumur	15
3	Air Laut	12



Gambar 27. Grafik Pengamatan Cacat Porositas

3.4.1 Pembahasan Pengamatan Cacat Porositas

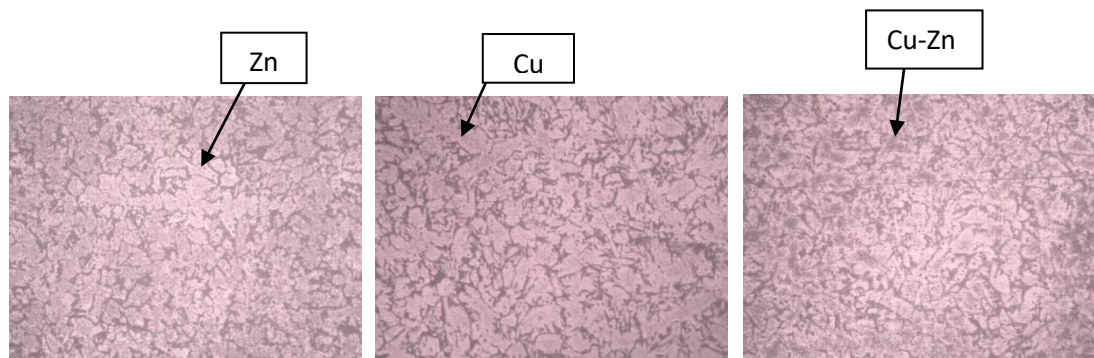
Berdasarkan hasil dari foto makro kamera pada tabel 4. dapat dilihat bahwa hasil produk yang menggunakan variasi pendinginan air laut memiliki tingkat porositas yang paling sedikit dibandingkan dengan variasi pendinginan air sumur dan variasi pendinginan oli SAE 40. Sedangkan pada variasi pendinginan air sumur dan variasi pendinginan oli SAE 40 keduanya memiliki tingkat cacat porositas yang lebih banyak jika dibandingkan dengan variasi pendinginan air laut.

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.

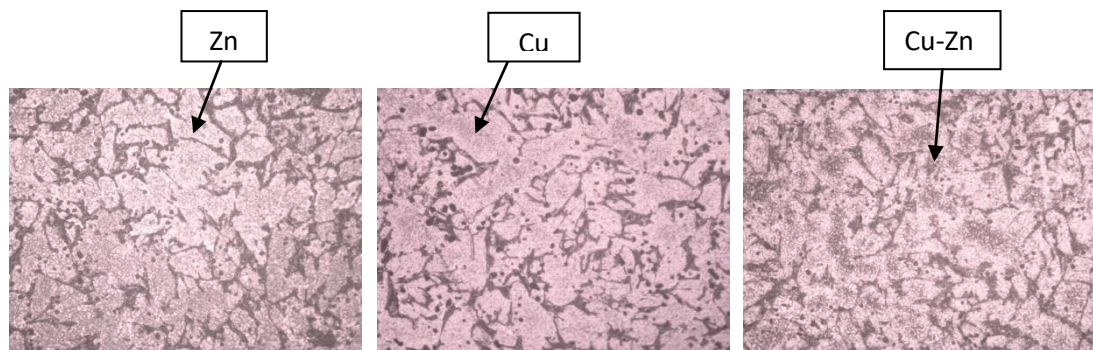
3.5 Struktur Mikro

Pada Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi untuk bahan alumunium variasi pendinginan dengan pembesaran 100x dan 200x didapatkan gambar seperti yang terlihat pada gambar 28 dan 29 dibawah ini.



Gambar 28. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 100x.

(A) Air Laut, (B) Air Sumur, dan (C) Oli SAE 40.



Gambar 29. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 200x.

(A) Air Laut, (B) Air Sumur, dan (C) Oli SAE 40.

3.5.1 Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro

Dari hasil pengujian struktur mikro menunjukkan terdapat unsur tembaga (Cu) dan unsur seng (Zn). Unsur tembaga (Cu) berupa butiran besar yang berwarna khas kekuningan, sedangkan unsur seng (Zn) berbentuk kecil memanjang seperti jarum dan berwarna hitam.

Sedangkan campuran antara tembaga dan seng (Cu-Zn) ditunjukkan pada campuran antara keduanya.

4.KESIMPULAN

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

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia ditemukan beberapa unsur antara lain Cu 66,4%, Zn 27,9%, Pb 2,22%, Sn 1,38%, dan Fe 0,727%.
2. Dari hasil pengujian kekerasan benda uji dengan media pendinginan air laut paling keras yaitu 33,94 di bandingkan dengan hasil dari media pendinginan oli SAE 40 27,98 dan media pendinginan air sumur yang bernilai 28,31. Laju dari pendinginan air laut lebih cepat dari laju pendinginan oli SAE 40 dan air sumur, sehingga struktur mikro yang terbentuk pada benda uji dengan media pendinginan air laut mempunyai unsur Seng (Zn) lebih banyak dan merata dari benda uji dengan media pendinginan oli SAE 40 dan air sumur.
3. Dari hasil pengujian struktur mikro menunjukkan terdapat unsur tembaga (Cu) dan unsur seng (Zn). Unsur tembaga (Cu) berupa butiran besar yang berwarna khas kekuningan, sedangkan unsur seng (Zn) berbentuk kecil memanjang seperti jarum dan berwarna hitam. Sedangkan campuran antara tembaga dan seng (Cu-Zn) ditunjukkan pada campuran antara keduanya.

PERSANTUNAN

Segala puji syukur kehadirat 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 menempuh 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, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Subroto, MT, 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, Ayub, 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

- Nugroho, Untung. 2010. *Pengaruh Struktur Mikro dan Kandungan Karbon Pada Kekerasan Coran Kuningan*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Industri Universitas Gunadarma Jawa Barat.
- Supriyanto., 2009. *Diktat Pengecoran Logam*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Surdia, T dan Saito, S., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Surdia, Tata. 1996. *Teknik Pengecoran Logam*, Edisi ke-2, Cetakan ke-7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Taufikkurahman, dkk., 2005. *Analisa Sifat Mekanik Bahan Paduan Tembaga-Seng*, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Widodo, R. 2012. Paduan CuZn (Kuningan).
https://hapli.wordpress.com/non_ferro/paduan-cuzn-kuningan/ .